



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD MORELIA
BIOLOGÍA

**“PROPUESTA DE SECUENCIA DIDÁCTICA EN EDUCACIÓN MEDIA
SUPERIOR PARA LA ENSEÑANZA DEL TEMA DE EXPRESIÓN GÉNICA
UTILIZANDO ESTRATEGIAS DEL PENSAMIENTO CRÍTICO”**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
PRESENTA:
L.E.S. EDISON PIÑÓN BRAVO

TUTOR PRINCIPAL

Dr. LUIS EDUARDO SERVÍN GARCIDUEÑAS
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD MORELIA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

Dr. ERNESTO RODRÍGUEZ MONCADA

UNIVERSIDAD LATINA DE AMÉRICA

Dr. LUIS MIGUEL GARCÍA VELÁZQUEZ

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD MORELIA
MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO MARZO 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

M. en C. IVONNE RAMÍREZ WENCE

Directora General de Administración Escolar, UNAM
Presente.

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la sesión ordinaria del Comité Académico de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, celebrada el día 13 de abril del 2020, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de Maestro en Docencia para la Educación Media Superior (Biología) del alumno **Edison Piñón Bravo** con número de cuenta **519014770**, con la Tesis titulada: "**Propuesta de secuencia didáctica en Educación Media Superior para le enseñanza del tema expresión genética utilizando estrategias del pensamiento crítico**". Bajo la dirección del **Dr. Luis Eduardo Servín Garcidueñas**.

Presidente: Dra. María Esther Urrutia Aguilar
Vocal: Dr. Luis Miguel García Velázquez
Vocal 2: Mtra. Alejandra Ceja Fernández
Vocal 3: Dr. Ernesto Rodríguez Moncada
Secretario: Dr. Luis Eduardo Servín Garcidueñas

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Morelia, Mich., a 15 de enero de 2024.



Dra. Mercedes Martínez González
Secretaría de Investigación y Posgrado

“El estudio no se mide por el número de palabras leídas en una noche. Estudiar no es un acto de consumir ideas sino de crearlas y recrearlas.”

Paulo Freire

Agradecimientos institucionales

Investigación realizada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM <<clave PAPIIT IA208019>>.

A la **Maestría en Docencia para la Educación Media Superior**, la **Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia** y la **Universidad Nacional Autónoma de México** por el gran apoyo y las facilidades para poder realizar mi maestría.

A la **Escuela Preparatoria EDC** por brindarme las facilidades para llevar a cabo mi propuesta didáctica y por participar en mi proceso de aprendizaje

A la **Secretaría de Educación en el Estado de Michoacán de Ocampo** por brindarme los apoyos necesarios durante mi proceso de aprendizaje en la maestría.

A mi tutor el Dr. Luis Eduardo Servín Garcidueñas por todas sus enseñanzas, por siempre estar presente durante la elaboración de este trabajo, por contribuir con consejos, experiencias y aclaraciones a mi formación como docente, por todos los conocimientos que me ayudo a construir y por su infinita paciencia. Al Dr. Luis Miguel García Velázquez y al Dr. Ernesto Rodríguez Moncada por formar parte de mi comité tutor y por aceptar trabajar en mi proyecto de tesis, por su tiempo, comentarios y sobre todo por sus experiencias que contribuyeron a la finalización de este trabajo.

Agradezco a mis integrantes de Sínodo por su tiempo en la revisión de mi tesis. Gracias por su apoyo y comentarios.

Agradecimientos personales

A MIS PADRES por siempre estar ahí, por sus regaños, sus consejos y su amor infinito que me pusieron en el camino que hoy con mucho orgullo recorro.

A MI HIJA que desde su nacimiento es un motor que da fuerza a los actos que realizo.

A MI ESPOSA que me apoya e impulsa en todos los proyectos que iniciamos, no tengo palabras para decirte lo mucho que valoro el esfuerzo, la dedicación y el amor con la que siempre me acompaña.

Te amo.

A MIS HERMANOS por todos los consejos, las peleas y las experiencias que compartieron conmigo, que fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

RESUMEN

Las siguientes páginas presentan los esfuerzos realizados para el diseño, la elaboración y la aplicación de una propuesta didáctica sobre la expresión génica utilizando estrategias del pensamiento crítico, en estudiantes de Educación Media Superior (EMS). El objetivo fundamental fue evaluar los alcances en la enseñanza de los mecanismos de la expresión génica. Utilizando como método la aplicación de una propuesta didáctica experimental, contrastada con una experiencia docente tradicional, a partir del análisis de evidencias cuantitativas y cualitativas, en los salones de clase. Recopilando datos mediante la implementación de pruebas tipo Pre-test y Pos-test, así como evidencias cualitativas de las actividades realizadas y un diario de campo. En conjunto se lograron presentar evidencias sobre los alcances de las estrategias realizadas en las experiencias docentes. El eje central de la investigación recae en la tarea de docentes y estudiantes sobre el proceso de enseñar y aprender a pensar, utilizando estrategias que fomenten un pensamiento crítico. Las herramientas metodológicas empleadas propician la reapropiación de la palabra y la acción, entendiendo que “ahora, ya nadie educa a nadie, así como tampoco nadie se educa a sí mismo, los hombres se educan en comunión, y el mundo es el mediador” (Freire, 2005, p.61).

ABSTRACT

The following pages represent the effort made for the design, in the making and application of a didactic proposal about the genic expression using strategies of critical thinking, in students of Medium High Education (MHE). The fundamental objective was to evaluate the reaching of teaching of the genic expression mechanisms. Using as a method the application of an experimental didactic proposal, contrasted with a traditional teaching experience, starting from the qualitative and quantitative evidence analysis, in the classroom. Collecting data through implementation of Pre-test and Pos-test, also as qualitative evidence of the activities made and a campus diary. The whole evidence were introduced about the reaching of the strategies made in the teaching experience. The central axis of the investigation relapses in work of teachers and students about the teaching process and learn to think, using strategies that encourage a critical thinking. The methodological tools applied propitiate the reappropriation of the word and action, understanding that “now, no one teaches no one, as either no one teaches themselves, the men is educated in communion, and the world is the mediator” (Freire, 2005, p.61).

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Enseñanza	5
2.2. La experiencia como fundamento pedagógico	6
2.3. Diálogo.....	7
2.4. Pensamiento crítico	11
2.5. Taxonomía SOLO (Structure of the observed learning outcomes)....	13
2.6. Expresión génica.....	16
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
4. METODOLOGÍA	23
4.1. Hipótesis	23
4.2. Objetivos	23
4.2.1. Objetivo principal:	23
4.2.2. Objetivos particulares:	24
5. MÉTODO	24
5.1. Universo de aplicación	25
5.2. Propuesta de secuencia didáctica.....	26
6. RESULTADOS	43
6.1. Análisis de los datos.....	45
7. DISCUSIÓN	54
7.1. Pensamiento crítico en las actividades.....	57
7.2. Motivación	59
7.3. Contacto de los grupos de estudio y sus implicaciones.....	60
7.4. La importancia del análisis cualitativo.....	62
7.5. Evaluación y la taxonomía SOLO	64
7.6. Análisis cualitativo de las preguntas abiertas del pretest y el pos-test grupo experimental.....	65
7.7. Actividades del grupo control.....	67
8. CONCLUSIONES	72
9. PERSPECTIVAS	76
10. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	79
11. ANEXOS	84
11.1. Anexo 1 (PRE-TEST Y POS-TEST).....	84

11.2.	Anexo 2 (HOJA ACTIVIDAD JENGA).....	88
11.3.	Anexo 3 (HOJA DE EJERCICIOS FÁBRICA DE PROTEÍNAS).....	94
11.4.	Anexo 4 (HOJA DE RESPUESTAS FÁBRICA DE PROTEÍNAS).....	95
11.5.	Anexo 5(ACTIVIDAD EXPERIMENTO DE GRIFFITH).....	97
11.6.	Anexo 6 (DIARIO DE CAMPO).....	103
11.7.	Anexo 7 (SEGUNDO PROPTOTIPO DE INSTRUMENTO PRE-TEST Y POS-TEST).....	114

Índice de tablas y figuras

Tabla 1.	MOMENTOS DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA.....	27
Tabla 2.	PROPUESTA DE RUBRICA DE EVALUACIÓN.....	46
Tabla 3.	CUADRO DE PERTINENCIA SOBRE LA INTERVENCIÓN EDUCATIVA.....	69
Figura 1	COMPARACIÓN GRUPO CONTROL.....	47
Figura 2	COMPARACIÓN GRUPO EXPERIMENTAL.....	48
Figura 3	COMPARACIÓN PRE-TEST.....	49
Figura 4	COMPARACIÓN POS-TEST.....	50
Figura 5	COMPARACIÓN PREGUNTA ABIERTA PRE-TEST.....	51
Figura 6	COMPARACIÓN PREGUNTAS ABIERTAS POS-TEST.....	52

1. INTRODUCCIÓN

El docente en su labor diaria planea, aplica, evalúa y rediseña secuencias didácticas con objetivos estructurados, buscando que el alumno a través de la experiencia genere habilidades y conocimientos que modifiquen su percepción del mundo, es así que “la tarea docente no se reduce a enseñar contenidos, como una regla técnica o un mecanismo rígido y exacto, sino que el desafío radica en enseñar y aprender a pensar correctamente” (Duhalde, 2008, p,204).

El docente debe recurrir a herramientas didácticas que propicien no solamente la adquisición de conocimientos, sino que posibiliten una formación y transformación de “estructuras mentales” (Not, 2017, p.236), desarrollando habilidades que permitan pensar críticamente.

El pensamiento debe fluir desde el plano mental y trascender hacia la ejecución de “esquemas de acción” (Not, 2017, p.237), que amplíen los marcos de referencia de los estudiantes, desarrollando un clima de confianza para conducir a la superación de “situaciones límite” (Freire, 2005, p.82),), posicionando al ser humano en un proceso de continua transformación, inacabados e incompletos.

Por lo tanto, la siguiente investigación centra su estudio en la tarea docente sobre el enseñar a pensar críticamente, a partir de la implementación de métodos y herramientas que fomenten el desarrollo de habilidades, propiciando una evolución de las estructuras mentales y esquemas de acción.

Para fomentar la interacción del estudiante y el docente, como una manera de intercambiar posturas y pensamientos, retomamos la idea del diálogo, situada desde una realidad que permite el fluir de reflexiones sobre lo que se pronuncia, posibilitando pensar y repensar nuestros conocimientos y cómo es que llegamos a ellos, en palabras de Freire (2005, p.71) “El mundo pronunciado, a su vez, retorna problematizado a los sujetos pronunciantes, exigiendo de ellos un nuevo pronunciamiento”.

El dialogo es considerado “como estructura fundamental del conocimiento” (Duhalde, 2008, p.207) que posibilita una intercomunicación entre el educador y el educando, rompiendo con la tradición lineal unidireccional de las pedagogías tradicionales.

Visibilizamos un objetivo fundamental de la educación, “la construcción de un sujeto nuevo que se encuentre liberándose continuamente, enseñando y aprendiendo a enseñar” (Duhalde, 2008, p.207), entendiendo que un ser humano se libera a sí mismo mientras enseña y enseña mientras aprende, fomentando en la educación un acto dialéctico estudiante-profesor, en donde los actores se comprenden como sujetos inacabados con posibilidad de aprender el uno del otro.

En la medida que logremos entendernos como sujetos en continuo aprendizaje dentro de un “proceso dialéctico entre el hacer y el pensar sobre el hacer” (Duhalde, 2008, p.210), iniciaremos nuestra travesía hacia el desarrollo de un pensamiento crítico con una actitud investigativa que favorezca procesos de descubrimiento donde “el sujeto conoce, reconoce y aprende” (Duhalde, 2008, p.209).

La Biología es una de las ciencias que nos permite adentrarnos en los procesos de resignificación de los conocimientos, gracias a que las concepciones sobre los procesos biológicos son fundamentales para una comprensión del ser humano biológico y social. Es aquí donde toma importancia el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, que posibiliten el repensar la forma en la que concebimos y por lo tanto “leemos el mundo” (Freire, 2005, p.47) vivo y social.

Para este proyecto utilizamos el tema de Biología sobre la expresión génica, debido a que su complejidad presenta un reto constante para en la enseñanza en educación media superior. Es un tema que busca la comprensión de los mecanismos moleculares por los cuales el código genético es expresado y transmitido.

Se desea que los estudiantes comprendan conceptos complejos y desarrollen habilidades críticas, que posibiliten las reflexiones profundas sobre el mundo biológico. Comprendiendo que la perpetuación de la vida en el planeta, así como la

producción de aminoácidos y proteínas en los organismos vivos permite la existencia de la vida, el entendimiento de estos mecanismos moleculares proporciona experiencias de aprendizaje y concreción de ideas sobre los demás procesos biológicos.

A continuación, presentamos algunos profesionales de la educación que se han adentrado en los contenidos que trabajamos en este proyecto de investigación.

Gonzales, J. (2014, p.4-75) presentó un trabajo de investigación sobre la enseñanza del dogma central de la biología molecular, mediante el uso de laboratorios integrados a estudiantes de educación media.

Propone la implementación de estrategias didácticas a partir del uso del laboratorio y la elaboración de evidencias de aprendizaje, incentivando en los estudiantes una participación activa e individualizada, buscando la implementación del método científico-experimental, finalmente, como recomendación plantea que las instituciones educativas deben fomentar nuevos modelos pedagógicos que estén a la par del desarrollo cognitivo contemporáneo.

Ageitos y sus colaboradores, (2017, p.86-97) presentaron una investigación realizada con el objetivo de introducir prácticas científicas y el pensamiento crítico promoviendo la toma de decisiones. Diseñaron una propuesta didáctica que trabajar enfermedades con componente genético, integrando un enfoque constructivista aplicando prácticas científicas, mediante la implementación de modelos y su argumentación.

En dicho trabajo se concluye que, para la integración de la metodología es necesario utilizar un enfoque de enseñanza que prime los procesos de razonamiento frente a los resultados, además argumentan que es necesario el análisis de los conocimientos didácticos para la transferencia significativa de prácticas científicas.

Por su parte Montoya (2017, p.17-90) realizó una investigación que aporta resultados en relación con una propuesta de enseñanza que contribuye al aprendizaje significativo de la expresión génica en educación básica, realizando un estudio de caso con una muestra de cinco grupos, de los cuales en tres se desarrolló

propuesta y dos fueron considerados como grupos control, las actividades están planteadas desde un enfoque constructivista donde los estudiantes construyen sus conocimientos a partir de concepciones previas.

A partir del estudio de Montaya (2017, p.17-90) se concluye que la aplicación de esta metodología permite ser consciente de las necesidades de facilitar los espacios y momentos necesarios para que el estudiante vivencie las fases del aprendizaje significativo, además de identificar la motivación del estudiante como factor fundamental dentro del proceso de aprendizaje.

Los trabajos anteriormente mencionados coinciden en la necesidad de presentar estrategias novedosas que motiven y desarrollen las habilidades críticas y conceptuales sobre la expresión génica desde sus esfuerzos, lo que motiva a la elaboración de esta investigación, identificando que puede beneficiar las estrategias del pensamiento crítico en la comprensión de la expresión génica.

Parados desde esta perspectiva nos hacemos los siguientes cuestionamientos: primero, ¿es posible utilizar estrategias para desarrollar el pensamiento crítico en la enseñanza de la expresión génica en el nivel medio superior?, segundo ¿el diálogo como herramienta metodológica fomenta un incremento en la motivación de los estudiantes de este nivel educativo?; y finalmente ¿qué tipo de evaluación puede traer beneficios a los procesos de aprendizaje?

Es así, que nace la intención de proponer una secuencia didáctica sobre la expresión génica que integre estrategias del pensamiento crítico, fomentando en los estudiantes del nivel medio superior habilidades que propicien el aprendizaje, la aplicación y la evaluación de conocimientos, tomando como fundamento las experiencias vividas dentro del salón de clases.

2. MARCO TEÓRICO

El presente trabajo presenta un “enfoque de tipo mixto” como el propuesto por Hernández y colaboradores, (2004, p.5) que oscila entre resultados cualitativos y cuantitativos. Este tipo de enfoque mixto, permite que las investigaciones educativas planteen y replanteen hipótesis y preguntas en relación con el análisis y la contrastación de los referentes teóricos y la información recolectada durante los procesos de la práctica. Este enfoque también se eligió ya que permite nutrir el presente trabajo mediante la recopilación de datos, por medio de pruebas aplicadas a los alumnos y su posterior análisis para acercarnos a una visualización de la realidad objetiva, sin perder de vista la naturaleza subjetiva de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La acción indagatoria del enfoque mixto se mueve de manera dinámica entre los hechos y su interpretación, otorgándonos la posibilidad de regresar sobre nuestros pasos y así replantear nuestros objetivos de investigación conforme se van presentando los datos.

2.1. Enseñanza

La enseñanza es una práctica social, pues es un ejercicio político que propicia la reproducción de las condiciones sociales imperantes, a través de acciones colectivas que buscan la dirección de los marcos de funcionamiento general en lo que se basa la comunidad donde se realiza la enseñanza.

La educación desde nuestra postura, engloba dos procesos fundamentales: la “enseñanza y el aprendizaje”, entendidos como dos acciones separadas que recorren caminos paralelos, influyendo uno en el otro, pero que no necesariamente se unen, las tareas centrales de los procesos radican por el lado de la enseñanza en “posibilitar que el alumno realice las tareas de aprendizaje” (Fenstermacher, p. 39 1986, citado por Contreras 1994, p.22), mientras que el proceso de aprendizaje lo identificamos como: “el resultado de asumir y desempeñar el papel del alumno”. (Contreras, 1994, p.22)

Por lo tanto, la enseñanza como una “práctica humana y social” (Contreras, 1994, p.16), es el proceso por el cual una persona ejerce influencia sobre otra, con una intencionalidad definida, entendiendo que todo proceso educativo implica un ejercicio de poder sobre alguna persona, siempre con una intencionalidad formativa de por medio, sin esta, solamente estaríamos hablando de manipulación de una persona sobre otra.

La didáctica es fundamental dentro de la enseñanza, entendida como la ciencia que estudia los procesos de enseñanza y aprendizaje; desde sus principios básicos humanos y sociales. Todo maestro elige una manera de enseñar, esta elección puede presentarse de manera consciente o inconsciente y para esto cada forma de enseñanza contiene su “teoría educativa” (de Agüero, 2004, p.49), que no es más que el cuerpo organizado de conocimientos y recomendaciones dirigidas a la práctica docente.

De esta manera es que precisamos la secuencia didáctica como “conjuntos articulados de actividades de aprendizaje y evaluación con la mediación de un docente”. (Tobón, Pimienta, García, 2010, p.20)”, donde se presentan relaciones interactivas profesor/alumno o alumno/alumno (Zavala, 2008, p.15); la cual en su culminación buscará la concreción de objetivos de aprendizaje.

Al plantear actividades ordenadas y progresivas enfocadas en objetivos particulares, la secuencia didáctica como herramienta metodológica se consagra como el esqueleto capaz de sostener el proceso de enseñanza el cual dará oportunidad de que el proceso de aprendizaje se presente.

Al tener en cuenta estos conceptos, nuestra investigación educativa adquiere una finalidad, en cuanto al diseño e implementación de una secuencia didáctica que organice actividades de enseñanza propiciando la concreción de objetivos determinados, facilitando la comprensión de concepto claves en el área de biología.

2.2. La experiencia como fundamento pedagógico

La experiencia es “algo que me pasa [...] algo que no soy yo y por lo tanto no depende de mí” (Larrosa, 2006, p.88), pero puede modificarme, una vez que eso ha ocurrido entonces me modifico con base en ese “algo” que me pasó, si partimos de esta premisa, la educación utiliza las experiencias ocurridas para modificar las estructuras del pensamiento de los estudiantes y de los profesores.

Es debido a lo anterior que la experiencia forma una parte medular de toda situación educativa y gracias a esta experiencia es que el pensamiento del ser humano ha podido evolucionar, de ahí la importancia de tratar la experiencia como un proceso que fundamenta toda teoría educativa, en mayor o menor medida.

La experiencia por lo tanto es “un acontecimiento exterior a mí” (Larrosa, 2006, p.89), que ocurre en mí, que me afecta directamente a mí y me modifica, me transforma, es entonces un “principio de transformación” (Larrosa, 2006, p.90); presenta características bidireccionales, modificando la manera de percibir el mundo, de leerlo, de sentirlo, de conocerlo, y una vez que he vivido esta experiencia, inicia un proceso de recursividad, pasa de ser un hecho exterior a un hecho interior que hace revalorar nuestra percepción para entender el mundo que nos rodea, lo que fomenta que logre observar el exterior de manera diferente a la primera ocasión antes de acontecida la experiencia.

“De ahí que la experiencia me forma y me transforma”. (Larrosa, 2006, p.90)

2.3. Diálogo

La comunicación es una actividad inherente a toda sociedad, la sociedad misma se ha desarrollado a partir de la “palabra pronunciada” (Freire, 205, p.106) por los seres humanos en un afán por relacionarse entre ellos para entender el mundo y poder transformarlo, afirmando lo que en palabras de Paulo Freire expresa: “Existir humanamente, es pronunciar el mundo, es transformarlo.” (Freire, 2005, p.206)

Una vez que logramos identificar que no es posible concebir al “hombre aislado” (Freire, 1984, p.32) fuera de la sociedad, entendemos que su pensamiento al igual que él no son aislados y que se complementa a través de la comunicación con sus

semejantes mediatizados por el mundo surgiendo así el “diálogo” (Freire, 2005, p.12).

En nuestra experiencia como estudiantes logramos identificar que, dentro de los espacios escolares podemos recordar más una apasionada conversación, que un monólogo del docente. Esto se debe principalmente a la relación que guardamos ante cada una de las situaciones planteadas.

Por un lado, somos sujetos activos con ideas y sentimientos que están compartidos en la discusión, mientras que en el otro nos mantenemos al margen funcionando como entes pasivos que únicamente tratábamos de devorar la mayor cantidad de información en el menor tiempo posible y es debido a esto que sostenemos en palabras de bell hooks que, “es a partir de conversaciones que tenemos en la vida cotidiana, como la adquisición de conocimientos viene a nosotros” (hooks, 2010, p.44).

Al pensar que “la educación es comunicación, es diálogo, en la medida en que no es la transferencia del saber, sino un encuentro de sujetos interlocutores, que buscan la significación de los significados” (Freire, 1984, p.34), identificamos al diálogo como una parte fundamental de todo proceso de enseñanza y de aprendizaje, donde en cooperación se busca la comprensión de la realidad a partir de pronunciarla, sin perder nunca de vista la relación “pensamiento-lenguaje-contexto” (Freire, 1984, p.35).

Al descubrir la importancia que presentan las conversaciones en la construcción de conocimientos, tenemos en el “diálogo”, una manera de evitar un salón de clases donde la dinámica escolar se torne en estudiantes como simples consumidores pasivos de información, o en docentes que se limiten a tareas “extensionistas” (Freire, 1984, p.05), es decir que solamente se dedican a transmitir, donar o entregar conceptos, convirtiéndolo, en cambio, en un lugar donde se comparten ideas, donde confluyen intuiciones y conocimientos que fomentan poco a poco el desarrollo de un pensamiento crítico.

Desde aquí observamos una impresionante posibilidad en el diálogo, pensándolo como “el intercambio de entendimientos y significados en un esfuerzo por construir conocimientos juntos” (hooks, 2010, p.43) buscando en los procesos educativos compartir ideas, sentimientos y posturas de manera democrática *para* “mejorar la comprensión” (hooks, 2010, p.44) de nuestra realidad.

El diálogo, utiliza un sustrato que relaciona a los interlocutores de la comunicación atravesándolos por su realidad concreta, convirtiéndolo en más que una simple transferencia o transmisión de conocimientos, por el contrario, se plantea que exista una participación en conjunto, comprometida a “comprender la significación de significados” (Freire, 1984, p.34).

Por lo tanto, el diálogo es el encuentro de los hombres y mujeres que al pronunciar la palabra, pronuncian el mundo “haciéndolo, rehaciéndolo y transformándolo” (Freire, 1984, p.19), en un proceso dialéctico, en un ir y venir de la conversación entre iguales, expresando la realidad mediatizada por su contexto a partir de la palabra, transformando al mundo y modificando al pronunciante, en un ciclo que constantemente hace evolucionar la percepción de la realidad en la que se vive, entendiendo entonces que la “palabra siempre que sea verdadera es una unión inquebrantable entre acción y reflexión” (Freire, 2005, p.70)

Es así que el diálogo utiliza la posibilidad de “aprender y hablar juntos, rompiendo con la idea de que la experiencia de obtención de conocimientos es privada, individualista y competitiva” (hooks, 2010, p.43) al comprender que existen otras alternativas en las cuales podemos construir conocimientos de manera cooperativa, se generan iniciativas para poder utilizar al dialogo como una herramienta y una filosofía.

Una filosofía donde se valore la participación de los estudiantes en un intento por encontrar su propia voz (McLaren, 2005, p. 324-327), que valoren la importancia de pronunciar el mundo. En este ejercicio se comparte la formación y transformación de los seres humanos, pero también se “comparte el poder y el conocimiento” (hooks, 2010, p.44).

Esta acción es fundamental en toda empresa cooperativa orientando los procesos de enseñanza y aprendizaje a partir de relaciones democráticas, horizontales, de respeto, de amor, de mutuo entendimiento y utilizando las experiencias existentes entre estudiantes y profesores, solidarizando la reflexión y la acción.

Consideramos que es necesario ser precavidos ante discusiones basadas en “conflictos negativos que generalmente nos invitan a cerrar nuestra mente” (hooks, 2010, p.45), limitando la posibilidad de entablar un pensamiento crítico, en este posicionamiento la función del docente es no cerrarse a las discusiones y cerciorarse de que estas no lleven a un bloqueo mental.

Además es importante visibilizar que dentro de las discusiones no es necesario que se consiga un consenso, ya que dentro de los disensos es posible entablar un dialogo, partiendo de la idea de desarrollar pensamiento crítico, ante esto podemos argumentar que desde los espacios educativos formales, los docentes tenemos como tarea orientar espacios donde se dialogue desde las diferencias, escucharlas, entenderlas, pero sobre todo no exigir que desaparezcan, ya que estas diferencias presentan oportunidades para el desarrollo del pensamiento crítico.

Tampoco debemos confundirnos, el diálogo no tendrá como objetivo el ganar a partir de un argumento, ni se limita simplemente a “tomar tunos” (McLaren, 2005, p.74), o a eliminar ideas para formular una postura, al contrario se busca la motivación en relación a encontrar puntos de coincidencia, respetando y visibilizando las diferencias en un afán de convertir el salón de clases en un espacio democrático y genuino, donde todos podamos construir saberes en conjunto, a partir “de compartir ideas” (hooks, 2010, p.46) para un mejor entendimiento de nuestras realidades.

Así el ser humano que dialoga con su igual, en su condición de inacabados se forma y se trasforma a través de la conquista del mundo que pronuncia, buscando “constituirse en la palabra, en el trabajo, en la acción y en la reflexión” (Freire, 2005, p.71) mostrándonos diferentes perspectivas y posturas para “construir una nueva comprensión” (hooks, 2010, p.44).

2.4. Pensamiento crítico

“El reto del pensamiento crítico no es enseñar a los niños o a los adultos cómo pensar, sino recordar a los adultos cómo de facto piensan los niños antes de aprender la técnica de memorizar para sobrevivir en sus años de secundaria, la prepa y la universidad” (Jude, Nahmmacher, 2010, p.2).

Al considerar al ser humano como parte central de los procesos de enseñanza y aprendizaje, entendemos que este aprende a partir de las interacciones que presenta con los objetos contextualizados por las relaciones humanas que permean toda actividad educativa, es así que “el pensamiento crítico como una formación ética y humanística debe abarcar el desafío de reconocer que las relaciones personales son uno de los ejes transversales de la educación” (Jude, Nahmmacher, 2010, p.6).

El pensamiento crítico (PC) es la cúspide de la evolución del pensamiento, ya que propicia que los seres humanos piensen y resignifiquen el acto de pensar, es decir que piensen sobre lo que piensan, de esta manera el PC orienta a las personas que realizan el acto de pensar a evaluar la forma en la que pensó y cómo logró determinar su criterio con la finalidad de identificar si existen problemas lógicos, sesgos personales o bien que logre determinar si su pensamiento está más cerca de las manifestaciones de la realidad.

Podemos iniciar a considerar al PC como una serie de “ejercicios de cuestionamiento y de valoración, que nos permitan finalmente emitir un juicio o tomar una posición con respecto a un hecho, a un fenómeno o a una idea” (Morales, 2014, p.03).

“Llamamos pensamiento crítico a la capacidad del pensamiento para examinarse y evaluarse a sí mismo” (Villarin, 2003, p.39), el docente que pretende desarrollar en los estudiantes este tipo de pensamiento busca como propósito la interpretación, el análisis y la evaluación de consideraciones de las evidencias presentadas en cualquier conocimiento, para que el estudiante sea capaz de reflexionar sobre la

información que se le presenta y a partir de esto pueda optar por un criterio que este en posibilidades de justificar y que le permita resignificarlo constantemente.

En palabras de Peter Facione: “entendemos que el pensamiento crítico es el juicio auto regulado y con propósito que da como resultado interpretación, análisis, evaluación e inferencia, como también la explicación de las consideraciones de evidencia, conceptuales, metodológicas, criteriológicas o contextuales en las cuales se basa ese juicio” (Facione, 2007, p.21).

Refiriéndonos al concepto anterior, podemos inferir que cuando el docente se propone desarrollar PC en los estudiantes, las habilidades que esperaríamos concretar son; lograr formular pensamientos que tengan la capacidad de regularse por el propio proceso de pensar, así como tener la habilidad de interpretar, analizar y evaluar criterios propios o bien que les son presentados por fuentes externas, lo más importante de este tipo de habilidades es que tienen la capacidad de transferirse a la vida social en general.

No debemos pasar por alto que el desarrollo del PC inicia con el simple acto de pensar, es decir, inicia con un planteamiento intelectual acerca de las manifestaciones de la realidad, para que este pensamiento pueda evolucionar será necesario que sea atravesado por filtros de análisis, de interpretación y de problematización, produciendo juicios y propuestas que fomenten una transformación del mundo. Es así que el PC es considerado como “todo planteamiento intelectual producto de análisis, interpretaciones y problematizaciones racionales acerca de las manifestaciones de la realidad, sus fenómenos, situaciones e ideas, para generar cuestionamientos, juicios y propuestas orientadas a la promoción de cambios y transformaciones en beneficio de la humanidad”. (García, 2012, p.2)

A lo largo de estas líneas hemos descrito tres posturas sobre la conceptualización del PC, que nos presentan en su conjunto a un todo y es que tratar de definirlo en palabras tiende a minimizar los alcances que tienen las acciones que conlleva, es así que trato de configurar una concepción que para fines prácticos dentro de la

investigación servirá como punto de partida para lograr nuestros objetivos planteados.

“El pensamiento crítico es el proceso de analizar y evaluar el pensamiento con el propósito de mejorarlo” (Paul & Elder, 2005, p.7), es un planteamiento intelectual que mediante los procesos de autorregulación, análisis, interpretación, evaluación, inferencia y las consideraciones objetivas de las evidencias presentadas por la realidad, puede potencializar nuestra capacidad de entender el mundo, mejorando el propio pensamiento en beneficio de la humanidad.

Para que el PC se desarrolle en los estudiantes, es necesario trabajar cotidianamente en el despliegue de habilidades que desencadenen la formación de este, aún y con todo lo anteriormente relatado, la simple tendencia a desarrollar PC en los estudiantes es una proeza que necesita un proceso que llevará una vida aprender, debido a esto la investigación solamente se remitirá a la implementación de estrategias que pugnen por el desarrollo de habilidades tales como la interpretación, análisis y evaluación de criterios propios (descritas en el apartado de metodología), esperando que este esfuerzo funcione como una chispa que fomente el desarrollo del PC.

Finalmente, una vez que se logra pensar y resignificar el pensamiento, es posible trasladar este acto a lo que se nos presentan del exterior y poder decidir si lo que se nos presenta como objetivamente verdadero lo es.

“Es así como el pensamiento crítico nace siendo una crítica epistemológica, un examen de la razón y de sus métodos” (Morales, 2014, p.6).

2.5. Taxonomía SOLO (Structure of the observed learning outcomes)

Diseñada por Biggs en compañía de Collis en 1982 explicada en su libro “Evaluating the quality of learning”, a la cual nombraron “Structure of the observed learning

outcomes” (SOLO) que en español se refiere a la “Estructura de Resultados del Aprendizaje Observado” (EROA).

Para la elaboración de este trabajo de grado, utilizaremos los conceptos sobre la taxonomía SOLO expresados en el trabajo actualizado de Biggs en compañía con Catherin Tang que se titula “Teaching for quality learning at univeristy” (2011), donde retoman el acercamiento de la taxonomía en educación superior.

La implementación de la taxonomía antes mencionada tiene como finalidad identificar los alcances que puede tener en educación media superior, permitiendo clasificar los resultados de aprendizajes obtenidos de manera cualitativa, expresada en términos de lo complejo, justificado y de las respuestas formuladas de los estudiantes a cuestionamientos propios de la materia que se pretende evaluar.

“La taxonomía SOLO clasifica los resultados de aprendizaje en términos de su calidad estructural, lo que la hace útil para definir niveles de comprensión, lo que a su vez puede ser utilizado para especificar dichos niveles al escribir resultados de aprendizaje” (Biggs y Tang 2011, p.81).

Para poder identificar los resultados de los aprendizajes de los estudiantes durante su proceso de aprendizaje, Biggs se refiere a dos importantes modificaciones en las respuestas que los estudiantes presentan a los cuestionamientos relacionados con las temáticas tratadas durante las sesiones de clases, estas modificaciones o cambios giran en dos direcciones, por un lado, los cambios “cualitativos” y por otro los “cuantitativos” (Biggs y Tang 2011, p.87).

Los cambios cuantitativos se refieren a la integración de la mayor cantidad de detalle en las explicaciones de los estudiantes, mientras que las modificaciones cualitativas abarcan la capacidad que los estudiantes adquieren para integrar de manera estructural esa cantidad de detalles en sus explicaciones.

En ese mismo orden de ideas utilizamos la taxonomía SOLO para la identificación de los aprendizajes de los estudiantes en relación con la expresión génica, es importante mencionar que en la modelación de la taxonomía utilizada los cambios

o modificaciones del aprendizaje, recorren primeramente el camino de lo cuantitativo para posteriormente transcurrir en dirección de los cambios cualitativos.

Con la idea de poder determinar los estadios en el que se encuentra esta modificación del pensamiento se plantean cinco niveles: “preestructural, uniestructural, multiestructural, relacional y abstracto extendido” (Biggs y Tang, 2011, P.88).

Los cinco niveles de la taxonomía SOLO, se relacionan de manera estructuralmente ascendente, es decir que el nivel superior, tiene como base el nivel inferior, además de agregarle características nuevas.

Biggs y Tang señalan que, en el nivel preestructural el individuo simplemente no logra concretar la idea del tema, generalmente puede venir acompañada de tautologías para cubrir la falta de conocimiento o comprensión, muestran poca evidencia de aprendizaje relevante.

Los niveles, uniestructural y multiestructural se encuentran relacionados en un aumento cuantitativo de los conceptos estudiados, es así que podemos encontrar la terminología apropiada del tema en cuestión, en menor y mayor medida respectivamente, se encuentran indicios preliminares para la comprensión.

En cuanto al nivel relacional, encontramos ya una modificación de la forma de pensar, que pasa de lo cuantitativo a lo cualitativo, y que en este nivel se estructuran respuestas que contienen una variedad aceptable de conceptos estructurados, pero integrados en un sistema que los conecta integralmente.

Finalmente, el nivel abstracto extendido “lleva el argumento a una nueva dimensión” (Biggs y Tang, 2011, p.90). La esencia de la respuesta abstracta extendida va más allá de lo que se ha solicitado, las conceptualizaciones evolucionan hacia un nivel superior de abstracción y son capaces de “aplicarse en dominios nuevos y más amplios” (Biggs y Tang, 2011, p.89).

La Taxonomía SOLO como estructura que jerarquiza los resultados de la comprensión, propicia la observación de aprendizajes, utilizando niveles para determinar la profundización de conocimientos de los estudiantes, a partir de productos tangibles realizados en el proceso de aprendizaje.

2.6. Expresión génica

La secuencia didáctica que fundamenta esta investigación, aborda directamente temas disciplinares del programa de estudios de Educación Media Superior, en general en el área de biología, en lo particular en el campo de la biología molecular y en específico en el tema de la expresión génica o también llamada traducción del código genético.

Uno de los primeros términos que es necesario dilucidar es el ácido desoxirribonucleico, mejor conocidos como ADN que es el “depositario molecular de la información genética” (Nelson, David L. & Cox, 2009, p.271) es decir, que dentro de él encontramos la información que requieren las células para la producción de proteínas, de todas las biomoléculas y de los componentes celulares que son necesarios para un adecuado funcionamiento de los seres vivos .

Por otro lado la molécula de ácido ribonucleico o ARN, *“participa principalmente en la síntesis de proteínas”* (Parker, Schneegurt, Thi-Tu, Forster, & Lister, 2018, p.427), con diferentes funciones al exterior del núcleo celular, entre las que podemos encontrar la función de mensajero de la información genética, formando parte de los ribosomas o como traductores de la información genética.

Todos los seres vivos conocidos y estudiados presentan este tipo de ácidos nucleicos y en específico todos poseen mecanismos que se encargan de la reproducción, transformación y traducción del ADN a ARN y finalmente a las proteínas, lo que se conoce como dogma central de la biología molecular (Buckley, D. H., Stahl, D. A., Martinko, J. M., & Madigan, M. T., 2015, p.111) este entendido como los tres principales procesos en los que se utiliza la información genética.

El primer proceso es “la replicación o copia del ADN” (Parker, Schneegurt, Thi-Tu, Forster, & Lister, 2018, p.448) siendo el proceso por el cual una cadena de ADN se replica a sí misma con la intención de copiar lo más fielmente la información contenida en el ácido desoxirribonucleico y formar dos cadenas iguales la una de la otra.

El segundo es la “transcripción” (Nelson, David L. & Cox, 2009, p.945) proceso mediante el cual la información genética contenida en el ADN es copiada a una cadena de ARN, el cual está encargado de transportar la información contenida dentro del ADN en el interior del núcleo celular en las células eucarióticas y llevarlas hasta la maquinaria de traducción de ARN en los ribosomas.

El tercer proceso es la “traducción” (Buckley, D. H., Stahl, D. A., Martinko, J. M., & Madigan, M. T., 2015, p.113) siendo este el mecanismo que nos interesa para el trabajo de grado, el cual utiliza tres variantes del ARN para traducir el código genético proveniente de la molécula de ADN, para sintetizar proteínas que después son dirigidas a los lugares donde son necesarias.

Los nucleótidos son “los bloques de construcción de los ácidos nucleicos” (Parker, Schneegurt, Thi-Tu, Forster, & Lister, 2018, p.151), los más comunes que encontramos en el ADN y ARN están formados por las siguientes bases nitrogenadas: adenina (A), guanina (G), citosina (C), timina (T) y uracilo (U). Es importante mencionar que la base nitrogenada timina se encuentra en el ADN, mientras que el uracilo en el ARN, lo que genera una de las distinciones más sobresalientes entre los dos ácidos nucleicos, incluyendo que, mientras el ADN está formado por una doble cadena de nucleótidos en forma de hélice, el ARN está formado por una sola hebra.

Los nucleótidos son estructuras formadas por “una base nitrogenada, una pentosa y un fosfato (Clark, MA, Douglas, M. y Choi, J., 2018, p.349), lo que genera por lo tanto una estructura que tiene la capacidad de unirse en enlaces covalentes entre ellos, formando una sola hebra (enlaces fuertes) y a la par generando la oportunidad de unirse por puentes de hidrógeno entre cada hebra, formando la hélice que

generalmente conocemos por ADN y las estructuras en forma de trébol presentes en los ARNt.

Las bases nitrogenadas son las que ayudan en la conformación de la información genética además de producir enlaces por puentes de hidrogeno formando la doble hélice que reconocemos en el ADN, la pentosa es una estructura que nos ayuda a determinar si estamos tratando con un ácido desoxirribonucleico (ADN) o un ribonucleico (ARN) y finalmente el fosfato es lo que permite los enlaces covalentes entre nucleótido y nucleótido

La información genética como ya lo mencionamos está presente en el ADN, el cual a su vez está organizado en estructuras llamadas genes que son definidas por la biología molecular actual como “una secuencia de DNA que codifica un producto final, sea una proteína o un RNA, que tiene función estructural o catalítica” (Bruni, M. A., & Puigbó, J. J. 2011, p. 97)

ADN y ARN son las moléculas indispensables cuando hablamos de información genética, he ahí la importancia de definir cuáles son funciones a pesar de que existe un mar de preguntas sin resolver sobre el ADN, lo que en este momento sabemos es, que la función principal es la de “almacenamiento y la transmisión de la información biológica” (Nelson, David L. & Cox, 2009, p.271).

Por otro lado, cuando hablamos del ARN encontramos que existen muchas variantes y que cada variante tiene funciones específicas, para el contexto de esta investigación solamente utilizaremos referencias para funciones específicas del ARN en la síntesis de proteínas, los cuales son: ARN mensajero (ARNm), ARN de transferencia (ARNt) y el ARN ribosómico (ARNr) (Buckley, Stahl, Martinko & Madigan, 2015, p.113).

Los ARN utilizados en la expresión génica son tres y cada uno recibe su nombre en relación a la acción que realiza en el mecanismo de traducción del código genético.

Los ARN ribosómicos (ARNr) son componentes de los ribosomas, complejos que llevan a cabo la síntesis de proteínas (Karp, 2011, p.442).

Los ARN mensajeros (ARNm) actúan de intermediarios, transportando la información desde un gen o unos pocos genes hasta el ribosoma, donde se sintetizan las proteínas (Nelson, David L. & Cox, 2009, p.271).

Finalmente, los ARN de transferencia (ARNt) son moléculas adaptadoras que traducen con fidelidad la información contenida en el ARNm a secuencias especiadas de aminoácidos (Herráez, 2012, p. 64)

Los aminoácidos son las subunidades monoméricas que conforman a las proteínas, “puede considerarse a este grupo de 20 moléculas precursoras como el alfabeto en el que está escrito el lenguaje de la estructura proteica” Nelson, David L. & Cox, 2009, p.271). Es de esta manera que podemos considerar a los aminoácidos como los bloques que permiten crear estructuras de proteínas complejas y que dan sustento a la traducción del código genético.

Para una elucidación del código genético fue necesario que se presentaran tres avances científicos, que propiciaron la cimentación para un código que fuera capaz de especificar cada uno de los veinte aminoácidos existentes. Los trabajos de investigación se resumen en lo siguiente.

Primeramente, la confirmación del sitio donde se producen las proteínas, los ribosomas, presentando la oportunidad de analizar más a detalle cómo es que el proceso de síntesis de proteínas se llevaba a cabo, lo que llevó a determinar que los aminoácidos tenían que unirse a un tipo específico de ARN para ser activados, el ARNt.

Finalmente, el descubrimiento mediante el cual la información genética se transformaba de un lenguaje de cuatro letras (bases nitrogenadas) y lo traducía en un lenguaje de 20 letras (aminoácidos) formando cadenas de aminoácidos que formarían las proteínas. Es de esta manera que se logró entender el proceso de síntesis de proteínas que comúnmente es llamado traducción.

El ARNm es la molécula que se encarga de transportar la información genética del núcleo (células eucariotas) hacia los ribosomas y es aquí donde se traduce, esta no

se lee en su totalidad como un conjunto, es a partir de tres residuos nitrogenados que se encuentran en el ARNm conocido como “codón” (Nelson, David L. & Cox, 2009, p.1066) que se realiza la lectura, siendo el ribosoma quien lee estos codones en secuencias gracias al “anticodón” (Nelson, David L. & Cox, 2009, p.1070) presente en el ARNt.

“El proceso de activar un gen para producir ARN y proteínas se llama expresión génica” (Clark, MA, Douglas, M. y Choi, J., 2018, p.436). Para el contexto de este trabajo, nos enfocaremos en el proceso por el cual la célula activa las diferentes acciones para el correcto flujo de información genética, es decir, la formación de proteínas en los lugares y momentos para el funcionamiento adecuado de la célula y de la vida. Es así, que entenderemos la expresión génica como la activación de genes que producirán ARN y que estos a su vez tendrán la información correcta para la formación de proteínas en los ribosomas celulares.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“Transformar el mundo a través de su trabajo, decir el mundo, expresarlo y expresarse, es propio de los seres humanos” (Freire, P. 2004, p.54).

El programa de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior impartido por la Universidad Nacional Autónoma de México, tiene como eje rector la profesionalización de los docentes de la EMS con miras al desarrollo de la sociedad mexicana, lo que propicia que los profesionales de la educación busquen nuevas alternativas para la enseñanza de las diferentes disciplinas impartidas en dicho nivel

educativo, he aquí la importancia del diseño de estrategias didácticas que propicien la reconstrucción de conocimientos de las diferentes áreas disciplinares, cumpliendo así con las demandas que la sociedad mexicana tiene sobre este nivel educativo.

Es imperante que, en el área de biología, donde los avances tecnológicos y científicos, cada día están innovando en la comprensión del mundo vivo y natural, diseñemos alternativas para una adecuada enseñanza de la relación existente entre el mundo natural y la sociedad, incluyendo los novedosos avances que se tienen en la ciencia.

Ante estos avances científicos, los docentes de EMS debemos buscar alternativas a las metodologías tradicionales, que poco facilitan al desarrollo de habilidades y conocimientos sobre el área biológica y mucho menos fomentan el desarrollo del pensamiento crítico, ante nosotros encontramos la responsabilidad de orientar los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como diseñar espacios donde se desarrollen habilidades que les servirán para su vida social, laboral y académica, es decir que se propicie una educación para la vida.

Es debido a esto la necesidad de diseñar, poner en práctica y proponer secuencias didácticas que tengan como objetivo, además de formular ideas y resignificar conceptos sobre el mundo biológico por parte de los estudiantes, producir reflexiones que desarrollen en el estudiante habilidades propias del pensamiento crítico y que de esta manera tengan la posibilidad de trasladar las habilidades y conocimientos desarrollados a otros planos de su vida.

De acuerdo con Prego y Puig (2016, p.65-84), los problemas de comprensión de los estudiantes en el área de biología y en el tema de genética han sido agrupados en la literatura en cinco dominios: el vocabulario y la terminología específica; el contenido matemático de la genética mendeliana; los procesos citológicos; la naturaleza abstracta de la genética y la manera de abordarse en el currículum, y su complejidad que implica procesos a nivel macro y micro.

Es así, que este trabajo pretende ubicarse en los siguientes dominios: el vocabulario, la terminología específica y la complejidad que implican los procesos de niveles macro y micro de la síntesis de proteínas, buscando estrategias que integren prácticas del pensamiento crítico, faciliten la comprensión y análisis de las temáticas concernientes a la expresión génica.

Desde la realidad mundial, frente a los avances científicos en relación con la genética y las implicaciones que esta rama de la ciencia está presentando en el desarrollo de conocimientos sobre la vida, se hace necesario que la educación sufra modificaciones que estén a la altura de las condiciones de la evolución de los saberes, que día a día se incrementan en los campos de las ciencias y en particular en el campo de biología, lo que “implica que nuestros sistemas educativos [...] deben adaptarse a la nueva realidad” en busca de “un equilibrio entre la investigación, la traslación y la educación y divulgación” (Carracedo, 2012, p.144).

Lo anterior supone un esfuerzo conjunto entre investigadores y profesores, que pretenda a partir de prácticas docentes novedosas, la interrelación de los avances científicos con los conocimientos que la población adquiere, en virtud de identificar “lo que la ciencia puede y no puede hacer” siendo esto un “sinónimo de libertad” (Carracedo, 2012, p.147), que fomente un pensamiento crítico y ayude en la toma de decisiones consientes sobre la vida que llevamos en este planeta.

Existiendo así la importancia de generar nuevas propuestas didácticas, que fomenten el aprendizaje de dichos conceptos, que produzcan un autoconocimiento de los procesos por los que atraviesan el ADN y el ARN hasta convertirse en proteínas, así como la importancia que tienen en nuestro cuerpo para un correcto funcionamiento del mismo.

Es imprescindible el desarrollo metodológico, didáctico y pedagógico de temas relacionados con la expresión génica, ya que en México existen pocos trabajos que aborden a profundidad este tema fundamental para la comprensión de los mecanismos de producción de proteínas, por lo cual es imperante la investigación y producción de materiales que sienten precedentes para la implementación de

estrategias relacionadas con el pensamiento crítico y que estén enfocadas al área disciplinar de la biología. Además, existe la necesidad de que estos trabajos se den a conocer para facilitar la labor docente y en específico que funcionen como ejemplos prácticos que resignifiquen los objetivos de la educación en México.

4. METODOLOGÍA

4.1. Hipótesis

Las habilidades del pensamiento crítico permiten que los alumnos de EMS se motiven, aprendan, apliquen y evalúen sus conocimientos sobre la expresión génica.

4.2. Objetivos

4.2.1. Objetivo principal:

Desarrollar en los estudiantes de EMS mediante la implementación de una secuencia didáctica, habilidades del pensamiento crítico para que se motiven, aprendan, apliquen y evalúen sus conocimientos sobre el tema de la expresión génica.

4.2.2. Objetivos particulares:

Diseñar y poner en práctica una secuencia didáctica sobre la expresión génica, utilizando estrategias de pensamiento crítico en estudiantes de EMS.

Evaluar el desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico, que se presentan en estudiantes de EMS durante el proceso de enseñanza aprendizaje presente en la secuencia didáctica propuesta.

Identificar la pertinencia de la propuesta didáctica, determinando los alcances, en cuanto a la motivación, los aprendizajes y las habilidades en relación con los contenidos disciplinares tratados y el desarrollo del pensamiento crítico.

5. MÉTODO

Durante la investigación se realizaron trabajos en una institución de educación media superior donde se utilizaron dos grupos que en lo sucesivo llamaremos grupo control y grupo experimental, en los que se pusieron en práctica los contenidos programáticos sobre la expresión génica, utilizando dos diferentes metodologías, con la finalidad de poder contrastar los alcances de las mismas.

En el grupo control se implementó una metodología tradicional, poniendo al profesor como eje director de los conocimientos y situando a los estudiantes como receptores

de conocimientos, mientras que en el grupo experimental se desarrollaron actividades que pueden estimular el desarrollo de un pensamiento crítico.

Desarrollando en el grupo experimental el aprendizaje a partir de experiencias educativas, contemplando que el estudiante y el docente en conjunto aprenden y experimentan en el día a día y en la convivencia con los semejantes.

5.1. Universo de aplicación

La puesta en práctica de la propuesta de secuencia didáctica se llevó a cabo en una escuela de nivel medio superior, con el nombre de “Preparatoria EDC” ubicada en el Camino a Erandeni 323 colonia, Loma Bonita de Morelia, Michoacán, para este fin se trabajó con dos grupos de bachillerato de tercer semestre, el grupo 302 y el grupo 301.

El grupo 302 fue nuestro grupo control, donde se realizó la presentación del tema de manera tradicional, realizando estrategias que demandan poca participación de los estudiantes, posicionándolos como sujetos pasivos frente a actividades educativas que buscan a partir de exposiciones y explicaciones compartir conocimientos sobre la expresión génica.

El grupo 301 fue nuestro grupo experimental, donde pusimos en práctica la secuencia didáctica diseñada para el fin que pretende el trabajo de grado aquí planteado, situando al alumno dentro de las actividades de manera activa, posibilitando experiencias diversas, con la intención y la finalidad de poder integrar, asimilar, interiorizar y exteriorizar conocimientos sobre la expresión génica.

La propuesta a implementar plantea una secuencia que integre una práctica activa de estrategias basadas en el pensamiento crítico dentro del salón de clases, las cuales fomentarán el desarrollo de habilidades críticas y de aprendizajes sobre la expresión génica en los estudiantes de EMS, implementando el diálogo como una filosofía durante toda la secuencia didáctica, pero claramente apreciado en el momento 7, 8 y 9, además de la participación y las actividades prácticas que estimulen la formación de experiencias como eje rector.

El planteamiento de nuestra propuesta se fundamenta en el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, debido a esto la planificación y diseño de la secuencia didáctica busca evaluar los alcances que tenga en relación a los objetivos planteados.

5.2. Propuesta de secuencia didáctica

“PROPUESTA DE SECUENCIA DIDÁCTICA EN EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR PARA LA ENSEÑANZA DE LA EXPRESIÓN GÉNICA UTILIZANDO ESTRATEGIAS DEL PENSAMIENTO CRITICO”

Datos de identificación:

Nombre del Curso: Biología 1.

Semestre: 3°.

Campo disciplinar: Ciencias experimentales.

Bloque IV: Genética molecular y biotecnología.

Tema: Traducción (Síntesis de proteínas).

Duración: Aproximadamente seis horas.

Objetivos de aprendizaje.

1. Comprobar la estructura del ADN y ARN, mediante el trabajo metódico y organizado, permitiéndole la traducción de la síntesis de proteínas.
2. Reconocer la molécula del ADN como la portadora de la información genética.
3. Aplicar los conocimientos sobre el código genético para determinar secuencias de aminoácidos que codifiquen para proteínas.
4. Desarrollar la capacidad de interpretación, análisis y evaluación de criterios propios sobre la expresión génica.

Tabla 1. Momentos de la secuencia didáctica.

Sesión uno	Sesión dos	Sesión tres
<p>Contenidos:</p> <p>Expresión génica.</p> <p>Ribosomas.</p> <p>Objetivos de aprendizaje:</p> <p>Nombrar, reconocer, definir, analizar, relacionar y aplicar.</p>	<p>Contenidos:</p> <p>Expresión génica en eucariotas y en procariotas.</p> <p>Código genético.</p> <p>Objetivos de aprendizaje:</p> <p>Definir, describir, esquematizar, seguir un procedimiento, combinar, analizar, relacionar y aplicar.</p>	<p>Contenidos:</p> <p>Expresión génica y proteínas.</p> <p>y transferencia de información genética.</p> <p>Objetivos de aprendizaje:</p> <p>Aplicar, argumentar relacionar, justificar, hipotetizar y crear.</p>
<p>Pre-test</p> <p>Actividad: Evaluación inicial.</p> <p>Tiempo: 15 minutos.</p>		
<p>Primer momento</p> <p>Actividad: Video ¿qué es el ADN y Cómo Funciona?</p> <p>Tiempo: 20 minutos.</p>	<p>Cuarto momento</p> <p>Actividad: Fabricación, personalización y análisis del código genético.</p> <p>Tiempo: 30 minutos.</p>	<p>Séptimo momento</p> <p>Actividad: Diagrama experimento de Griffith.</p> <p>Tiempo: 30 minutos.</p>
<p>Segundo momento</p> <p>Actividad: Juego “Jenga”.</p>	<p>Quinto momento</p>	<p>Octavo momento</p>

Tiempo: 30 minutos.	Actividad: Fábrica de proteínas. Tiempo: 30 minutos.	Actividad: Explicación teórica. Tiempo: 30 minutos.
Tercer momento Actividad: Explicación teórica. Tiempo: 30 minutos.	Sexto momento Actividad: Explicación teórica. Tiempo: 30 minutos.	Post- test Actividad: Evaluación final. Tiempo:15 minutos.
		Noveno momento Actividad: Retroalimentación. Tiempo: 15 minutos.

Pretest (Anexo 1)

Para la prueba tipo Pretest se elaboró un cuestionario general que abarque los contenidos de las tres sesiones, es construido por diez preguntas, de las cuales nueve son de opción múltiple y una es pregunta abierta.

El cuestionario tiene la finalidad de rescatar datos que nos ayuden en el análisis final de la aplicación de la secuencia didáctica, al contrastar los conocimientos disciplinares que presentan los estudiantes al inicio y al final de la secuencia didáctica.

En ese primer momento se entregó una fotocopia de la prueba inicial a cada uno de los estudiantes, explicando que deberán contestarlo utilizando los conocimientos

que tengan sobre el tema, para esta actividad están programados alrededor de quince minutos, pensando en que los estudiantes puedan leer y comprender las preguntas sin que exista el factor tiempo de por medio.

Primer momento

Proyección de un video sobre el tema ¿qué es el ADN y cómo Funciona?

URL: <https://www.youtube.com/watch?v=NQaZecHCCNA&t=36s>

Objetivo general: Identificar los conceptos centrales sobre la expresión génica de manera organizada a partir de la explicación teórica del video.

Objetivos específicos: Reconocer mediante la explicación y los diagramas presentes en el video, los procesos que intervienen en el dogma central de la biología molecular

Materiales:

- Videoprojector.
- Computadora.
- Bocinas.

Este momento está diseñado para la proyección de un video que realice un acercamiento a los contenidos teóricos que expresan los procesos por los que atraviesa la información del ADN para fabricar proteínas, además de explicar la expresión génica utilizando medios audiovisuales. El video dura aproximadamente siete minutos y al finalizar se realiza una ronda de participaciones utilizando el diálogo como principal herramienta para comentar el video durante aproximadamente ocho minutos.

Segundo momento

Jugar “Jenga” utilizando las reglas básicas del juego (Anexo 2), así como niveles de dificultad.

Objetivo general: Nombrar correcta y organizadamente conceptos de la síntesis de proteínas.

Objetivos específicos: Encontrar y relacionar sistemáticamente conceptos de la síntesis de proteínas.

Materiales:

- 5 paquetes del juego llamado “Jenga”.
- 1 paquete de cubos de madera que funcionaran como una representación de los aminoácidos.
- Hoja de ejercicio. (Anexo 3)

Para la actividad se plantea el juego conocido como “Jenga” donde se ocupan prismas rectangulares (Bases nitrogenadas) de madera de las mismas medidas y que acomodados de tres en tres (codones) formen una pirámide rectangular (ARNm), además se utilizan cubos y figuras geométricas diversas (Aminoácidos) para completar el juego y así ir formando cadenas peptídicas, representadas por la asociación de figuras de madera.

Cada una de las fichas que forman la pirámide rectangular, son representaciones físicas de bases nitrogenadas que son estructuras integrales de los ácidos nucleicos, en este caso utilizamos las correspondientes al Ácido ribonucleico (ARN) que son: Uracilo (U), Adenina (A), Guanina (G) y Citosina (C).

Las figuras geométricas que no forman parte de la pirámide tienen la función de representar los aminoácidos, los cuales son formados por los tripletes representados por las fichas de “Jenga”, mejor conocidas como codones.

La idea fundamental es que los estudiantes que participen funcionen como partes análogas a los ribosomas, los ARNm y los ARNt, asociando el juego con los procesos de la expresión génica en la célula.

Cada pieza utilizada en el juego “Jenga” están marcadas con sus respectivos conceptos, los prismas rectangulares cada uno tiene indistintamente una letra que represente las bases nitrogenadas, las figuras geométricas tendrán los símbolos que representen los aminoácidos y adicional a esto a cada equipo se le proveerá una copia del código genético.

El juego “Jenga” estará organizado de la siguiente manera:

Se organizarán tres partidas, con diferente dificultad cada una, el equipo que logre desarrollar los tres niveles en el menor tiempo posible y complete la mayor cantidad de puntos ganará.

Cada equipo deberá realizar tres niveles con un máximo de tres intentos para cada nivel, en caso de no lograr desarrollar algún nivel, deberán pasar al siguiente y perderán el puntaje de cada ronda.

El juego inicia una vez que los estudiantes logren colocar la torre de manera vertical, pero la cadena peptídica inicia a contar una vez que hayan formado el aminoácido metionina, de ahí en adelante inicia el conteo de aminoácidos y se detiene en el momento que encuentren un codón de paro.

En el caso en que los estudiantes tiren la torre antes de haber concluido el nivel, deberán formar nuevamente la torre vertical e iniciar de nuevo.

Niveles del juego:

El primer nivel será considerado libre, ya que en este nivel los participantes deberán crear una cadena peptídica lo más grande que puedan, iniciando con metionina y terminando con alguna combinación que determine un codón de paro.

El segundo nivel será la formación de una cadena peptídica de cuatro aminoácidos, además del codón de inicio y el de paro.

Para el nivel final, el equipo deberá fabricar una cadena de al menos 6 aminoácidos, además de la metionina de inicio y del codón de paro.

Cada equipo tendrá derecho a tres puntos por cada nivel, si lo pueden hacer en el primer intento obtendrán los tres puntos, si lo hacen en el segundo intento el nivel valdrá solamente dos puntos y si lo terminan, tendrá solamente un punto, si no lo pueden hacer no tendrán ningún punto.

Para terminar la sesión, se busca que se relacionen los conceptos revisados en el video y aplicados posteriormente mediante la analogía, justificando lógicamente las relaciones existen entre los procesos naturales con el juego “Jenga”, además de presentar el conocimiento de manera experiencial, posicionando a los estudiantes frente a los conceptos de manera tangible.

Esta primera actividad está planteada para que se realice en aproximadamente diez minutos cada nivel, en equipos de tres a cuatro personas, dentro del juego cada persona tendrá un rol específico (ARN mensajero, ribosomas, ADN) y se parte de la idea de que los estudiantes puedan introducirse en el tema utilizando indirectamente los conceptos fundamentales del tema (ADN, ARN, codón, anticodón, ribosomas, cadena polipeptídica, proteínas, código genético) y de esta manera poder relacionarlos en las actividades futuras.

Tercer momento

Explicación teórica sobre la expresión génica y la función de los ribosomas en dicho proceso.

Objetivo general: Diferenciar claramente los procesos básicos que intervienen en la expresión génica.

Materiales:

- Videoprojector.
- Presentación PowerPoint.

La explicación teórica está planteada para llevarse a cabo en aproximadamente treinta minutos y utilizar recursos didácticos tales como imágenes, presentaciones en PowerPoint, referencias, entre otras, con la idea de presentar y dialogar con los estudiantes el tema de la expresión génica, retomando los siguientes temas específicos:

- A) ADN y ARN.
- B) Dogma central de la biología molecular.
- C) Ribosomas y su funcionamiento.

Cuarto momento

Fabricación, personalización y análisis del código genético.

Objetivo general: Analizar minuciosamente la conformación del código genético como herramienta para entender la expresión génica.

Objetivo específico: Describir y esquematizar de manera profunda el código genético recordando conceptos anteriormente revisados.

Materiales:

- Videoprojector.
- Hoja de papel blanco o de colores.
- Lapicero.
- Colores.

A partir de material diverso de papelería el estudiante realiza el diseño personalizado del código genético a manera de infografía, con la intención de poder analizar las partes fundamentales del código genético y determinar cómo es el funcionamiento de esta herramienta para facilitar el estudio de la expresión génica, en específico de la síntesis de proteínas.

Esta actividad propicia que los estudiantes analicen cada una de las columnas del código genético, así como las combinaciones posibles existentes entre las bases

nitrogenadas, para la formación de codones que se traducen en el código para cada aminoácido.

Con base en el código genético utilizado en la clase anterior, señalar con un color diferente los codones que codifiquen para cada aminoácido diferente, así como indicar de manera específica los codones de inicio y de término, además de agregar a nuestro código genético el nombre completo de los aminoácidos, su abreviatura detallada y su abreviatura compacta.

Quinto momento

Fábrica de proteínas.

Objetivo general: Realizar una hipótesis justificada de procesos específicos de síntesis de proteínas aplicando los conocimientos en relación con la expresión génica y del código genético.

Objetivo específico: Aplicar ordenada y clasificadamente conceptos sobre el código genético y la expresión génica.

Materiales:

- Hoja de ejercicios (Anexo 4)
- Hojas de respuestas (Anexo 5).
- Lapicero.

Utilizando la información rescatada y el código genético elaborado, los estudiantes realizan una actividad en la cual a partir de representaciones gráficas figuran la síntesis de proteínas, emulando el ribosoma, el ARNm, ARNr, aminoácidos, proteínas y dónde es que estas proteínas pueden terminar.

Se utilizará solamente una porción de la cadena de aminoácidos para cada proteína, los estudiantes por su parte tendrán que reconocer los codones, fabricar anticodones y la cadena polipeptídica.

Al finalizar, el estudiante deberá de realizar una reflexión sobre lo que ocurriría si las proteínas tuvieran errores en las cadenas de aminoácidos y reflexionar sobre cómo llegaron a esa conclusión.

Desarrollo de la actividad:

Fábrica de proteínas es una actividad que pretende reproducir el proceso por el cual es decodificado el ADN para la producción de proteínas y reproducirlo gráficamente, de esta manera comprendiendo el flujo de la información del dogma central de la biología molecular.

Para esta actividad utilizaremos una porción del gen codificante para la hemoglobina y otra porción para la clorofila, información obtenida de las bases de datos de "GENBANK".

De manera individual cada estudiante tendrá en sus manos dos hojas de respuestas por ejercicio y deberán utilizar la fracción de la cadena peptídica para cada proteína, analizándola hasta llegar a la cadena de ADN que codifica para dicha proteína, para lo cual deberán pasar desde la cadena de aminoácidos, por los codones codificantes de ARN hasta llegar a la fracción codificante del ADN.

En la segunda etapa de la actividad, deberán realizar el procedimiento antes mencionado, pero de manera inversa, es decir que desde una cadena de ADN deberán llegar hasta la cadena peptídica, es importante mencionar que para este segundo ejercicio, el nivel de dificultad se incrementa, ya que se presenta una cadena de ADN codificante con algunas bases nitrogenadas de más y los estudiantes deberán encontrar el codón codificante de inicio y de paro, que serán los tripletes que nos indiquen que la cadena que estamos buscando es la adecuada.

La fábrica de proteínas es un espacio que, a partir de actividades prácticas sobre la expresión génica, propicia en los estudiantes un momento de duda; durante su elaboración se procuran condiciones para que el estudiante se disponga para el aprendizaje, tales como tomando en cuenta la situación total (tener la mente abierta) para, buscar y ofrecer propuestas de solución (analítico), pensar en alternativas y

considerar puntos de vista diferentes al propio (buscando la verdad), además de habilidades como la interpretación, el análisis, la explicación, la evaluación, la inferencia y la autorregulación, que convocan habilidades del pensamiento crítico en el aprendizaje de los estudiantes.

El espacio de duda promueve, el aprendizaje, el desarrollo de habilidades y disposiciones propias del pensamiento crítico, ya que en todos los casos se fomenta que, los estudiantes pueden llegar a resultados diferentes pero correctos, presentando un conflicto interno que los guiará a la construcción de saberes biológicos sobre la variedad genética y cómo funciona este procedimiento en la expresión génica.

Sexto momento

Explicación teórica sobre el código genético, las proteínas como resultado de la traducción, así como la importancia que tiene el correcto funcionamiento de la expresión génica.

Objetivo general: Comparar metódicamente como es la expresión génica en la célula eucariota y procariota, además de identificar cuidadosamente lo que son las proteínas y cómo funcionan.

Materiales:

- Videoprojector.
- Presentación PowerPoint.

La explicación teórica está planteada para llevarse a cabo en aproximadamente treinta minutos y utilizar recursos didácticos tales como imágenes, presentaciones en PowerPoint, referencias, entre otras, con la idea de presentar y dialogar con los estudiantes el tema de la expresión génica, para esta explicación teórica se pretenden retomar los siguientes temas específicos:

- A) Explicación de las diferencias entre el ADN en la célula eucariota y procariota.
- B) Código genético y su importancia para la síntesis de proteínas.

C) Proteínas su importancia y su formación.

Séptimo momento

Diagrama experimento de Griffith.

Objetivo general: Hipotetizar justificadamente los resultados de la experimentación que realizó Griffith sobre la transferencia de información genética de las bacterias.

Objetivo específico: Crear posibles alternativas de solución para cada diagrama de manera argumentada, creativa y lógica, además de relacionarlas con los conceptos sobre la expresión génica.

Materiales:

- Hoja de ejercicio. (Anexo 6)
- Lapicero.

Desarrollar de la manera indicada el diagrama del experimento de Griffith, presentado en forma de historieta, individualmente y justificando sus respuestas con base en los conocimientos generados en las actividades anteriores.

El diagrama diseñado tiene como finalidad que los estudiantes creen hipótesis sobre lo que ocurrió en el experimento diseñado por Griffith, sobre la transferencia de información genética.

A cada estudiante se le proveerá de un juego de copias donde están presentes de manera seccionada las imágenes que componen el diagrama sobre el experimento, la idea general, es que los alumnos, con ayuda de su razonamiento y de las experiencias de las sesiones anteriores, puedan resolver a los cuestionamientos presentes en la actividad.

Este momento plantea como objetivo fundamental el desarrollo conceptual de la “transformación bacteriana” fomentando un desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico en la búsqueda de la evaluación del pensamiento pensando y

repensando la manera en que analizamos el documento (Anexo 6), generando conclusiones y dando oportunidad de que los estudiantes movilicen su manera de pensar en función de cada una de las etapas del ejercicio, para llegar a sustentar argumentos que, a partir de diferentes imágenes, sean razonados y evaluados en función de su formulación.

Octavo momento

Explicación teórica sobre las proteínas como resultado de la traducción, así como la importancia que tiene el correcto funcionamiento de la expresión génica.

Objetivo general: Teorizar cuales implicaciones presentó el experimento de Griffith para la expresión génica.

Materiales:

- Videoprojector.
- Presentación PowerPoint.

El diálogo está planteado para que, a raíz de las actividades realizadas, sea posible que los estudiantes puedan discutir sus ideas y sus posturas sobre las implicaciones de los trabajos de Griffith y sus aportaciones teóricas al entendimiento de la expresión génica.

Esta actividad está planeada para llevarse a cabo en aproximadamente treinta minutos y utilizar recursos didácticos tales como; imágenes, presentaciones en PowerPoint, referencias, entre otras, con la idea de presentar y dialogar con los estudiantes el tema de la expresión génica, para este diálogo de teorización se pretenden retomar los siguientes temas específicos:

- A) Experimento de Griffith.
- B) Explicación de la transferencia de ADN entre los organismos y la importancia de la expresión génica en los organismos.

Post- test

Presentación de la misma prueba contestada al inicio de las tres sesiones, con la finalidad de presentar datos que nos ayuden en el análisis final de la puesta en práctica de la secuencia didáctica, al contrastar los contenidos disciplinares que presentan los estudiantes al inicio y al final de la secuencia didáctica.

En este penúltimo momento entregaremos una fotocopia de la prueba final que es idéntica a la que se presentó en un inicio a cada uno de los estudiantes, argumentando que deberán contestarlo utilizando los conocimientos que tengan sobre el tema, para esta actividad están programados alrededor de quince minutos, pensando en que los estudiantes puedan leer y comprender las preguntas sin que exista el factor tiempo de por medio.

Noveno momento

Retroalimentación

Objetivo general: Reconocer e identificar el cambio en los marcos de referencia con relación a los contenidos de la expresión génica, mediante la teorización y el diálogo que se realicen en el salón de clases.

Materiales:

- Pintarrón.

Al finalizar la secuencia didáctica se destina aproximadamente treinta minutos para realizar una retroalimentación grupal, que tenga como finalidad disipar dudas que logremos observar durante los procesos de enseñanza y aprendizaje, con el objetivo de que los estudiantes y el profesor puedan reorientar los conocimientos en los que existen dudas o bien reafirmar los aciertos.

Además, este momento permite plantearnos cuales fueron los conocimientos en los que hay que enfocar el estudio individual y las experiencias que pueden fomentar la comprensión de temas relacionados con la expresión génica.

Actividades de aprendizaje del grupo control

Las actividades que se realizaron en el grupo control estuvieron sustentadas con la metodología de “educación tradicional” (Galván & Siado, 2021, p.965-966), que se basa en considerar a los estudiantes como sujetos pasivos ante un proceso educativo que está ocurriendo en frente de ellos y del cual deberán tratar de abstraer la mayor cantidad de conocimientos, entendido este como el líquido con el cual puedes llenar un recipiente.

Para esto la metodología que llevamos a cabo con el grupo control se basó principalmente en exposiciones magistrales, acompañadas de actividades que buscan la repetición de conceptos establecidos, con la idea de que pudieran al final de la aplicación responder una serie de preguntas e identificar la cantidad de conceptos que lograron apreciar.

La metodología la dividimos en momentos que fueron determinados por los horarios proporcionados por la dirección de la institución.

A continuación, mencionamos de manera general cuales fueron las actividades que se desarrollaron, organizados por sesiones.

Sesión uno.

Contenidos: Expresión génica, ribosomas.

Objetivos de aprendizaje: Nombrar, reconocer, definir, analizar, relacionar y aplicar.

Momento 1: Pre-test.

Actividad: Evaluación inicial.

Tiempo: 15 minutos.

Momento 2: Flujo de información genética.

Actividades: Presentación en PowerPoint y explicación sobre el tema, dictado sobre la información más importante y completar un esquema sobre el flujo de la información genética.

Tiempo: 90 min.

Sesión dos.

Contenidos: Expresión génica en eucariotas y en procariotas Código genético, expresión génica en eucariotas y en procariotas y código genético.

Objetivos de aprendizaje: Definir, describir, esquematizar, seguir un procedimiento, combinar, analizar, relacionar y aplicar.

Momento 3: Expresión génica y organelos celulares con énfasis en ribosomas.

Actividades: Explicación teórica, elaborar un dibujo de los dos tipos de células, marcando las principales diferencias entre una y otra, realizar un esquema que explique las diferencias básicas en los procesos de expresión génica, investigar y transcribir el código genético a su libreta.

Tiempo: 90 min.

Momento 4: Esquemas.

Actividades: Realizar tres esquemas que les hagan recordar la información recopilada a lo largo de las actividades planteadas en las sesiones de clase.

Sesión tres.

Contenidos: Expresión génica y proteínas, transferencia de información genética.

Objetivos de aprendizaje: Aplicar, argumentar relacionar, justificar.

Momento 5: Transmisión de información genética.

Actividades: Clase magistral sobre la transmisión de información genética, el experimento de Griffith y la relación que guardan los dos temas, realizar un mapa mental sobre el tema.

Tiempo: 50 min.

Momento 5: Pos-test.

Actividad: Evaluación final.

Tiempo: 15 min.

Momento 6: Retroalimentación

Actividad: Retroalimentación de los temas tratados durante las tres sesiones y resolución de dudas, así como la solución correcta del pre-test y el pos-test.

Tiempo: 15 min.

6. RESULTADOS

La secuencia didáctica se llevó a la práctica en un centro de educación media superior llamado “EDC” en la ciudad de Morelia, municipio de Michoacán, donde se implementó en dos grupos de tercer semestre en la materia de Biología I, en un lapso de 5 días en los meses de noviembre y diciembre del año 2019.

Los grupos en los cuales tuvimos la oportunidad de poner en práctica nuestra secuencia didáctica se identificaba con los números 301 y 302, de los cuales se seleccionó uno para trabajar la secuencia didáctica propuesta y el otro para trabajar de manera “tradicional”, la selección fue completamente aleatoria tomando como única referencia el horario de clases de cada grupo.

El grupo 301 fue el grupo con el que trabajamos la secuencia propuesta y para fines prácticos, de aquí en adelante le nombraremos como grupo experimental, mientras que en el grupo 302 trabajamos de manera tradicional y de aquí en adelante le nombraremos grupo control.

La escuela se encuentra en las afueras de la ciudad de Morelia, en colindancia con el municipio de Tarímbaro, Michoacán, es una escuela de reciente creación con 10 años laborando, es una institución privada, además es importante mencionar que en la institución conviven estudiantes de secundaria y de preparatoria en el mismo espacio.

Los grupos con los que trabajamos estaban integrados con 32 alumnos en el grupo experimental y 30 alumnos en el grupo control, lo que nos arroja un total de estudiantes entre los dos grupos de 62 alumnos.

La dinámica de la escuela es rigurosa en cuanto a la disciplina, ya que los estudiantes por reglamento deben portar siempre el uniforme, además tienen como obligación llegar puntualmente a clases y permanecer dentro del plantel durante la jornada de trabajo, asimismo, los jóvenes tienen la posibilidad de participar en actividades extracurriculares, si así lo desean, tales como danza, teatro, futbol, basquetbol, entre otras.

Las clases comienzan a las siete de la mañana y terminan a las dos veinte de la tarde, cada módulo tiene una duración de entre cuarenta y cinco y cincuenta minutos, además las clases de biología en tercer semestre estaban organizadas solamente los días miércoles, jueves y viernes.

En cuanto a los materiales, en general se facilita la presentación de recursos audiovisuales, pues la institución cuenta con proyectores en todas las aulas, incluso existe un espacio donde es posible pedir prestado bocinas y material diverso para la implementación de actividades didácticas frente a los grupos.

El espacio donde está ubicada la institución está organizado por un par de construcciones de dos y tres niveles respectivamente, los salones son espaciosos, pero durante el mediodía en el segundo y tercer piso la temperatura tiende a subir debido a que el sol calienta los espacios, dificultando la proyección de imágenes en los proyectores y el trabajo con los grupos durante largos periodos de tiempo.

Los grupos cuentan con profesores para cada materia y en algunos casos el mismo profesor imparte más de alguna, existe también la figura de “prefecto” que es el personal de la institución que apoya con la disciplina al interior de la escuela, además del cuerpo directivo que es quien atiende la organización de la institución.

La dinámica de los grupos con los cuales trabajamos de acuerdo con la información prestada por la profesora titular de la materia, el grupo experimental tiene más cohesión, disposición al trabajo, son tanto relajados con la disciplina, poco responsables con las tareas fuera de la escuela, pero cumplidos con las actividades al interior del salón y un tanto más conflictivos que el grupo control.

Por otro lado, el grupo control, en palabras de la profesora era un grupo con menos cohesión, más responsable, disciplinado, con menos disposición al trabajo dentro del salón de clases en relación con el grupo experimental, pero con un nivel de desarrollo académico más notable que el grupo experimental.

Una característica peculiar dentro de la práctica, fue que el semestre estaba a punto de terminar, solamente tuvimos dos semanas y media y de ese tiempo solo teníamos clases con los grupos de miércoles a viernes debido a sus horarios. A partir de esta información inicial y después de considerarla para la aplicación de la secuencia didáctica, iniciamos con la puesta en práctica de nuestra propuesta.

6.1. Análisis de los datos

Durante la secuencia didáctica se realizaron actividades escritas con la intención de recabar datos para su posterior análisis, utilizamos así el pre-test y el pos-test como fuente primordial para recolectar información, durante la aplicación nos dimos cuenta que esta información a pesar de que era útil para realizar un primer acercamiento, no permitía ubicar los avances conceptuales y de pensamiento que buscábamos obtener a partir del diseño y la puesta en práctica de la secuencia didáctica, entonces decidimos utilizar además de estos instrumentos el análisis de un diario de campo (Anexo 6), así como las actividades escritas realizadas durante las sesiones con el grupo experimental.

Ante esto la primera información que analizamos fue la obtenida a partir del pre-test y el pos-test, siendo este un instrumento de diez preguntas, nueve de opción múltiple con el objetivo de identificar el avance en los conceptos sobre el tema y una de opción múltiple con la que pretendíamos identificar el movimiento en relación con el pensamiento crítico.

Para la calificación del instrumento, en la primera parte utilizamos la cantidad de aciertos y errores para realizar un promedio, mientras que en la pregunta abierta utilizamos una rúbrica específica para determinar los niveles con base en la taxonomía “SOLO” en relación a la forma de pensar, la que es descrita en el siguiente cuadro.

Tabla 2. Propuesta de rubrica de evaluación.

Niveles taxonomía SOLO	Características de cada nivel	Evidencias observables en el instrumento.
Nivel Preestructural	<p>1 No logra concretar la idea del tema.</p> <p>Uso de tautologías.</p> <p>Poca evidencia de aprendizaje relevante.</p>	<p>Una o más tautologías.</p> <p>No se encuentran conceptos fuera de los expresados en la pregunta.</p>
Nivel Uniestructural	<p>2 Indicios de aprendizajes relevantes.</p>	<p>El estudiante reconoce conceptos capaces de</p>

	<p>Observamos una cantidad limitada de conceptos.</p> <p>Conceptos aislados.</p>	<p>aproximar una idea limitada del tema, sin relacionarlos.</p>
<p>Nivel 3 Multiestructural</p>	<p>Indicios de aprendizajes relevantes.</p> <p>Aumento considerable de cantidad de conceptos.</p> <p>Conceptos aislados.</p>	<p>El estudiante reconoce conceptos básicos capaces de sustentar una idea general del tema, pero sin relacionarlos.</p>
<p>Nivel 4 Relacional</p>	<p>Modificación de la forma de pensar (cuantitativo a lo cualitativo).</p> <p>Respuestas estructuradas.</p> <p>Variedad aceptable de conceptos.</p> <p>Conceptos integrados en un sistema integral.</p>	<p>Aplicación de conceptos básicos relacionados, que forman una idea estructurada en un sistema integral.</p>
<p>Nivel 5 Abstracto extendido</p>	<p>Respuesta más allá de lo que se ha solicitado.</p> <p>La conceptualización evoluciona y es capaz de aplicarse en dominios nuevos y más amplios.</p>	<p>Ideas estructuradas en sistemas integrales que son relacionados con dominios conceptuales nuevos y más amplios.</p>

De acuerdo con la información recolectada en el pre-test y el pos-test y después de revisar, calificar y analizar la primera parte del pre-test de los dos grupos con los que se trabajó, encontramos lo siguiente.

La gráfica nos muestra las frecuencias de aciertos obtenidos en el instrumento de

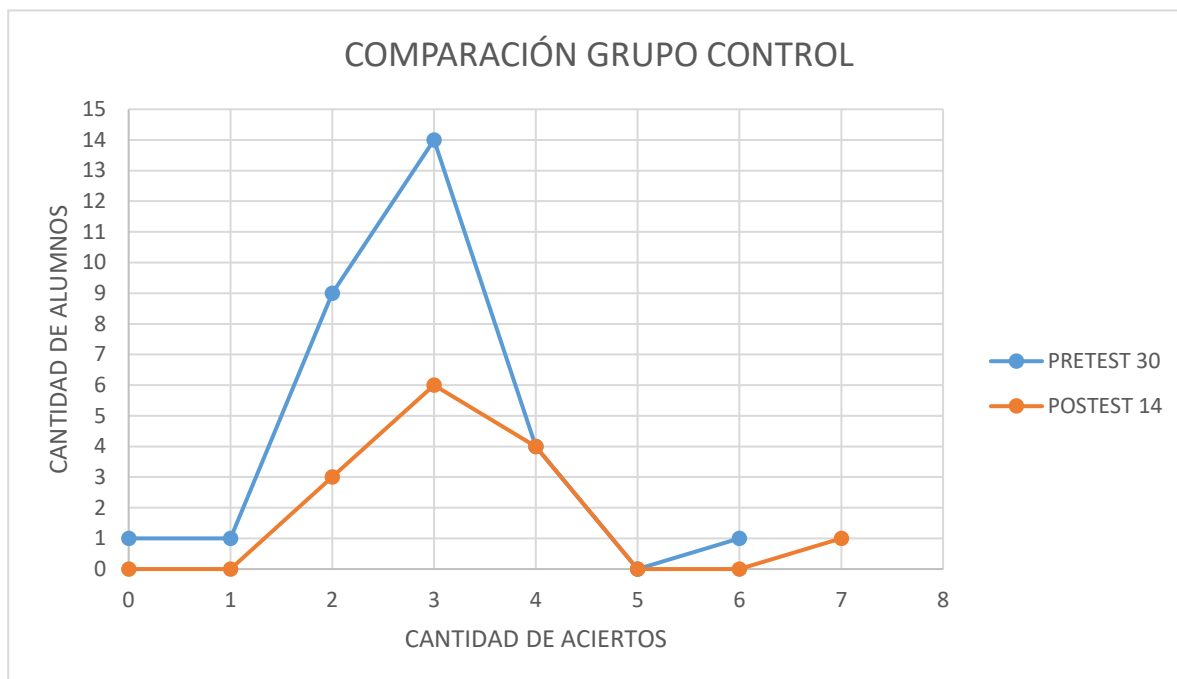


Figura 1. Se realizó una comparación de la cantidad de aciertos obtenidos en la sección de opción múltiple del grupo control, donde presentamos en el eje de las "x" el número de aciertos y en el eje "y" la cantidad de estudiantes.

evaluación, donde encontramos que en el pre-test la mayor calificación obtenida fue de 6 donde un solo estudiante logró obtenerla, mientras que la mayoría de estudiantes con un total de 14 obtuvieron una cantidad de 3 aciertos siguiéndole una cantidad de 9 estudiantes con un total de dos aciertos.

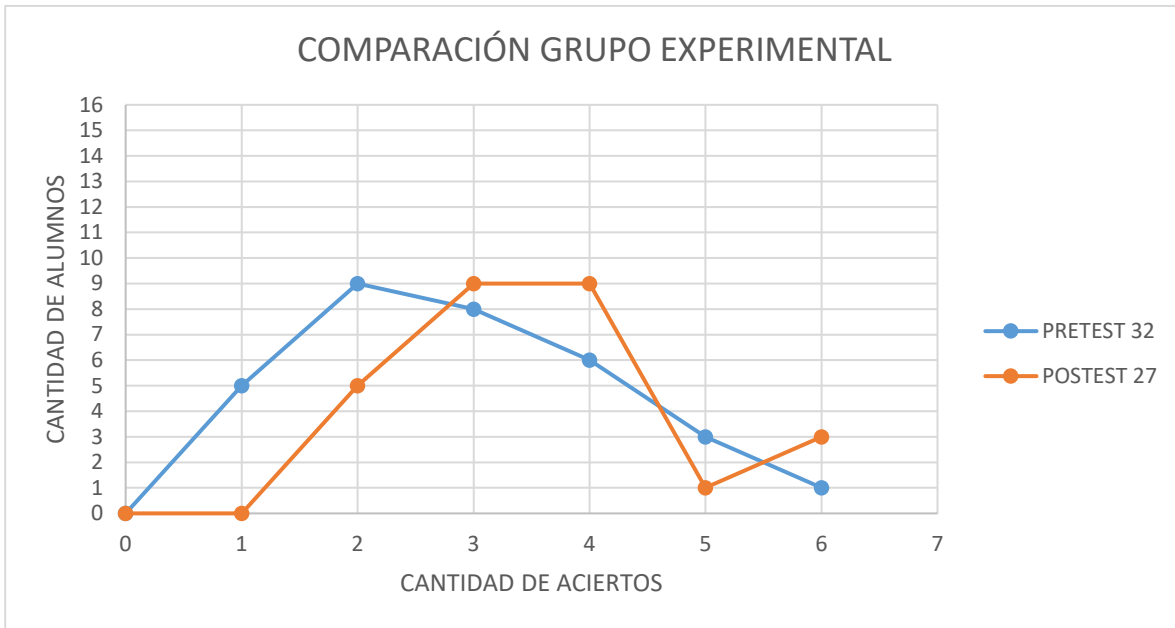


Figura 2. La siguiente gráfica presenta la información contrastada entre el pre-test (color azul) y el pos-test (color naranja) del grupo experimental, donde podemos encontrar en el eje "x" la cantidad de aciertos obtenidos y en el eje "y" la cantidad de estudiantes por cada acierto, lo que nos arroja las frecuencias de aciertos obtenidos en el instrumento.

Encontramos que, los instrumentos realizados fueron elaborados en el pretest por 32 alumnos y en el caso del pos-test por 27 alumnos, las circunstancias de la aplicación en cada uno de los grupos, es relatada en diario de campo paginas atrás, pero es importante mencionar las diferencias que encontramos en relación a la cantidad de estudiantes que realizaron el pos-test y encontramos que existe la posibilidad de que la motivación jugara un papel fundamental en la permanencia de los estudiantes en el salón de clases.

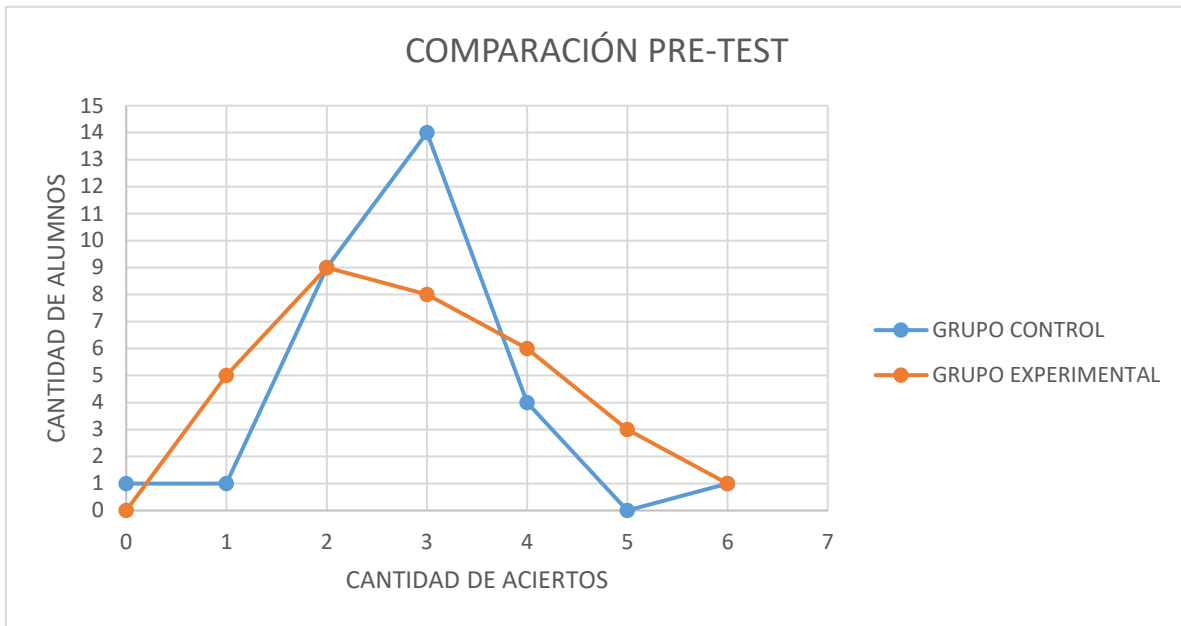


Figura 3. En la presente gráfica podemos encontrar la comparación cuantitativa entre los resultados obtenidos en el pretest para el grupo control y el experimental, donde identificamos en el eje "X" la cantidad de aciertos que consiguieron los estudiantes y se cruza la información con el eje "Y" que presenta la cantidad de alumnos que acertaron a las preguntas del instrumento.

En relación a la comparación del instrumento de pre-test, encontramos algunas similitudes en las frecuencias de respuestas que presentaron los estudiantes; en el caso del grupo control logramos observar una marcada diferencia al tener un total de 14 alumnos que contestaron correctamente en 3 preguntas, mientras que en el caso del grupo experimental encontramos que la mayoría de los estudiantes lograron obtener solamente 2 aciertos correctos.

De igual manera logramos apreciar que en el caso del grupo experimental la mínima calificación fue de 0 aciertos y la máxima de 6 aciertos, mientras que en el grupo control la cantidad mínima de aciertos fue 1 y su máxima fue de 6 igual que el grupo experimental.

En este pre-test los grupos presentaron los siguientes promedios: el grupo experimental con un promedio general de 3.19 puntos, mientras que el grupo control presentó un promedio general de 3.07, es aquí donde encontramos que el grupo experimental presenta un desempeño apenas sobresaliente con respecto al grupo control.

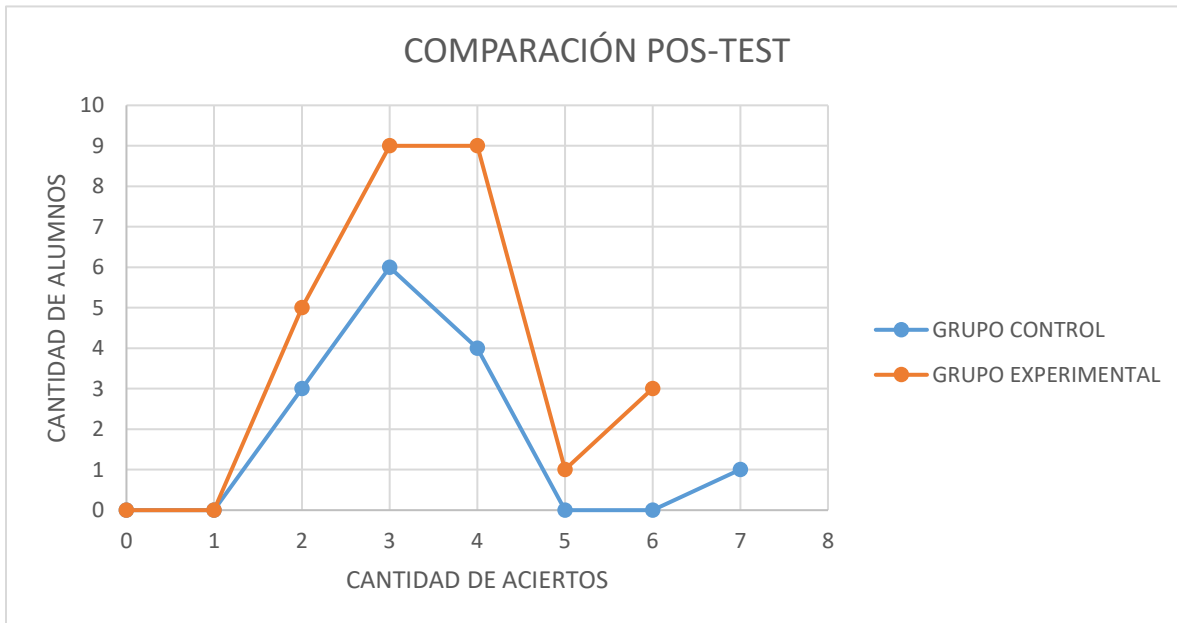


Figura 4. La gráfica presenta los datos cuantitativos resultados de la comparación entre los dos grupos con los que se trabajó durante la práctica, donde encontramos en el eje "X" la cantidad de aciertos obtenidos por los estudiantes y en el eje "Y" podemos observar la cantidad de alumnos que acertaron a las preguntas del instrumento.

Una característica importante a mencionar es que en el caso de los dos grupos encontramos una diferencia importante, cada grupo redujo su cantidad de estudiantes en comparación con los que realizaron el pre-test, en el grupo experimental realizaron el pos-test 27 alumnos, mientras que en el grupo control solamente se tuvo la participación de 14 estudiantes.

En relación con los avances de cada uno de los grupos, observamos que el grupo experimental se mantiene por encima del grupo control contando con un promedio general de aprovechamiento de 3.95, mientras que el grupo control desarrolló un incremento en su promedio en comparación con el pre-test, pero aun así por debajo del grupo control con un promedio de 3.73.

En relación con la segunda parte del instrumento diseñamos la siguiente gráfica, donde mostramos la comparación realizada entre el grupo experimental y el grupo control en la pregunta abierta, donde se utilizó la rúbrica antes mencionada sobre la taxonomía “SOLO”.

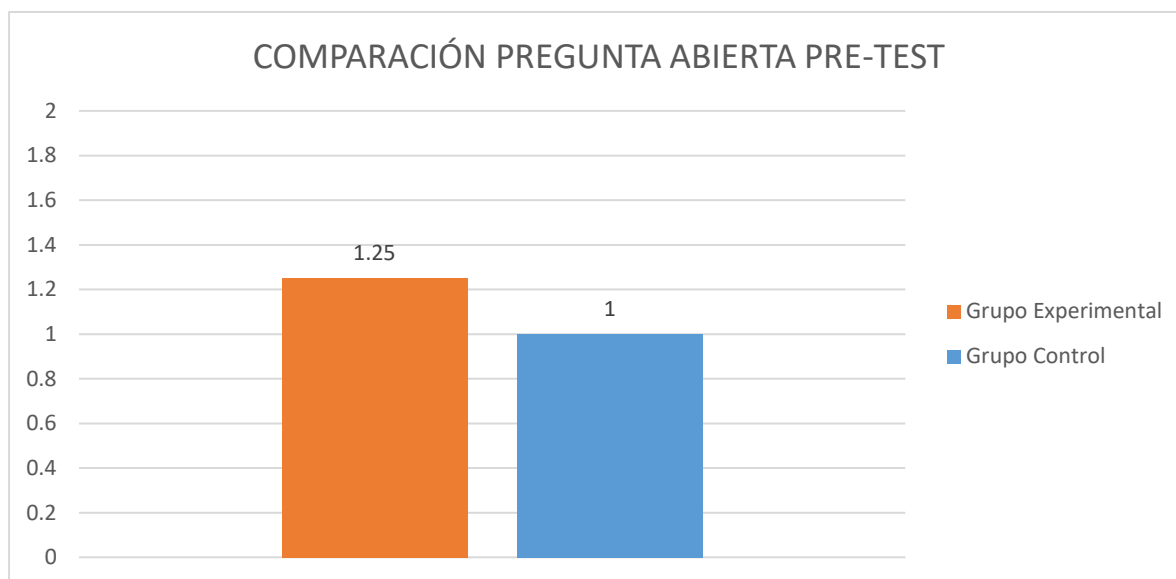


Figura 5. La gráfica presenta la siguiente información, en el eje de las “x” aparece cada uno de los grupos con los que se trabajó, en color naranja presentamos el grupo experimental y en color azul al grupo control, por otro lado, en el eje “y” encontramos el promedio de niveles de respuesta de acuerdo con la taxonomía SOLO.

En esta gráfica logramos apreciar que tanto el grupo control como el experimental se mantienen en el rango del nivel uno de cinco niveles, considerando que el nivel uno considera que el individuo no logra concretar la idea general del tema y deja ver el poco o nulo manejo de los conceptos, encontrando de igual manera que el grupo experimental se manifiesta sobresaliente en comparación con el grupo control.

Al concluir la presentación de la secuencia didáctica se realizó un instrumento de pos-test que buscaba identificar si la secuencia propuesta había modificado la comprensión del tema presentado y esto fue lo que encontramos.

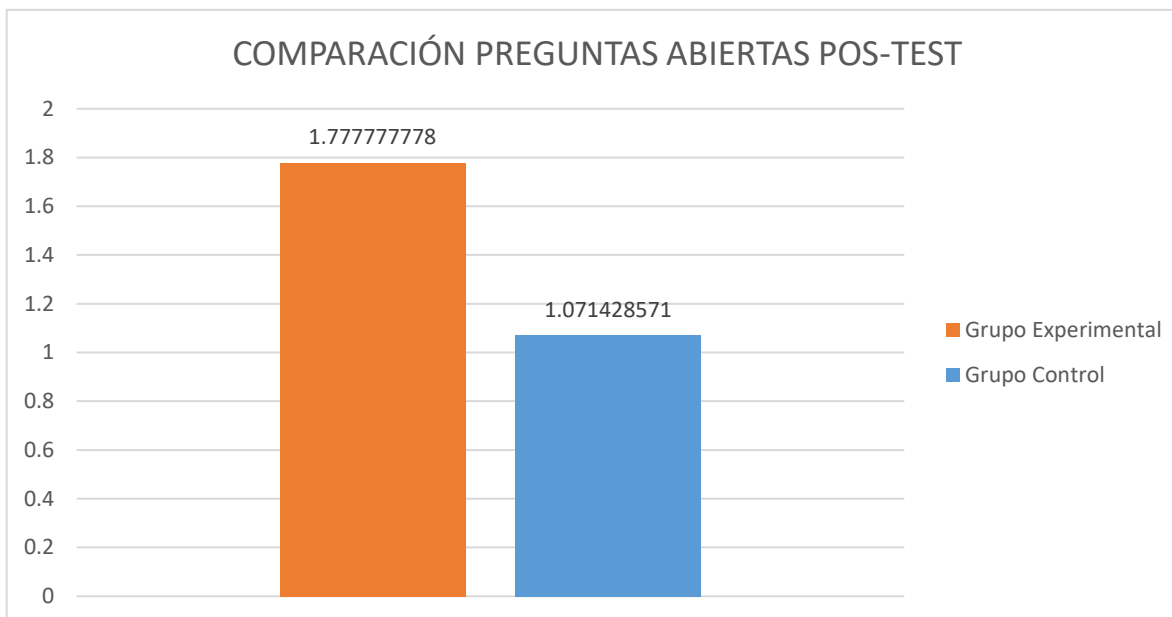


Figura 6. La gráfica muestra la comparación entre los grupos experimental en color naranja y el grupo control en color azul, que representa la diferencia de nivel encontrada en la segunda parte del instrumento de pos-test.

La información presentada en esta gráfica tiene que ver con la última pregunta del instrumento que fue diseñada específicamente para que los estudiantes pudieran expresar abiertamente y a partir de su experiencia lo que entendían del tema en general, donde efectivamente logramos identificar una diferencia de más de medio punto.

Esta diferencia está marcada por una movilización conceptual que apreciamos en las respuestas de los estudiantes que pertenecen al grupo experimental, es decir que logramos identificar que durante la secuencia didáctica las respuestas de los estudiantes mejoraron en virtud de los niveles de la taxonomía SOLO.

En este sentido identificamos que los estudiantes del grupo control presentaron una mejora en relación a la calidad de las respuestas abiertas y como es que a partir de ellas observamos un desplazamiento positivo en relación con la facilidad para explicar un tema.

7. DISCUSIÓN

Durante el diseño y planificación de la secuencia didáctica experimental en los primeros semestres del programa de la maestría, se seleccionó el tema “dogma central de la biología molecular” como tema específico para la elaboración del trabajo de grado, por lo tanto, se diseñaron actividades que fomentaran el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico y conocimientos entorno a este tema.

Una vez diseñadas las actividades se decidió la implementación de una prueba inicial para determinar los alcances y limitaciones que pudieran presentarse, para tal fin desarrollamos una prueba con alumnos de educación secundaria y con alumnos de educación superior, específicamente en tercer grado de secundaria y en un grupo de 2° semestre de ecología, es importante mencionar que los estudiantes de secundaria no tenían conocimientos especializados en relación con el tema, solamente los limitados conceptos tratados en el tema de genética en primer grado, mientras que los estudiantes de ecología habían presenciado una clase magistral sobre el tema y estaban empapados de los conceptos abordados en la secuencia.

Durante la primera aplicación de la secuencia didáctica logramos identificar algunas dificultades y oportunidades de desarrollo, de las cuales rescatamos las más importantes que fueron determinantes para el diseño final de nuestra propuesta.

En primer lugar, identificamos que la cantidad de conceptos que intervienen en el tema “dogma central de la biología molecular” son bastantes, extensos y complicados debido principalmente al “crecimiento de los conocimientos en bioquímica y biología molecular en las últimas tres décadas” (Bañó, C., Pamblanco, M., Peretó, J., & Sendra, R., 2007, p.13), lo que dificultó desarrollar una secuencia didáctica compacta que sea posible analizar en un periodo razonable de tiempo, considerando los contenidos programáticos de educación media básica, educación media superior o superior.

De esta manera decidimos que una mejor forma de identificar los avances y logros en las actividades desarrolladas en una secuencia didáctica era abordar temas más específicos y no tan generales, con la intención de poder tratar de manera profunda y crítica el tema en cuestión, de esta manera decidimos seccionar para fines educativos el tema general “Dogma central de la biología molecular” y presentar tres divisiones en relación con los procesos más sobresalientes del mismo, una vez realizada esta acción determinamos que desarrollaríamos el tema de “síntesis de proteínas” pensando en que es una sección del conocimiento que abarca la necesidad de comprender el proceso del dogma central en lo general para adentrarse específicamente en la síntesis de proteínas.

“La información crece de manera exponencial y ello desborda la capacidad tanto del profesorado como del alumnado” (Bañó, C., Pamblanco, M., Peretó, J., & Sendra, R., 2007, p.13) es por esto que, la cantidad de conceptos tratados y su dificultad hacen de la labor de evaluación un verdadero caos en relación con la identificación de los alcances de las actividades en particular, además de presentar dificultades en relación con la extensión, lo complejo y las variaciones que existen en los instrumentos de evaluación al tratar de abarcar tantos conceptos.

Pudimos identificar la necesidad de introducir una rúbrica de evaluación que fuera “pertinente para analizar niveles en la estructura de las respuestas” (Obreque, A., Salvatierra, M., Díaz-Levicoy, D., & Mosqueira, C. 2017, p.4183) y, de esta manera conocer la evolución de los contenidos, visibilizando el desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico, como un objetivo rector de la secuencia didáctica, lo que nos llevó a considerar la taxonomía SOLO, como aquella que nos permitió “construir jerarquías de comprensión o razonamiento” (García, J., Medina, M., & Sánchez Sánchez, E. 2014, p.10) a los que llegaron los estudiantes.

Es decir que logramos apreciar las posibilidades que presenta dicha taxonomía en Educación Media Superior al plantear el desarrollo de habilidades y conceptos, dependiendo de la evolución de los planteamientos realizados por los estudiantes a diversas actividades planificadas dentro del salón de clase y, a pesar de que es una taxonomía diseñada para evaluaciones a nivel superior, encontramos evidencias de

su implementación en educación media superior quedando manifiesta su eficacia en la identificación y la evaluación de respuestas en estudiantes de este nivel educativo (Obreque, A., Salvatierra, M., Díaz-Levicoy, D., & Mosqueira, C. 2017, p.4183).

Dentro de la aplicación de nuestra secuencia didáctica, los instrumentos de pre-test y pos-test, son herramientas importantes para poder distinguir a grandes rasgos cuales son las implicaciones educativas de la implementación de la propuesta, instrumentos que consistía en 9 preguntas de opción múltiple y 1 pregunta para desarrollar.

Cada pregunta de opción múltiple tenía 4 posibles respuestas y solo una opción correcta, el cuestionario fue diseñado a partir de cuestionamientos rescatados de dos libros electrónicos de acceso libre en la página de openStax.org, de los cuales se utilizaron los siguientes títulos Microbiología y Biología 2e, en específico de los apartados de genética, expresión génica y mecanismo de genética microbiana.

En estos casos se revisaron los ejercicios presentes en los dos libros y seleccionamos las preguntas que se aproximaban a los conocimientos que pretendíamos tratar en la secuencia didáctica; lo que descubrimos fue que los cuestionamientos suponían un nivel de conocimientos muy avanzados y presentaban problemáticas donde el estudiante debería utilizar habilidades de pensamiento crítico, combinado con conocimientos especializados de la expresión génica.

Es importante mencionar que consideramos al cuestionario factible de su implementación en cursos posteriores de genética, pero como un primer acercamiento profundo del tema, resulta complicado poder encontrar datos concluyentes que nos muestren los avances reales de la secuencia didáctica.

Lo anterior fue identificado a partir de los resultados donde encontramos evidencia suficiente para suponer que el instrumento fue contestado de manera aleatoria por los estudiantes, ya que después de analizarlos nos dimos cuenta que los promedios

generales de los dos grupos tanto en el pre-test y el pos-test oscilaban en los 3 aciertos y de acuerdo con la fórmula de probabilidades de distribución binominal existía un 80% de probabilidad de que un alumno obtuviera tal resultado a partir del instrumento aplicado.

Con esta afirmación y considerando los resultados existentes llegamos a la conclusión de que existe la posibilidad de que el instrumento no esté brindando los datos necesarios para el análisis de la secuencia didáctica que pusimos en práctica, ante esta situación, realizamos un análisis exhaustivo y nos dimos cuenta que cada una de las preguntas presentes en el instrumento presentaban complicaciones para el nivel conceptual que se manejaba en la secuencia didáctica.

Es debido a esto que se propuso una alternativa de cuestionario (Anexo 6), donde se realizaba una nivelación de las preguntas de acuerdo con la secuencia y aún que no fue posible ponerlo en práctica, se diseñó y se planificó para realizarlo en próximas secuencias didácticas.

El cuestionario propuesto continúa con 9 preguntas de opción múltiple y cada una con 4 posibles respuestas, pero se modificó la dificultad y se adecuó a un primer acercamiento a los contenidos de la expresión génica, se utilizaron solamente 3 preguntas del primer cuestionario propuesto y se diseñaron nuevas preguntas que contemplan los conceptos básicos necesarios para el entendimiento general de la expresión génica; por otro lado se continuó con la pregunta abierta para desarrollar y se agregó un cuestionamiento que pretende generar una posible evaluación para la secuencia didáctica, ya que en este cuestionamiento se les pide opinión a los estudiantes sobre ¿qué les pareció las secuencia didáctica?

En este sentido pretendemos obtener información que pueda retroalimentar a las actividades plantadas con el fin de poder perfeccionar la secuencia didáctica entendiendo que en todo momento es posible una mejora para posibilitar la contextualización de las actividades en cada lugar de trabajo.

7.1. Pensamiento crítico en las actividades

Durante la actividad fábrica de proteínas identificamos un punto excepcional para el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, esta actividad planteó un espacio innato de duda sobre las condiciones generales del tema, ya que en este punto cada estudiante tenía la posibilidad de crear una ruta de solución diferente, sin que este acto afectara en el resultado correcto. Esta actividad tiene la facilidad de ser identificada como un juego de Sudoku. Los estudiantes observaron la situación y en primera instancia al comparar los trabajos de los demás compañeros, supusieron que su actividad estaba incorrecta; preguntaron entonces cual es el que debían elegir en los casos de los diferentes tripletes que codificaban para una determinada proteína y, ya que en esta situación es variable la elección y cada estudiante debía seguir su propio camino de solución, reconocieron situación problemática que les abrió la capacidad de “decidir”(Ermis, R., 199, p.6), utilizando criterios sobre la expresión génica, su propio camino.

Una vez que cada estudiante tomó sus decisiones, pudieron “evaluar su pensamiento” (Paul, R., & Elder, L., 2003, p.9), cerciorándose que los tripletes codificaran para la proteína necesaria, los chicos se acoplaron a la actividad y la pudieron desarrollar a la perfección.

Finalmente, en la conclusión de las actividades los estudiantes, en diálogo con el profesor, lograron concluir que cada uno de los trabajos eran correctos y que no existía una única respuesta, generando así el desarrollo de la habilidad de la “inferencia”, el “análisis” y la “explicación” que son parte de las que plantea Facione como fundamentales en el PC (Facione, P. A. 2007, p.4-6), lo que se ve reflejado en el proceso de variación genética que ocurre de manera natural en la expresión génica.

Por otro lado en la actividad “Diagrama experimento de Griffith” (Anexo 5), el momento dentro de la secuencia didáctica pareciera que presenta algunas dificultades en relación con la información presentada, ya que en muchos de los casos los estudiantes no lograron identificar en concreto la idea de la “transformación bacteriana” pues no pudieron asociar las imágenes presentadas con material biológico, lo que dificultó la conclusión satisfactoria del contenido; en

cuanto al desarrollo de pensamiento crítico encontramos la fabricación de argumentos pensados y repensados, permitiendo una evaluación de su pensamiento y de los mecanismos que utilizaron para llegar a las conclusiones.

En este sentido los estudiantes lograron interpretar, a partir de la decodificación del ejercicio, integrar un análisis al examinar y detectar congruencia entre sus argumentos, generar inferencias al proponer alternativas a las explicaciones presentando conceptos más cercanos al propio y finalmente logramos identificar autorregulación en relación al autoexamen que realizan algunos estudiantes sobre la manera en la que llegaron a sus conclusiones.

Lo anterior lo identificamos en ejemplos específicos donde encontramos analogías, cuadros explicativos y propuestas de soluciones diferentes a las imaginadas.

7.2. Motivación

Durante la aplicación de la secuencia didáctica encontramos resultados que en un inicio no predecimos debido a la naturaleza de la investigación, ya que teníamos programado la revisión de las implicaciones que se presentarían en el desarrollo conceptual de la expresión génica utilizando estrategias del pensamiento crítico.

A la par de identificar aprendizaje de conceptos en los estudiantes logramos observar la importancia de “la motivación como un condicionante fundamental del rendimiento académico” (Fernández, A., 2007, p.2) para un pleno desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje, ante estos resultados creemos que la unificación de estrategias para el desarrollo del pensamiento crítico en compañía con actividades motivadoras predispone a los estudiantes a una comprensión de los temas de la expresión génica y de biología en general.

Lo anterior lo sustentamos en los resultados obtenidos de la experiencia con la secuencia didáctica desarrollada y es que durante esta aplicación los grupos reaccionaron a dos diferentes planeaciones (un grupo trabajo con una metodología tradicional y el otro grupo trabajo a partir de actividades que desarrollaran el pensamiento crítico) con diferentes “conductas abiertas”(Palmero, F., 2005, p.9)

que están relacionadas directamente con la motivación a la que estuvieron expuestos cada uno de los grupos.

En relación con la información obtenida y a partir del análisis de las situaciones presentadas en la práctica docente encontramos que, las actividades planificadas fomentan un “cambio en las circunstancias” (Palmero, F., 2005, p.9) cotidianas generando en los estudiantes la intención de permanecer por más tiempo, dentro de los salones de clase y presenten posturas de participación y emoción ante las actividades que implican el desarrollo de pensamiento crítico.

Por otro lado, encontramos que las actividades monótonas y que no involucran a los estudiantes de manera activa fomentan una mayor deserción de las actividades y clases planificadas de manera tradicional.

A pesar de que se han desarrollado múltiples estudios sobre la importancia de utilizar actividades novedosas que fomenten la motivación de los estudiantes para una mejora en los aprendizajes, creemos que en este trabajo además de corroborar esta información, logramos visibilizar que la motivación es un factor determinante para la cohesión de los grupos (Lahiguera, C., Abad, A., & Silla, J., 2009, p.274) y el desarrollo de la participación en las actividades planeadas con la idea de movilizar el pensamiento crítico en estudiantes, con esto afirmamos que la motivación puede ser un factor determinante para el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico en relación con contenidos de expresión génica en estudiantes de educación media superior.

7.3. Contacto de los grupos de estudio y sus implicaciones

Por otro lado nos parece importante aclarar que, durante la aplicación de la secuencia didáctica se presentó una condición poco estudiada durante la planeación de la práctica y es poner a prueba un diseño de secuencia didáctica comprobando los resultados obtenidos al contrastar las reacciones de estudiantes ante dos distintas secuencias de actividades con objetivo similares, lo que suponía trabajar con dos grupos un mismo tema modificando la metodología implementada

en cada uno, no tomamos en consideración por la relación preexistente entre los grupos y la socialización que esto supone entre los integrantes de los mismos.

La socialización de los estudiantes durante la aplicación de la secuencia presentó nueva información que no se tenía contemplada y que fue crucial para la recolección de datos sobre los alcances de la secuencia diseñada, ya que nos dio la posibilidad de considerar la importancia de las relaciones que existen entre el desarrollo de las actividades y la motivación (Hernández, F., & Olivo-Franco, J., 2020, p.19) además de las implicaciones que los profesores pueden generar en el trato diferenciado hacia los grupos que atienden.

Por un lado encontramos que las diferencias metodológicas utilizadas fabricaron un ambiente de hostilidad del grupo control, dificultando llevar a cabo las actividades planteadas, el hecho de no considerar dentro de la planeación la posibilidad de que los grupos con los que se trabajó estuvieran en contacto presentó una variable a considerar dentro de la investigación, es decir, que este hecho puede modificar de manera significativa los resultados esperados y que desde luego influir en la “dinámica escolar” mostrando alteraciones conductuales, eliminando los “estímulos agradables con todos sus sentidos”(Barroso, A., Barroso, R., & Parra, G., 2013, p.42) , perjudicando el desarrollo de las actividades educativas planificadas.

La relación existente entre los dos grupos era ineludible debido a las características de la institución donde se efectuaron los trabajos, lo que fomentó que los grupos compartieran la metodología con las que se trabajaron los contenidos y desde luego fueron relacionando y comparando las formas de trabajo, lo que influyó directamente en el aprovechamiento del grupo control dificultando el desempeño de los estudiantes y mermando la disposición y la permanencia en el salón de clases.

Lo anterior fue un punto angular que nos hizo reconsiderar la “ética de la investigación” (Rosales, 2022, p.4) docente y cómo es que el hecho de tratar de analizar los alcances de los métodos de enseñanza debe pugnar por realizar acciones que fomente prácticas profesionales que luchen por un desarrollo del conocimiento, pensando directamente en la importancia de considerar que el trabajo

que se realiza involucra directamente seres humanos y que serán susceptibles de pensamientos y sentimientos al considerar que han sido tratados de manera diferente.

Es de esta manera que el hecho de considerar el trabajo de investigación educativa puede optar por estrategias diferentes en relación con la comparación de resultado entre individuos que son presentados ante temas semejante, pero en condiciones diversas, es una consideración que vale la pena tomar.

Es así, que podemos presentar recomendaciones desde los resultado del trabajo de investigación, indagación y análisis siendo imprescindible considerar la posible relación y socialización de los grupos sometidos a las actividades como una variable en futuros trabajos de investigación que consideren poner en práctica la comparación de resultados en contraste de dos grupos que estén directamente en contacto y que por lo tanto tengan la capacidad de contrastar el trabajo que se realiza en el día a día de las secuencias didácticas.

7.4. La importancia del análisis cualitativo

Durante la aplicación de la secuencia didáctica se presentaron oportunidades para el análisis de evidencias cualitativas y cuantitativas de acuerdo con las consideraciones de las actividades planificadas y realizadas en el día a día de las clases frente a grupo, presentándonos además como las condiciones imprevistas pueden surgir sin previo aviso, dando la oportunidad de analizar y considerar cuales pueden ser las alternativas de solución ante estas circunstancias.

Para nuestra investigación se planificaron instrumentos de evaluación cualitativa y cuantitativa para determinar los alcances de la secuencia didáctica, un instrumento principal y tres secundarios, además de integrar un diario de campo; el instrumento principal fue un cuestionario que mostrara datos cuantitativos sobre el desarrollo de habilidades y conceptos sobre el tema de la expresión génica, instrumento que requería varias condiciones para poder ser concluyente, condiciones que desgraciadamente no pudimos controlar y que no fueron favorables dificultando su

análisis, focalizando el trabajo de sistematización de la práctica a partir de los instrumentos que planteaban captar datos cualitativos y en estos fue donde pusimos énfasis para el desarrollo de la investigación.

Gracias a estas circunstancias logramos identificar que la “sistematización como estrategia para comprender más profundamente las prácticas” (Torres, A., 1999, p.7) es vital en trabajos de investigación educativa, donde hasta cierto punto es complicado poder identificar y controlar todas las variables a las que está sujeta la práctica docente, convirtiendo a la sistematización, categorización, análisis, conceptualización y teorización a partir de las experiencias presentadas en los salones de clase.

Es decir que a la vista de este trabajo de investigación y considerando los datos obtenidos a partir de la comparación de los resultados de aprovechamiento contenidos y las condiciones presentadas durante la puesta en práctica de las secuencias, recurrimos al análisis exhaustivo de los materiales que recolectamos como evidencia de las actividades presentadas en los salones de clase.

Gracias al análisis exhaustivo de las evidencias obtenidas logramos clasificar los resultados en diferentes aspectos tales como el desempeño escolar, la motivación, la organización de contenidos en el área de biología, evaluación y en didáctica de la biología, ya que a partir de la información obtenida fue preciso tratar de teorizar en relación con los alcances que logramos identificar en la comparación de las secuencias didácticas que se realizaron.

Es de esta manera que logramos observar el valor profundo, fiable, y contextual de las aportaciones cualitativas a partir de la consideración de la “observación y la interpretación de situaciones y experiencias” (Cubero, K., & Villanueva, L., 2014, p.40) que las secuencias didácticas pueden ofrecer y cómo es posible realizar una evaluación cualitativa de los avances generales de las clases, a partir de una sistematización lo más objetivamente posible de las actividades y sucesos que acontecen en el día a día de los grupos.

7.5. Evaluación y la taxonomía SOLO

Para poder determinar los alcances de los resultados utilizamos la taxonomía SOLO, que busca determinar objetivamente el desarrollo que existe en el pensamiento de los estudiantes de acuerdo como señala Huerta (1999, p.292) con el progreso estructural observable de las respuestas o ideas presentadas, como paradigma que ayuda a visibilizar la movilidad del pensamiento dentro de cinco categorías que se basan en el análisis y evaluación del nivel de complejidad de las respuestas presentadas transitando desde el plano cuantitativo hasta el cualitativo, aportando evidencias sobre el desarrollo del pensamiento crítico mientras se realizan actividades planificadas dentro de la secuencia didáctica.

La taxonomía utilizada está diseñada para su uso y desarrollo en educación superior, pero los trabajos realizados en educación media superior han dejado un fuerte ejemplo de su pertinencia, por ejemplo Flores & Juárez (2017) en el trabajo titulado “Aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo de competencias matemáticas en Bachillerato”, donde utilizan la taxonomía SOLO para evaluar su secuencia de aprendizaje, así como Obreque, Salvatierra, Díaz & Mosqueira (2017) “Evaluación de las respuestas de estudiantes con excelente calificación en biología, según género, desde la taxonomía SOLO”, quienes aplican la taxonomía SOLO en el campo de estudio de la Biología.

Es por esto y debido a la complejidad de los contenidos, a los objetivos y a la necesidad de obtener evidencia del desarrollo de pensamiento crítico en los estudiantes, que decidimos la implementación de la taxonomía SOLO en estudiantes de bachillerato.

La categorización de la taxonomía fue utilizada específicamente en el análisis de la evolución de las ideas y postulados realizados y diseñados por los estudiantes, los cuales buscaban conocer la profundidad de los conocimientos aprendidos a partir de las actividades planteadas.

Finalmente a partir de los resultados es que logramos identificar que la taxonomía puede apoyar en la determinación de los avances que existen en el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de nivel medio superior, utilizando la capacidad de concreción de ideas y justificación de las mismas desde un punto conceptual, “determinando el nivel de desarrollo cognitivo de los estudiantes, en situación de clase” (Obreque, A., Salvatierra, M., Díaz-Levicoy, D., & Mosqueira, C. 2017, p.4183-184).

Mostrando el desarrollo del pensamiento crítico y visibilizándolo a partir de la categorización de las respuestas presentadas por los estudiantes en cada momento de la secuencia didáctica, dando la oportunidad de comprobar en qué nivel del proceso de pensamiento se encuentran las ideas sobre los contenidos tratados, presentado así oportunidad para mejorarlos.

Desde aquí es importante aclarar que teóricamente no existe una relación directa que asocie la taxonomía SOLO con el pensamiento crítico, o por lo menos no que las posiciones como procesos determinantes el uno del otro, con fines pragmáticos decidimos ponerla en práctica, con la idea de poder determinar los alcances de la secuencia didáctica en relación con el diseño, valoración y justificación de ideas sobre la expresión génica.

7.6. Análisis cualitativo de las preguntas abiertas del pretest y el post-test grupo experimental.

Del total de estudiantes que realizaron las pruebas encontramos que antes de la secuencia didáctica 8 estudiantes lograron obtener el nivel 2 de la taxonomía que dice “en el nivel, uniestructural existe un aumento cuantitativo de los conceptos estudiados, es así que podemos encontrar la terminología apropiada del tema en cuestión, en menor medida y se encuentran indicios preliminares para la comprensión” desde nuestra descripción encontramos las siguientes respuestas a la pregunta “de manera compleja y justificada explica ¿qué es la síntesis de proteínas y qué relación tiene con la expresión génica?”:

Las respuestas que logramos encontrar en el nivel 2 son las siguientes:

Respuesta 1: *“Con los elementos orgánicos se generan proteínas y el código genético dictamina la forma y uso de ellos”*

Respuesta 2: *“Son ribosomas que sintetizan las proteínas y se expresan genéticamente con ADN”*

Respuesta 3: *“La síntesis de proteínas es cuando tu ingieres y tu cuerpo las procesa para ayudar a la creación de tus músculos y tienes que ver con la expresión genética para así formar tus núcleos y eso”*

Respuesta 4: *“Es el proceso mediante el cual adquirimos energía para que nuestro cuerpo pueda realizar ciertos procesos orgánicos y se relaciona con esta y que la genética se lleva a cabo mediante la síntesis de proteínas”*

Una vez realizada la propuesta didáctica logramos apreciar una movilización considerable en relación con la comprensión del tema, dentro de las estructuras mentales de los estudiantes, encontrando los siguientes datos: del total de estudiantes, 1 estudiante logró presentarse entre el nivel 3 y 4 de la taxonomía, cuatro estudiantes están en el nivel 3, y 9 estudiantes en el nivel 2.

Las respuestas que logramos encontrar en el nivel 3-4 son las siguientes:

Respuesta 1: *“Es cuando se van formando las proteínas, esto se forma gracias al ADN que después se transforma en ARN y con esto en los ribosomas se van leyendo códigos/letras que se utilizan para ir formando las proteínas. Tiene que ver con que todo es un proceso y dependiendo de las letras que tengan se forman diversos elementos que nos forman a nosotros”*

Las respuestas que logramos encontrar en el nivel 3 son las siguientes:

Respuesta 1: *“La síntesis de proteínas se genera por ribosomas que transforman aminoácidos a distintos tipos de proteínas, mucha porque se relaciona con nuestro ADN (genes) y procesos distintos, como órganos y sistemas completo”*

Respuesta 2: *“Todas las células, moléculas o letras que se crean del ADN y pasan del ARN, pero lo único que los cambio es a T con el ADN y la U con el ARN. Primero*

se empieza con metionina, ya lo demás pasa diferente o como sea y al final terminar con PARO y lo que sigue es que se crean las proteínas.”

Respuesta 3: “Es el proceso anabólico mediante el cual se forman las proteínas y es el proceso que permite obtener proteínas a partir de genes, los genes son secuencias de nucleótidos de ADN”

Respuesta 4: “Son como piezas de lego, cada pieza es un nucleótido y al unir varias y lograr una forma, la forma es la proteína. Explica los procesos del ADN a las proteínas”

A partir de estas respuestas y desde nuestro análisis encontramos que existe una diferencia notable en la comprensión del tema y el desarrollo de pensamiento crítico, gracias a que a partir de las actividades, los estudiantes lograron estructurar ideas concretas, con la capacidad de relacionar conceptos y sus significados y ponerlos en práctica ante situaciones diversas, justificando su pensamiento con base en la experiencia de las actividades, aspirando a dar un significado personal, que se refleja en el uso de “la metáfora... como un mecanismo que permite la conceptualización y reconceptualización del mundo” (Fajardo, 2006, p.48) o explicaciones a manera de procesos, generando respuestas que no incluyen repetición de conceptos y acercándose a un ejercicio de “transposición didáctica” (Chevalard, 1985, p.45, citado por Diaz, 2003, p.38), del aprendizaje dejando evidencia de un pensamiento crítico.

En términos de habilidades del pensamiento crítico logramos identificar la “explicación... como la capacidad de presentar los resultados del razonamiento” (Facione, A., 2007, p.4-6) esto debido a la habilidad que presentan los estudiantes de describir y justificar procedimientos, además de presentar argumentos sólidos para la definición de la expresión génica, encontramos también la “Interpretación como el acto de comprender y expresar el significado” (Facione, A., 2007, p.4-6), ya que pueden generar una decodificación e la información y presentarla de manera clara.

7.7. Actividades del grupo control

La evaluación de la investigación partió considerando un instrumento de recolección de datos de manera cuantitativa, utilizando principalmente un pre test y pos-test que pretendía identificar el nivel de aprovechamiento de los estudiantes, pero mientras fue avanzando la práctica de la secuencia didáctica nos encontramos con la dificultad de tratar de evaluar los avances a partir de un cuestionario, ya que una secuencia didáctica debe de contemplar la totalidad de las actividades para poder determinar los alcances de los objetivos planteados, es por lo tanto que consideramos de suma importancia retomar la información cualitativa con el fin de determinar si las actividades funcionaron y en qué medida.

Una vez contempladas las actividades cualitativas de las secuencias didácticas presentadas, nos percatamos que al considerar en nuestra investigación la aplicación de dos secuencias didácticas diferentes, con actividades prácticas y actividades pasivas y teóricas observamos que uno de los grupos estaba en desventaja ocasionado pérdida de motivación y rechazo a los contenidos presentados.

Al considerar el trabajo con dos grupos dentro de la investigación nos llevó a una discusión sobre la “ética en las investigaciones educativas” (Rosales, 2021, p.4), pedagógica y moral, debido a que estamos tratando con el aprendizaje de seres humanos, considerando entonces que el hecho de trabajar los mismos temas con dos grupos diferente y en distintas circunstancias, podía presentar dificultades infranqueables.

Es de esta manera que, al analizar los datos obtenidos en los cuestionarios, el diario de campo y las actividades realizadas en el grupo control, se identificó que en el instrumento de pos-test el total de estudiantes que realizaron la prueba se redujo drásticamente en comparación con el pre-test realizado, e igualmente en comparación con el grupo experimental, lo que atribuimos directamente a una falta de motivación en las actividades escolares diseñadas para el grupo control.

Es por este motivo que vemos la necesidad de replantear la manera de tratar las actividades del grupo control en relación con el aprovechamiento de los estudiantes

y considerar evitar complicaciones que puedan intervenir en el aprendizaje de los estudiantes de manera negativa, sin perder de vista la producción de conocimiento y experiencias ricas que fomenten un desarrollo profesional de los futuros docentes.

7.8. Cuadro de pertinencia sobre la intervención educativa.

En el siguiente apartado integramos un cuadro de pertinencia que, en términos sintéticos de nuestra observación y análisis de la intervención educativa, trata de rescatar los puntos sobresalientes sobre lo que se llevó a cabo.

Para su elaboración se rescató una sistematización de la experiencia y observación que se tuvo durante la elaboración, diseño y aplicación de la intervención educativa, por lo que se categorizó en los siguientes ítems para evaluar la pertinencia respecto a la herramienta para valorar la calidad de los aprendizajes, materiales, tiempo y motivación; viabilidad de la estrategia: la efectividad en cuanto a los contenidos conceptuales y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico; evaluación (pre-test y pos-test): a partir de los procesos de la evaluación para comparar el desempeño académico de los y las estudiantes antes y después de la intervención; taxonomía SOLO: como evaluación cualitativa empleada.

En términos de la pertinencia decidimos la implementación de una “escala estimativa” (Tobón, 2017, p.66) que nos apoyara con una percepción concreta de lo que logramos observar durante nuestra experiencia pedagógica en el centro educativo, por lo tanto, nos decantamos en términos de Tabón (2017, p.67), por lo que se valora en virtud de la calidad de los indicadores evaluados, integrando cinco categorías: destacado, satisfactorio, básico, insuficiente y ausente.

La escala estimativa de Tobón (2017, p.67) considera desde aquellos elementos que están por encima de lo satisfactorio en relación con los indicadores evaluados (Destacado), que cumplen con la eficiencia y cumplimiento de los mismos (Satisfactorio), que abordan los aspectos primordiales (Básico), que se relaciona con ellos, pero sin referirse a los aspectos primordiales (Insuficiente) y que no tienen relación con el indicador evaluado (Ausente).

Tabla 3. Cuadro de pertinencia sobre la intervención educativa.

Categoría	Pertinencia	Resultados
Viabilidad de la estrategia	Satisfactorio	<p>La estrategia tuvo capacidades de llevarse a cabo en condiciones favorables, debido a la planificación de las actividades tomando en cuenta las características del universo de aplicación.</p> <p>Las exposiciones, las actividades lúdicas y presentación de videos, fueron agradables a los estudiantes y pudimos observar que rindieron frutos en relación con los temas abordados.</p> <p>Los materiales que se utilizaron en la secuencia didáctica, fueron de gran apoyo para la comprensión de los temas, así como la evolución de las habilidades del pensamiento crítico.</p> <p>Lo anterior debido principalmente a que los materiales eran agradables al tacto, a la vista y además estaban relacionados directamente con los estudiantes y con los temas revisados en clases.</p> <p>En el caso específico de la actividad experimento de Griffith logramos apreciar que pueden ser perfectible.</p>
Aprendizaje	Satisfactorio	<p>En relación con los aprendizajes observamos que sucede una progresión de contenidos y la evidencia de ello es; que se presentaron conceptos teóricos en las respuestas de las actividades, así como en los diálogos presentes en los estudiantes.</p> <p>Existió una oportunidad de perfeccionar la actividad “experimento de Griffith”, ya que,</p>

		durante la aplicación, identificamos desaciertos en relación con la presentación del material.
Habilidades	Destacado	<p>En relación con las habilidades desarrolladas encontramos indicios de conexión entre los contenidos científicos, las habilidades científicas y las habilidades del pensamiento crítico.</p> <p>Los estudiantes durante las actividades planteadas lograron relacionar contenidos con habilidades prácticas y fueron capaces de generar conexiones entre lo estudiado y las actividades.</p>
Motivación	Destacado	<p>Las actividades que se desarrollaron en la secuencia didáctica, propiciaron que los estudiantes se mostraran motivados ante la elaboración de la práctica, lo que beneficio en los aprendizajes deseados y facilito la aplicación de la secuencia en tiempo y forma.</p> <p>Se identifico la diversidad en las actividades como apoyo para el desarrollo de aprendizajes.</p> <p>Además, los materiales generaron expectativas que favorecieron la atención y el compromiso para su elaboración.</p>

8. CONCLUSIONES

Las secuencias didácticas son herramientas de organización y planeación de actividades educativas que sitúan al proceso de enseñanza y al proceso de aprendizaje como ejes rectores de una metodología que propicia aprendizaje en los estudiantes, este trabajado de grado se pensó desde una óptica Interestructurante, buscando la formación integral del estudiante considerando los contenidos conceptuales y habilidades socioemocionales, así como las relaciones de los estudiantes y los contenidos con su contexto.

Para lograr concretar los objetivos de esta investigación se realizó el diseño y la puesta en práctica de una secuencia didáctica, que relacionara los contenidos de la expresión génica con actividades educativas que desarrollarán el pensamiento

crítico en estudiantes de EMS, teniendo como resultado la sistematización de la práctica y resolviendo los objetivos planteados en la investigación.

Dentro de las habilidades que se desarrollaron con esta secuencia son la capacidad de presentar juicios objetivos y justificados sobre la expresión génica, la posibilidad de juzgar información y poder deducir si es aparentemente verdadera o no y tener la posibilidad de indagar para justificar lo que se presenta como aparentemente verdadero, además de esto también se buscó la posibilidad de analizar el pensamiento, antes y después de la acción, buscando errores y aciertos con la finalidad de poder mejorarlo.

En este sentido encontramos que la secuencia logró posicionar a los estudiantes en espacios de motivación para el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, al utilizar estrategias que posibilitaron la autorregulación del conocimiento, buscando que los estudiantes pudieran mejorar su proceso de pensamiento, utilizando temas correspondientes a la expresión génica.

En relación con el aspecto conceptual se buscó que el estudiante lograra identificar los conceptos, ideas y postulados principales sobre la expresión génica, tratando de que estos estuvieran presentes durante las sesiones que contempla la secuencia didáctica, buscando que el acercamiento de tales contenidos fueran los más preciso y simple considerando la edad cognitiva y la experiencia de los estudiantes.

Las actividades que trataron de relacionar las tres características mencionadas anteriormente, (pensamiento crítico, habilidades críticas y conceptos de expresión génica) se unificaron en las actividades planificadas, con la idea de que, con las experiencias surgidas a partir de la realización de las mismas, pudiéramos observar modificaciones en los tres ámbitos mencionados.

Y efectivamente logramos identificar que las actividades donde intervienen aspectos lúdicos, críticos, participativos y dialógicos, permiten realizar una síntesis entre saberes propios y conceptos teóricos presentando espacios de oportunidad para el desarrollo integral de los estudiantes, planteando bases sustentadas en experiencias para el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico y fomentando

la comprensión de conocimientos especializados tales como la síntesis de proteínas.

En relación con la evaluación de la propuesta didáctica, en primer momento no fue concluyente debido a que se utilizó una base de datos estadística que ofrecía únicamente información sobre las calificaciones de los instrumentos por alumno y la cantidad de respuestas correctas e incorrectas, posteriormente se decidió que la mejor manera de presentar la información es a partir de la movilidad conceptual de los estudiantes en relación con el tema, ya que logramos identificar que el mencionado instrumento presenta una dificultad avanzada y que cuesta trabajo para los estudiantes relacionar los cuestionamientos con los conceptos y actividades tratadas en clases.

Para tal fin decidimos utilizar la taxonomía SOLO para identificar la movilidad conceptual, considerando como información primordial los datos cualitativos presentes en el diario de campo y las respuestas planteadas por los estudiantes en las pruebas valorativas realizadas al inicio y al final de la secuencia.

Una vez comparados los resultados del pre-test y el pos-test identificamos que, en el caso del grupo experimental, se vio una mejoría significativa en relación con las frecuencias de aciertos en el instrumento, ya que en el pos-test encontramos que las frecuencias se inclinaban sobre los 3 y 4 aciertos, movilizandole la gráfica de frecuencia, generando la visión de avance en los contenidos disciplinares.

Ante esta consideración, el análisis que logramos encontrar tiene que ver con un desarrollo del grupo experimental a partir de las actividades diseñadas y puestas en práctica, ya que observamos en primera instancia que la cantidad de respuestas correctas se incrementa en comparación con el grupo control, teniendo el grupo experimental una cúspide en 3 y 4 aciertos lo que nos lleva a pensar en el desarrollo conceptual del grupo experimental en relación con una secuencia didáctica que motiva, desarrolla, cuestiona y dialoga sobre el tema de la expresión génica.

Es de esta manera que podemos argumentar que la presente investigación mostró evidencias de avance en los siguientes aspectos: a) el desarrollo de contenidos

conceptuales sobre la expresión génica, b) la motivación escolar para fomentar la permanencia de estudiantes dentro de los salones de clase, c) el desarrollo de habilidades para diseñar explicaciones justificadas sobre los temas de expresión génica, además se encontraron, d) indicios de aprendizaje de conceptos básicos fundamentales para la comprensión del tema, incluyendo bases concretas con la posibilidad de entablar diálogos bidireccionales entre estudiantes y docente, más allá de simples tautologías en clase, e) Intereses y curiosidades del alumno y f) un mejor ambiente de clases.

En relación con el progreso de habilidades del pensamiento crítico, logramos profundizar en su desarrollo, centrando nuestra atención en la justificación de ideas correspondientes al tema mediante la implementación de conceptos propios, utilizando terminología adecuada con la temática, lo que se fue visibilizando gracias a las evidencias recolectadas en los ejercicios, los cuales tenían como objetivo evaluar las ideas principales del tema y proponer a los estudiantes el diseño de explicaciones para facilitar la comprensión conceptual sobre la expresión génica.

Una vez realizado el análisis de las actividades educativas que utilizaron la herramienta del diálogo como eje fundamental en las sesiones de trabajo, observamos la implementación de conceptos teóricos en las explicaciones de los estudiantes, relacionándolos con sus saberes previos y realizando una síntesis de ambos conocimientos con motivo de crear una argumentación justificada para las participaciones en clase, lo cual se reflejó de manera escrita en las justificaciones plasmadas en el pos-test.

Por lo tanto, podemos concluir que las actividades didácticas implementadas dentro de la secuencia didáctica fomentan el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, motivan a la comunidad escolar y fomentan la comprensión de conceptos fundamentales de la expresión génica.

9. PERSPECTIVAS

El trabajo de investigación presentó resultados estimulantes en relación a diversos objetivos planteados que dieron oportunidad de identificar aciertos y puntos de interés para futuras investigaciones, dentro de los cuales rescatamos los siguiente:

Creemos en la necesidad de considerar la revisión, el diseño, elaboración y puesta en práctica de las pruebas tipo pre-test y pos-test, ya que su aplicación plantea una ruta de análisis que se enfoca en la obtención de resultados cuantitativos y alejándonos de las características cualitativas de los procesos de enseñanza, por lo tanto, proponemos que su aplicación esté acompañada de análisis de cada una de las actividades didácticas realizadas.

Durante la investigación logramos observar la importancia del diagnóstico del universo en relación con los contenidos que tienen los estudiantes de la temática tratada, además, identificamos que las pruebas realizadas tenían un nivel de complejidad superior a los requerimientos básicos en educación media superior, por

lo cual se planteó reacondicionar la prueba, lo que se realizó y se presenta una propuesta dentro de los anexos (Anexo 7).

De igual manera, existe un punto de interés en el estudio exhaustivo de las estrategias utilizadas con el grupo control, ya que es posible que existan desventajas en el aprovechamiento escolar, debido a la secuencia utilizada.

Así como la posibilidad de recabar información que ayude en el análisis y la comprensión de los procesos de aprendizaje en los estudiantes, con esto planteamos la necesidad de un escrutinio más estricto en relación con las actividades del grupo control.

Finalmente se plantea la revisión y el perfeccionamiento de la propuesta didáctica, con la finalidad de poder presentarla como una alternativa de estrategia para el tema de la expresión génica con posibilidades de adecuación a cualquier nivel educativo.

Para lograrlo es necesario la generalización de las actividades para su implementación y la fabricación con materiales de fácil acceso, buscando su aplicación en la mayor cantidad de experiencias docentes.

Aunado a esto, logramos identificar la motivación escolar como un tema que resultó significativo para la conclusión del trabajo de grado, en este sentido creemos que es posible continuar la línea de investigación, contemplando los efectos que puede presentar ante el desarrollo de las temáticas de la expresión génica en estudiantes de nivel medio superior.

10. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Ageitos N., Puig B. y Calvo Peña X. (2017). Trabajar genética y enfermedades en secundaria integrando la modelización y la argumentación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (1), 86-97.
<https://www.10498/18848>
- Barroso, A., Barroso, R., & Parra, G. (2013). *Las dinámicas grupales y el proceso de aprendizaje*. Instituto Politécnico Nacional.
- Biggs, J. y Tang, C. (2011). *Enseñanza para el aprendizaje de la calidad en la universidad*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Bañó, C., Pamblanco, M., Peretó, J., & Sendra, R. (2007). *Fundamentos de bioquímica* (Vol. 96). Universitat de València.
- Buckley, D., Stahl, D., Martinko, J., & Madigan, M. (2015). *Brock, biología de los microorganismos*, 14^o Edición. Pearson.
- Bruni, D. M. A., & Puigbó, J. J. (2020). Epigenética: una aproximación. *Gaceta Médica De Caracas*, 119(2), 93–112. Recuperado a partir de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_gmc/article/view/18000
- Carracedo A. (2012). *Las bases genéticas de la enfermedad*. Conferencia impartida en la Cátedra Jorge Juan, Universidade da Coruña, 17 de noviembre de 2012. <http://hdl.handle.net/2183/13517>
- Clark, MA, Douglas, M. y Choi, J. (2018). *Biología 2e*. Houston, Texas: OpenStax. Com. ISBN-13: 978-1-947172-52-4
- Contreras, J.(1994). *Enseñanza, curriculum y profesorado*. Akal universitaria.
- Cubero, K., & Villanueva, L. (2014). La evaluación cualitativa en el proceso enseñanza - aprendizaje como principio fundamental de una formación más humanista. *Revista Nuevo Humanismo*, 2(1). <https://doi.org/10.15359/rnh.2-1.3>
- De Agüero, M. (2004). ¿Qué es un modelo pedagógico?. *DIDAC*, 43, 49-55.
- Díaz, T. (2003). La interpretación histórico-cultural de la transposición didáctica como puente de emancipación del aprendizaje y la enseñanza. *Revista Praxis*, 3, 37-56.

- Duhalde, M. (2008) Pedagogía crítica y formación docente. En Paulo Freire. Contribuciones para la pedagogía. M., Godotti, M., Gomez, J., Mafra, A., Fernandes de Alencar (compiladores). CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, Buenos Aires. ISBN 978-987-1183-81-4
- Ennis, R. (1991). Critical thinking: A streamlined conception. *Teaching Philosophy*, 14, 15-24. <http://dx.doi.org/10.5840/teachphil19911412>
- Facione, P. (2007) Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. Measured Reasons LLC. ISBN 13:978-1-891557-07-1
- Fajardo, L. (2006). La metáfora como proceso cognitivo. *Forma y Función* , (19), 47-56. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-338X2006000100003&lng=en&tlng=es.
- Freire, P. (2004). La importancia de leer y el proceso de liberación. México: Siglo Veintiuno, Ed.
- Freire, P. (2005). Pedagogía del oprimido. Siglo Veintiuno, Ed.
- Freire, P. (2005). Cartas a quien pretende enseñar. Siglo Veintiuno, Ed.
- Freire, P. (1984). ¿ Extensión o comunicación? la concientización en el medio rural. Siglo Veintiuno, Ed.
- Fernández, A. G. (2007). Modelos de motivación académica: una visión panorámica. *REME*, 10(25), 1.
- Flores G., & Juárez, L.(2017). Aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo de competencias matemáticas en Bachillerato. *Revista electrónica de investigación educativa*, 19(3), 71-91.
- García, A. (2012). Pensamiento crítico. Instituto de investigaciones sociales.UNAM
- Galván, A., & Siado, E. (2021). Educación Tradicional: Un modelo de enseñanza centrado en el estudiante. *CIENCIAMATRIA*, 7(12), 962-975. <https://doi.org/10.35381/cm.v7i12.457>.
- García, J., Medina, M., & Sánchez Sánchez, E.(2014). Niveles de razonamiento de estudiantes de secundaria y bachillerato en una situación-problema de probabilidad. *Avances de Investigación en Educación Matemática*.
- González Garzón, J. (2014). Enseñanza del dogma central de la biología molecular mediante el uso de laboratorios a estudiantes de educación media.

(Trabajo de grado Maestría, Universidad Nacional de Colombia)
repositorio.unal.edu.co. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/53099>

- Herráez, Á. (2012). *BIOLOGÍA MOLECULAR e INGENIERÍA GENÉTICA*. Elsevier Health Sciences.
- Hernández, F., & Olivo-Franco, J. (2020). Dificultades del profesorado en sus funciones docentes y posibles soluciones. Un estudio descriptivo actualizado. *Ciencia y Educación*, 4(2), 7-25.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-hill.
- hooks, b. (2010). *Teaching Critical Thinking: Rractical Wisdom*. Routledge, Ed.
- Huerta, M.(1999). Los niveles de Van Hiele y la taxonomía SOLO: Un análisis comparado, una integración necesaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 291-309.
- Karp, G. (2011). *Biología celular y molecular: conceptos y experimentos 6a*. McGraw Hill.
- Larrosa, J. (2006). Sobre la experiencia. *Aloma: Revista De Psicología, ciències De l'educació I De l'esport Blanquerna*, [en línea], n.º 19, pp. 87-112, <https://www.raco.cat/index.php/Aloma/article/view/103367>
- Jude, J.; Nahmmacher, K. (2010). *El pensamiento crítico y la formación ética y humanística*. Departamento de Humanidades y Ciencias Sociales. ITESM. Morelia.
- Lahiguera, C., Abad, A., & Silla, J. (2009). Los procesos de participación social y participación orientada a la tarea y el aprendizaje como antecedentes de la cohesión grupal. Una perspectiva longitudinal. *Psicothema*, 21(2), 274-279.
- Morales, L. (2014). El pensamiento crítico en la teoría educativa contemporánea / Critical thinking in contemporary educational theory. *Actualidades investigativas en educación*, 14, 1-23. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44731371022>
- McLaren, P. (2005). *La vida en las escuelas, una introducción a la pedagogía crítica en los fundamentos de la educación*. Siglo Veintiuno, Ed.
- Nelson, D., David L. y Cox, M. (2009). *Lehninger principios de bioquímica (5a. ed.)*. Omega.

- Not, L. (2017). Las pedagogías del conocimiento. FCE.
- Obreque, A., Salvatierra, M., Díaz-Levicoy, D., & Mosqueira, C. (2017). Evaluación de las respuestas de estudiantes con excelente calificación en biología, según género, desde la taxonomía SOLO. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra), 4183-4190.
- Osses S., Sánchez I., & Ibáñez F. (2006). INVESTIGACIÓN CUALITATIVA EN EDUCACIÓN: HACIA LA GENERACIÓN DE TEORÍA A TRAVÉS DEL PROCESO ANALÍTICO. Estudios pedagógicos (Valdivia), 32(1), 119-133. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052006000100007>.
- Osses S., Sánchez I., & Ibáñez F. (2006). INVESTIGACIÓN CUALITATIVA EN EDUCACIÓN: HACIA LA GENERACIÓN DE TEORÍA A TRAVÉS DEL PROCESO ANALÍTICO. Estudios pedagógicos (Valdivia), 32(1), 119-133. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052006000100007>.
- Palacio, A. (2017). Propuesta de enseñanza que contribuya al aprendizaje significativo de la expresión génica. (Documento de trabajo, Universidad Nacional de Colombia) repositorio.unal.edu.co.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59946>
- Palmero, F. (2005). Motivación: conducta y proceso. Revista electrónica de motivación y emoción, 8(20-21), 1-29. <http://reme.uji.es/articulos/numero20/1-palmero/reme.numero.20.21.motivacion.conducta.y.proceso.pdf>
- Parker, N., Schneegurt, M., Thi-Tu, A.-H., Forster, B., & Lister, P. (2018). Microbiology. OpenStax, Ed. <https://openstax.org/books/microbiology/pages/1-introduction>
- Paul, R., & Elder, L. (2005). Estándares de Competencia para el Pensamiento Crítico. Fundación para el pensamiento Crítico, Ed. https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-Comp_Standards.pdf
- Prego, N., Puig, B. (2016). MODELIZAR LA EXPRESIÓN DE LOS GENES PARA EL APRENDIZAJE DE ENFERMEDADES GENÉTICAS EN SECUNDARIA. Revista Ensaio, 18, 65-84. <https://doi.org/10.1590/1983-21172016180104>
- Rosales, M. (2022). La ética en la investigación científica universitaria y su inclusión en la práctica docente. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 5(6), 15039-15058. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1454
- Tobón, S. (2017). Evaluación socioformativa. Estrategias e instrumentos. Mount Dora (USA):Kresearch.

- Torres, A. (1999). La sistematización de experiencias educativas: reflexiones sobre una práctica reciente. *Pedagogía y saberes*, 13(13), 5-15. <https://doi.org/10.17227/01212494.13pys5.15>
- Villarin, Á. r. J. (2003). Teoría y pedagogía del pensamiento crítico. *Perspectivas Psicológicas*, 3(4), 35–42. <https://ofdpinternacional.com/wp-content/uploads/2018/07/TEOR%C3%8DA-Y-PEDAGOG%C3%8DA-DEL-PENSAMIENTO-CR%C3%8DTICO.pdf>
- Zabala, A.V. (2008). *La práctica educativa. Cómo enseñar*. Editorial Graó. 233.

11. ANEXOS.

11.1. Anexo 1 (PRE-TEST Y POS-TEST)



“UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO”
CUESTIONARIO RECOLECCIÓN DE DATOS
Expresión génica
PROFR. EDISON PIÑÓN BRAVO
RESPUESTAS



Fecha _____

Escuela y grado que estudias _____

Instrucciones: encierra la respuesta que creas correcta.

Preguntas a contestar

- ¿Qué evento contradice el dogma central de la biología molecular?
 - Las enzimas poli-A polimerasa procesan ARNm en el núcleo.
 - Las enzimas endonucleasas se empalman y reparan el ADN dañado.
 - Los científicos usan enzimas de transcriptasa inversa para producir ADN a partir de ARN.
 - Los codones que especifican aminoácidos son degenerados y universales.
- De acuerdo con el dogma central, ¿cuál de los siguientes representa el flujo de información genética en las células?
 - Proteína a ADN a ARN
 - ADN a ARN a proteína
 - ARN a ADN a proteína
 - ADN a proteína a ARN
- ¿El ADN hace todo menos cuál de los siguientes?
 - Sirve como el material genético pasado de padres a hijos.
 - Permanece constante a pesar de los cambios en las condiciones ambientales.
 - Proporciona las instrucciones para la síntesis de ARN mensajero.
 - Es leído por los ribosomas durante el proceso de traducción.
- ¿Cuántos nucleótidos hay en 12 codones de ARNm?

- a. 12
 - b. 24
 - c. 36
 - d. 48
5. Los codones AUC y AUA en ARNm ambos especifican isoleucina. ¿Qué característica del código genético explica esto?
- a. Complementariedad
 - b. Codones sin sentido
 - c. Universalidad
 - d. Degeneración
6. Las células procariotas carecen de núcleo. Por lo tanto, los genes en las células procariotas son:
- a. Expresados todos, todo el tiempo.
 - b. Transcritos y traducidos casi simultáneamente.
 - c. Controlados transcripcionalmente porque la traducción comienza antes de que termine la transcripción
 - d. b y c son ambos verdaderos
7. Cuando el ribosoma alcanza un codón de paro, ¿Qué es lo que ocurre?
- a. Se incorpora una metionina
 - b. Se libera el polipéptido
 - c. Se forma un enlace peptídico
 - d. El sitio A se une a un ARNt cargado
8. Un científico introduce una mutación que hace que la subunidad ribosómica 60S no funcione en una línea celular humana. ¿Cuál sería el efecto previsto en la traducción?
- a. La traducción se detiene después de que se identifica el codón AUG de iniciación.
 - b. El ribosoma no puede catalizar la formación de enlaces peptídicos entre los ARNt en los sitios A y P.
 - c. El ribosoma no puede interactuar con los ARNm.
 - d. Los ARNt no pueden salir del sitio E del ribosoma.
9. Frederick Griffith infectó a ratones con una combinación de cepas bacterianas R y S muertas. ¿Cuál fue el resultado y por qué ocurrió?
- A. Los ratones vivirán. No se requirió transformación.

- B. Los ratones morirán. Se requirió la transformación del material genético de R a S.
- C. Los ratones vivirán. Se requirió la transformación del material genético de S a R.
- D. Los ratones morirán. No se requirió transformación.

10. De manera compleja y justificada explica ¿qué es la síntesis de proteínas y qué relación tiene con la expresión génica?



Ilustración 1 GRUPO EXPERIMENTAL REALIZANDO EL PRE-TEST

11.2. Anexo 2 (HOJA ACTIVIDAD JENGA)



“UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO”
JUEGO “JENGA”
PROFR. EDISON PIÑÓN BRAVO



Nombre del equipo: _____

Instrucciones:

El equipo que logre desarrollar los tres niveles y reúna la mayor cantidad de puntos ganará.

Cada equipo tendrá un máximo de 3 intentos para cada nivel, en caso de no lograrlo, deberán pasar al siguiente nivel y perderán el puntaje de esa ronda.

El juego comienza al colocar la torre de manera vertical, pero el nivel inicia una vez que hayan formado el aminoácido metionina, de ahí en adelante inicia el conteo de aminoácidos y se detiene en el momento que encuentren un codón de paro.

Sí llegasen a tirar la torre antes de haber concluido el nivel, deberán formar nuevamente la torre de manera vertical e iniciar de nuevo.

Puntaje:

Sí lo pueden hacer en el primer intento obtendrán 3 puntos.

Sí lo hacen en el segundo intento el nivel valdrá solamente 2 puntos.

Sí lo terminan en el tercer intento valdrá 1 punto.

Sí no lo pueden completar no tendrán ningún punto.

Integrantes del equipo:

1 _____

2 _____

3 _____

4 _____

5 _____

6 _____

Nivel 1:

Deberán crear una cadena de aminoácidos (Peptídica), lo más grande que puedan, iniciando con metionina y terminando con alguna combinación que determine algún codón de paro.

Intento 1

Intento 2

Intento 3

Puntaje del nivel: _____

Nivel 2:

Deberán crear una cadena de aminoácidos (Peptídica) de 5 aminoácidos iniciando con metionina y terminando con un triplete de paro.

Intento 1

Intento 2

Intento 3

Puntaje del nivel: _____

Nivel 3:

Deberán fabricar una cadena peptídica de al menos 7 aminoácidos, iniciando con metionina y terminando con un codón de paro.

Intento 1

Intento 2

Intento3

Puntaje del nivel: _____

Puntaje total del juego: _____



Ilustración 2 GRUPO EXPERIMENTAL REALIZANDO LA ACTIVIDAD LUDICA



Ilustración 3 MATERIAL PARA LA ACTIVIDAD "JENGA"

		Second letter					
		U	C	A	G		
First letter	U	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } UCC } Ser UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } UAA Stop UAG Stop	UGU } Cys UGC } UGA Stop UGG Trp	U C A G	
	C	CUU } CUC } Leu CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } CGC } Arg CGA } CGG }	U C A G	
	A	AUU } AUC } Ile AUA } AUG Met	ACU } ACC } Thr ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	U C A G	
	G	GUU } GUC } Val GUA } GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } GGC } Gly GGA } GGG }	U C A G	

Inician aquí.

Esenciales	No esenciales
Valina (Val , V) Leucina (Leu , L) Treonina (Thr , T) Lisina (Lys , K) Triptófano (Trp , W) Histidina (His , H) Fenilalanina (Phe , F) Isoleucina (Ile , I) Arginina (Arg , R) Metionina (Met , M)	Alanina (Ala , A) Prolina (Pro , P) Glicina (Gly , G) Serina (Ser , S) Cisteína (Cys , C) Asparagina (Asn , N) Glutamina (Gln , Q) Tirosina (Tyr , Y) Ácido aspártico (Asp , D) Ácido glutámico (Glu , E)

11.3. Anexo 3 (HOJA DE EJERCICIOS FÁBRICA DE PROTEÍNAS)

Primer ejercicio

HEMOGLOBINA

Fragmento de cadena peptídica:

**MVHLTPEEKSAVTALWGKVNVEVGGGEALGRLLVVYPW
TQRFESFGD**

CLOROFILA

Fragmento de cadena peptídica:

**MGSSRSRASATAKERLRWTQELHDRFVVAVNRLGGP
DRATPKGILKGM**

Segundo ejercicio:

HEMOGLOBINA

Fragmento del gen expresado:

**CATAGTGCATGGCCTCGATAAATTATGGTTCATTTAACTCCTGAAGAGAAAT
CCGCTGTCACAGCCCTCTGGGGCAAAGTAAATGTGGACGAAGTGGGGGGT
GAAGCATTGGGCAGGTTATTGGTCGTTACGCCATGGACTCAACGCTTTTTCG
AATCTTTCGGAGATTGACATTCACAAGAAGGGTTTTGT**

CLOROFILA

Fragmento del gen expresado:

**TAAAGCGGTGAAGTTCCAAAAATGGGTTCTTCCAGATCAAGGGCTAGCGCC
ACTGCAAAGAACGACTAAGATGGACCCAAGAGTTACATGATCGTTTTGTC
GTAGCCGTGAACCGATTGGGTGGCCCCGACCGAGCCACGCCGAAAGGTAT
CCTCAAGGGGATGTAGCCTTTCACCGATGTGGGTTT**

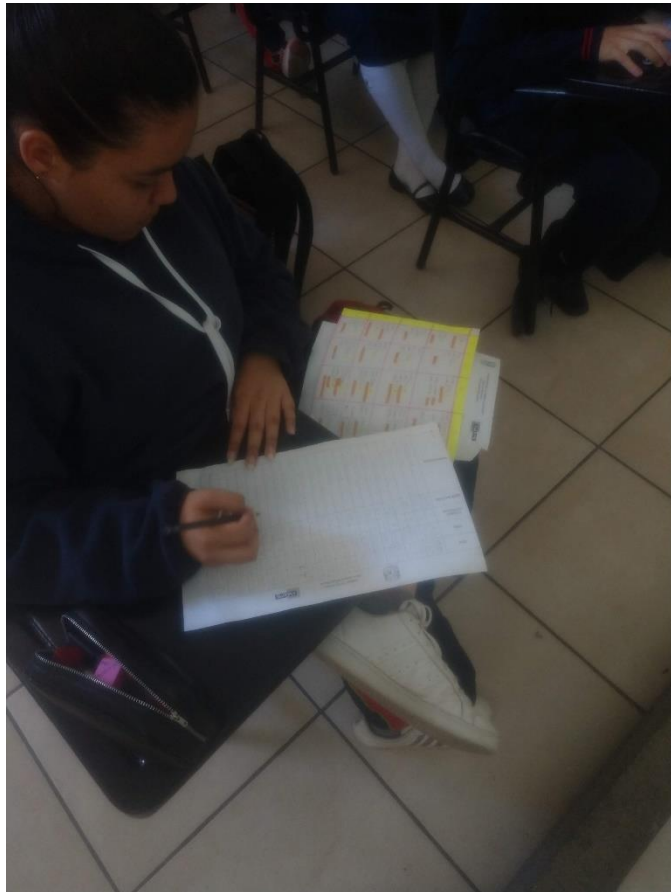


Ilustración 4 GRUPO EXPERIMENTAL REALIZANDO LA ACTIVIDAD FÁBRICA DE PROTEINAS

11.5. Anexo 5 (ACTIVIDAD EXPERIMENTO DE GRIFFITH)



“UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO”
EXPERIEMNTO DE GRIFFITH
PROFR. EDISON PIÑÓN BRAVO



Diagrama experimento de Griffith

Instrucciones: Expresa de manera clara y compleja ¿qué ocurre en cada imagen que se presenta?, además de justificar tus respuestas.

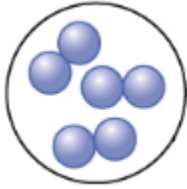
A.



- ¿Qué se representa en el primer círculo del diagrama?
- ¿Cómo justificas tu respuesta anterior?
- ¿Qué ocurre con el ratón cuando se le inyecta la sustancia?
- ¿Cómo justificas tu respuesta anterior?
- ¿Qué relación tiene la sustancia con lo que ocurre al ratón?

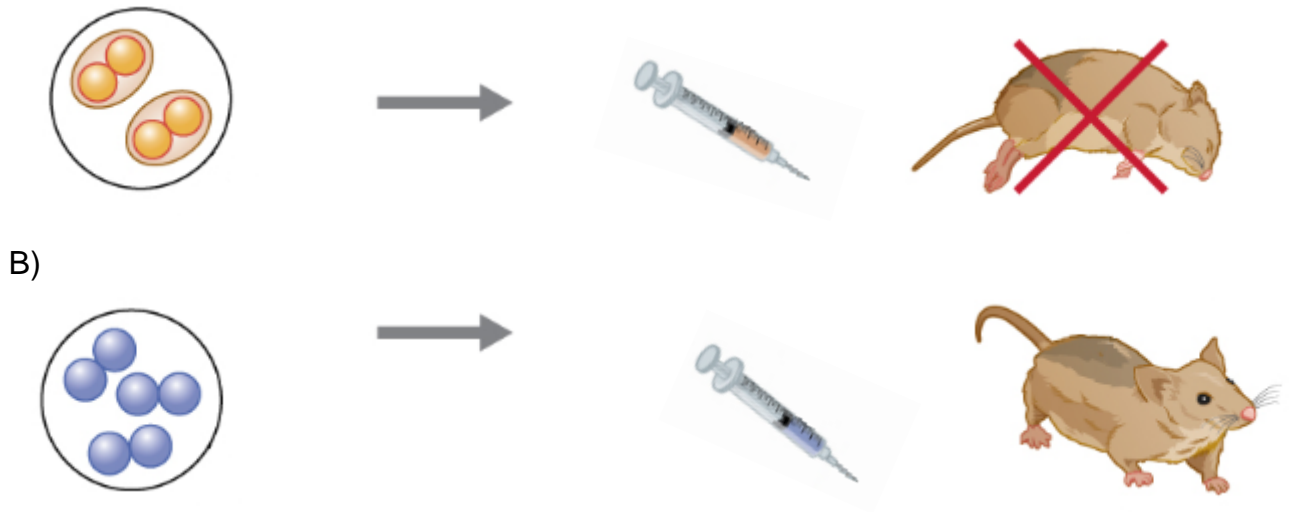
- ¿Cómo justificas tu respuesta anterior?

B.



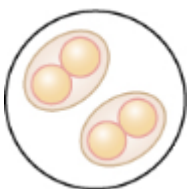
- ¿Qué se representa en el primer círculo del diagrama?
- ¿Cómo justificas tu respuesta anterior?
- ¿Qué ocurre con el ratón cuando se le inyecta la sustancia?
- ¿Cómo justificas tu respuesta anterior?
- ¿Qué relación tiene la sustancia con lo que ocurre al ratón?
- ¿Cómo justificas tu respuesta anterior?

A)



- Explica las diferencias entre el caso A y el caso B.
- Plantea una explicación lógica y justificada para lo que ocurre.

C.





- ¿Qué sucede cuando la sustancia es calentada?
- ¿Cómo justificas tu respuesta anterior?
- ¿Qué ocurre con el ratón cuando se le inyecta la sustancia?
- ¿Cómo justificas tu respuesta anterior?
- ¿Qué relación tiene la sustancia con lo que ocurre al ratón?
- ¿Cómo justificas tu respuesta anterior?

D.



- ¿Qué se representa en el primer círculo del diagrama?
- ¿Cómo justificas tu respuesta anterior?
- ¿Qué ocurre con el ratón cuando se le inyecta la sustancia?
- ¿Cómo justificas tu respuesta anterior?
- ¿Qué relación tiene la sustancia con lo que ocurre al ratón?
- ¿Cómo justificas tu respuesta anterior?

- Realiza y explica un esquema sencillo donde muestres ¿cómo podrías comprobar lo que le ocurrió al ratón en el diagrama D.

- Explica de manera lógica, para utilidad científica tiene el experimento antes descrito.



Ilustración 5 GRUPO EXPERIMENTAL REALIZANDO LA ACTIVIDAD "EXPERIMENTO DE GRIFFITH"

11.6. Anexo 6 (DIARIO DE CAMPO)

Miércoles 27 de noviembre del 2019.

El primer día que trabajamos con los grupos realizamos la presentación personal y los motivos por los cuales estábamos en la escuela, además realizamos la petición de trabajar de la manera más normal además de insistir en poner la mayor atención posible para tratar los temas, de igual manera solicitamos que “mantuvieran la mente abierta” para poder trabajar con actividades diferentes a las que ya venían trabajando.

En los dos grupos tanto en el experimental como en el control se dieron las mismas indicaciones, además de comentar que las actividades que realizaríamos tendrían como objetivo una revisión exhaustiva, con la finalidad de analizar cuál de las secuencias tendría mejores indicios de aprendizajes con relación a los contenidos de la expresión génica.

Después de las presentaciones correspondientes en los salones de clases, se realizaron los Pre-test (Anexo 1), a cada alumno se le asignó una prueba impresa que contenía diez preguntas, nueve de opción múltiple y una pregunta abierta, se utilizaron quince minutos para contestarla de manera individual.

En los dos grupos, los estudiantes comentaron que la prueba estaba muy complicada y que no sabían nada, a lo que se contestó que la idea de la prueba era marcar un punto de inicio en los contenidos que se tratarían en las siguientes clases.

Una vez realizados los pre-test en los grupos, dimos pie a las actividades de la clase, en el grupo experimental iniciamos con la presentación de un video explicativo, que diera oportunidad a los estudiantes de introducirse en el tema de la genética de manera sencilla, con imágenes y una narrativa accesible a estudiantes que no han tenido un estudio profundo de la expresión génica.

Los estudiantes se veían muy motivados y realizaron comentarios acerca del video en relación con lo interesante que les parecía, pero indicaron que la voz que tenía era monótona y un tanto aburrida.

El video presentado, tiene una duración aproximada de siete minutos y trata los temas del ADN, el tránsito de la información genética, los ribosomas, la síntesis de proteínas, el ARN, el genoma, entre otros.

Al finalizar el video se realizó un diálogo con los estudiantes para identificar cuáles eran los conceptos más importantes del tema, el tiempo de la clase de ese día terminó y no pudimos continuar con el momento dos de nuestra secuencia didáctica, por lo que dejamos las siguientes actividades para un día posterior.

Con el grupo control también se realizó la presentación y la realización del Pre-test, la reacción fue la misma que con el grupo experimental, por este grupo el primer día se planificó una exposición con presentación en PowerPoint, un dictado y finalmente la elaboración de un esquema que representara el flujo de la información genética.

Los estudiantes del grupo control no tomaron a bien las actividades planteadas y aunque no hicieron comentarios, su reacción fue negativa, esta situación fue evidente debido a algunos gestos que observamos en sus caras, así como en lo callados que estuvieron durante la sesión, lo que hacía pensar que los estudiantes no se sentían integrados activamente en la clase, solamente estaban tratando de retener la mayor cantidad de conceptos, debido al tiempo de clase, solo pudimos concluir con la presentación, el Pre-test y una parte de la explicación teórica.

Jueves 28 de noviembre del 2019

Para el segundo día, de acuerdo con el horario de los grupos tuvimos la oportunidad de trabajar dos horas con cada uno de ellos, el primero fue el grupo experimental utilizando el tercer y el cuarto módulo, una condición especial de este horario es que el receso se encontraba en medio de los momentos, después se trabajó con el grupo control en dos horas continuas en el quinto y sexto módulo.

Con el grupo experimental trabajamos el momento número dos de la secuencia didáctica, el juego “Jenga”, para lo cual se preparó material didáctico, en total fueron seis paquetes de “Jenga” y un paquete de fichas de “Aminoácidos”, además un “hoja de actividad para Jenga” (Anexo 2), se realizaron seis equipos de cinco personas y

se les dio un juego “Jenga”, mientras que las fichas de aminoácido estaban situadas en el escritorio del docente.

Antes de empezar con la actividad dimos oportunidad a que los estudiantes se familiarizaran con las fichas y con las instrucciones del juego, las cuales venían en la “hoja de actividad Jenga”, en ese momento un prefecto de la institución nos pidió un espacio para dar una información tardando aproximadamente diez minutos, después fue complicado retomar la atención de los estudiantes en la actividad, por lo cual solo pudimos terminar de revisar las instrucciones del juego y el módulo terminó dando inicio al receso.

Al regresar del receso fue necesario retomar las instrucciones, pero como ya tenían el material en sus manos algunos equipos iniciaron a jugar sin antes poner atención en las instrucciones, dificultando el entendimiento de la actividad y propiciando que los estudiantes divagarán por un momento.

Finalmente después de 10 minutos pudimos iniciar con el juego y logramos realizar dos niveles de los tres planteados, el juego fue muy atractivo para los estudiantes ya que durante la aplicación de la actividad demostraron interés, organizándose rápidamente para desarrollar la actividad lo más eficiente posible, después de desarrollar el primer nivel y una vez comprendidas las instrucciones a la perfección les fue fácil reconocer los conceptos planteados en la actividad tales como “codones” y los “aminoácidos” que codifica cada codón, también reconocieron y utilizaron la información contenida en el código genético sin problemas, identificando los conceptos para referirse a los procesos de la expresión génica que intervienen en el juego.

Para finalizar las actividades del segundo día con el grupo experimental dejamos como tarea que reflexionaran sobre la actividad realizada a partir de los siguientes cuestionamientos:

¿qué relación existe entre el video revisado con anterioridad y el juego “Jenga” de esta clase?

¿puedes relacionar el juego con la expresión génica?

¿de qué manera?

Un dato importante del cual nos percatamos en esta clase fue que la escuela estaba organizando un evento de fin de año, debido a esto algunos alumnos tendrían que ausentarse de clases para realizar el ensayo de las actividades, en esta clase con el grupo experimental solo salieron cuatro estudiantes.

Las actividades con el grupo control se desarrollaron de manera normal, gracias a esto logramos terminar de trabajar la exposición, realizamos el dictado planeado y finalmente los estudiantes pudieron elaborar el diagrama correspondiente con el flujo de información genética, algo importante a notar es que en los dos módulos continuos que trabajamos con el grupo control los estudiantes se manifestaron inconformes con la forma de trabajar, además de presentar poca disposición con las actividades planeadas, lo que fomentó un ambiente hostil de trabajo y una dinámica complicada dentro del grupo en general, por ejemplo renuencia al trabajo, indisciplina y mal genio.

Al igual que con el grupo experimental en el grupo control, salieron aproximadamente tres estudiantes con la finalidad de preparar las actividades planeadas por la escuela.

Viernes 29 de noviembre del 2019

Para el tercer día de trabajo de acuerdo con el horario de clases, el viernes solamente corresponde un módulo por grupo. En esta ocasión trabajamos primeramente con el grupo control y la sesión se desarrolló durante el cuarto módulo justo después del receso.

En este tercer día comenzamos a observar dificultades provenientes de las diferencias en las actividades planeadas para cada uno de los grupos, esto debido a la relación que mantenían los grupos al estar en contacto uno con el otro, los estudiantes comenzaron a realizar cuestionamientos en relación a que las

actividades del grupo experimental eran más divertidas y que a ellos les ponía actividades aburridas, que solamente me la pasaba explicando, lo que suponía un favoritismo hacia un grupo en particular, de hecho me sugirieron que cambiara las actividades y que mejor les pusiera los dictados al otro grupo para poder jugar con ellos.

Ante estos cuestionamientos traté de explicar la situación y las dificultades que traería para el trabajo la modificación, los estudiantes no quedaron convencidos, de hecho una vez que iniciamos las actividades planeadas algunos estudiantes se pararon y me pidieron permiso para salir, argumentando que participarían en las actividades proyectadas por la escuela con motivo de fin de año, en esta ocasión ya no salieron solamente tres estudiantes, sino que fue un grupo más numeroso de siete estudiantes, a los que se les preguntó que si todos eran requeridos en el ensayo de las actividades, sin titubear respondieron que sí.

Una vez transcurrido lo anterior trabajamos la sesión planificada para ese día, que constaba de una explicación teórica sobre las diferencias de la expresión génica en células eucariotas y procariotas, iniciando con las diferencias básicas entre los dos tipos de células, atravesando los procesos que intervienen en la expresión génica en cada uno de los tipos de células, terminando con una explicación de lo que es el código genético, cómo se utiliza y cuáles son sus características.

Ya que terminó la exposición, explicamos que el trabajo a realizar consistía en elaborar un dibujo de los dos tipos de células, marcando las principales diferencias entre una y otra, para después realizar un esquema que explicara las diferencias básicas en los procesos de expresión génica en una y en otra, finalizando con la transcripción del código genético a su libreta.

Una vez que se dieron a conocer las actividades, un estudiante pidió permiso para ir al sanitario, el cual salió, pero no regresó sino hasta terminado el módulo, algo importante a mencionar es que una vez que platicamos con la asesora del grupo y se le comentó la acción del estudiante, ella se notó muy sorprendida, ya que el joven

que había realizado tal acción era uno de los más destacados de la clase y comentó que de hecho era muy responsable, mencionando que era una sorpresa.

Durante el periodo de tiempo que siguió a la explicación teórica y a las actividades, los estudiantes estuvieron pasivos en sus pupitres trabajando lo que se había solicitado, finalmente terminó el módulo y los estudiantes no lograron terminar las actividades.

En el siguiente modulo se trabajó con el grupo experimental y desde que entramos al salón de clases la mística del grupo fue diferente en comparación con el grupo control, los estudiantes lucían contentos, emocionados y ansiosos de ver las actividades a realizar ese día, de hecho, de los cuatro jóvenes que tenían que salir a ensayar las actividades de fin de ciclo, solamente salieron tres.

Para esa sesión se planearon tres actividades, la primera fue la elaboración y personalización del código genético en una hoja blanca para su posterior utilización, una vez realizada esta actividad a cada alumno se le dio una “hoja de ejercicios de fábrica de proteínas” (Anexo 4) y dos “hojas de respuestas de fábrica de proteínas (Anexo 5) para su elaboración, en la hoja de ejercicios se explicaba la tarea a realizar y se presentaron dos ejercicios que consistía en desarrollar una fracción de secuencia génica de dos sustancias fundamentales para los seres vivos (hemoglobina y clorofila), utilizando su código genético debían codificarlas y decodificarlas llevándolas desde aminoácidos a ADN y de ADN a aminoácidos, para la actividad en clase se les solicitó que escogieran una sustancia y que realizaran lo solicitado en la instrucciones, mientras que la otra sustancia quedaría de tarea.

Lo que siguió fue una sorpresa para mí, ya que la tarea solicitada exigía atención y concentración para su elaboración de manera correcta, yo suponía que a los estudiantes les costaría trabajo realizarla, pero me di cuenta que fue una actividad que disfrutaron ya que se veía que trabajaban con mucho empeño, intentando solucionarla en algunos casos de manera individual y en otros pidiendo opiniones a sus compañeros, en los primeros minutos algunos estudiantes no entendían muy bien la actividad, pero después de dialogar con sus compañeros y con el profesor,

todos pudieron realizar la actividad y al finalizar comentaron que estaba muy padre y que les había gustado realizarla.

Finalmente se realizó una explicación teórica (utilizando la herramienta del diálogo) de los contenidos tratados en las actividades, donde pudimos opinar y compartir nuestras ideas sentimientos y pensamientos, sobre la relación que tuvieron las actividades realizadas con los conceptos teóricos del código genético y cómo podemos relacionarlo con las diferencias entre la expresión génica en los tipos de célula, en este punto es importante mencionar que los estudiantes, de manera simple pero con confianza trataban de darle sentido a las actividades a partir de la explicación, en este sentido solo algunos estudiantes comentaban lo que pensaban, pero la mayoría ponían atención.

Miércoles 04 de diciembre del 2019

Para la siguiente semana continuamos con las actividades, trabajamos primero con el grupo experimental, en los primeros momentos de la clase nos saludamos y revisamos la “hoja de respuestas de fábrica de proteínas” que había quedado pendiente, donde realizamos un pequeño diálogo sobre el ejercicio y que opinaban sobre él, en este sentido los estudiantes hicieron el comentario que les había gustado y que parecía como si estuvieran jugando “sudoku”.

A continuación, se presentó la “hoja de ejercicio experimento de Griffith” (Anexo 6) y se dio la instrucción de que realizaran las actividades planteadas en el ejercicio, el cual solicitaba que observarían las imágenes de los esquemas y contestaran los cuestionamientos ahí presentados, la actividad trascurrió sin ningún contratiempo y logramos terminar la actividad para antes de que el módulo terminara, es importante mencionar que en esta ocasión solamente se ausentaron tres alumnos de la clase con motivo de las actividades extraescolares.

Por otro lado, con el grupo control, nuevamente tuvimos comentarios relacionados con las actividades presentadas y volvieron a insistir en que se modificara la manera en la que estábamos trabajando.

Para esa sesión se tenía contemplado una clase a manera de monólogo sobre la transmisión de información genética, el experimento de Griffith y la relación que guardan los dos temas, donde los estudiantes solamente se limitarían a tomar apuntes y al finalizar el monólogo deberían realizar un mapa mental sobre el tema.

En este caso la explicación se realizó sin complicaciones, durante la actividad observamos que algunos estudiantes empezaron a bostezar y otros más no estaban poniendo atención, perdiendo el tiempo en sus libretas, o bien algunos hasta en el celular, solamente el treinta por ciento de los estudiantes en el salón de clases estaba poniendo atención, lo que dificultó la elaboración de la actividad posterior.

Finalmente, los estudiantes entregaron un mapa mental con deficiencias y en general solo repitiendo la información brindada en la exposición y en la presentación de PowerPoint.

Jueves 05 de diciembre del 2019

Para finalizar con la secuencia didáctica estuvimos presentes el día jueves 05 de diciembre, un detalle importante es que ese día era el último día del semestre lo que se tradujo en estudiantes muy inquietos, de hecho algunos comentarios que se escucharon fueron “ya no hay que hacer nada es el último día del semestre” y que “de todos modos las calificaciones ya se asignaron”, a lo que comentamos que era la última actividad de la secuencia, que era importante tomarla en cuenta y la realizaran de la mejor manera.

Primero trabajamos con el grupo experimental y para mi sorpresa a pesar de lo comentados anteriores, el grupo entró muy motivado al salón, para ese día se planificó la revisión de la actividad del diagrama de Griffith utilizando el diálogo como herramienta, para después realizar el pos-test (Anexo 1) con la finalidad de cuantificar el avance conceptual sobre la expresión génica, finalizando con un espacio de retroalimentación que proporcionará la facilidad de redefinir conceptos y retomar dudas sobre los trabajados en la secuencia didáctica.

Es así que comenzamos con un diálogo que nos acercara a la comprensión de la transmisión de la información genética, utilizando el diagrama del experimento de Griffith, donde se utilizaron los siguientes cuestionamientos para dirigir el diálogo.

¿qué es la expresión génica?

¿qué es el intercambio de información genética?

¿qué nombre le pondrían al descubrimiento de Frederick Griffith en relación a su experimentación sobre transmisión de información genética? y ¿por qué?

¿cómo podrías justificar lo sucedido en el experimento de Griffith?

¿crees que podrías utilizar la información recabada en tu vida cotidiana? y ¿cómo?

Una vez concluidos los cuestionamientos anteriores, dimos oportunidad a realizar una explicación teórica sobre la transmisión de información genética que se planificó para tratar de centrar los comentarios expresados en el ejercicio anterior, siempre tomando en cuenta las ideas y comentarios que los estudiantes tenían para contribuir con la clase fomentando el diálogo en toda la explicación.

A continuación, entregamos a cada estudiante una copia del pos-test para que lo respondiera de manera individual, utilizaron aproximadamente entre 10 y 15 minutos para contestarlo, algunos de los comentarios en relación con el examen fueron que seguía estando muy difícil y que no recordaban las respuestas.

Al finalizar la aplicación del pos-test dimos un espacio para despedirnos, agradeciendo la atención prestada y las facilidades para realizar las actividades planificadas, además fue el momento que utilizamos para resolver algunas dudas que los estudiantes presentaban sobre el tema y de manera general estuvieron encaminadas a la última parte de la sesión, en donde hicieron preguntas relacionadas con la transmisión de la información genética, en especial sobre cómo era posible que a partir de información que se encontraba en el medio donde los organismos viven podían incorporarla a su ser y esa información podía modificar las características de los organismos. , donde logramos identificar la manifestación de

habilidades del pensamiento crítico, ya que al realizar cuestionamientos sobre la información, buscan generar conjeturas lo que entra dentro de la inferencia.

En la parte final de la secuencia con el grupo control, se planificó una actividad de cierre, donde se planteó la realización de tres esquemas que les hicieran recordar la información recopilada a lo largo de las actividades planteadas, en primer lugar se les pidió un esquema donde se ejemplificara la síntesis de proteínas, posteriormente otro que resumiera las diferencias de la expresión génica en células eucariotas y procariotas, finalizando con un diagrama que ejemplificara los mecanismos de la transmisión de la información genética.

En la sesión se presentó una dinámica complicada con los estudiantes, ya que en esta última sesión, los estudiantes se presentaron aún más apáticos a las actividades planeadas, inclusive al inicio de la sesión aproximadamente la mitad del grupo (quince estudiantes) pidieron permiso para ausentarse de la sesión con motivo del ensayo de las actividades de fin de semestre, aun cuando traté de persuadirlos para que no se fueran de la clase, argumentándoles que era la última sesión, que era muy importante su participación y que cerraríamos de manera muy rápida, no fue posible y finalmente salieron del salón quedándonos aproximadamente con dieciséis estudiantes.

Los estudiantes que se quedaron en el salón de clases, presentaron bastantes complicaciones para poder elaborar las actividades solicitadas, hasta el grado de que me solicitaron la información contenida en las presentaciones proyectadas durante las clases, aunado a esto los estudiantes estuvieron muy pasivos durante toda la sesión y los trabajos que entregaron, presentaban una calidad muy decadente, lo que demostró la falta de interés en las actividades.

Una vez finalizadas las actividades se realizó el pos-test, el cual fue resuelto por la totalidad de los participantes en menos de diez minutos.

Al término del pos-test, nos despedimos del grupo, agradeciendo el esfuerzo y la atención brindada para elaborar la secuencia didáctica.

11.7. Anexo 7 (SEGUNDO PROPTOTIPO DE INSTRUMENTO PRE-TEST Y POS-TEST)



“UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO”
CUESTIONARIO RECOLECCIÓN DE DATOS
PRE-TEST
EXPRESIÓN GÉNICA
PROFR. EDISON PIÑÓN BRAVO



Fecha_____

Escuela y grado que estudias: _____

Instrucciones: subraya la respuesta que creas correcta.

1. Que es el ADN
 - a. Organelo encargado de producir proteínas.
 - b. Molécula encargada del almacenamiento de la información genética.
 - c. Molécula que forma parte de los ribosomas.
 - d. Son los bloques de construcción para los aminoácidos.

2. ¿Cuál de los siguientes enunciados, representa el flujo de información genética en las células?
 - a. Proteína a ADN a ARN.
 - b. ADN a ARN a proteína.
 - c. ARN a ADN a proteína.
 - d. ADN a proteína a ARN.

3. ¿El ADN hace todo menos cuál de los siguientes?
 - a. Sirve como el material genético pasado de padres a hijos.
 - b. Permanece constante a pesar de los cambios en las condiciones ambientales.
 - c. Proporciona las instrucciones para la síntesis de ARN mensajero.
 - d. Es leído por los ribosomas durante el proceso de traducción.

4. ¿Qué es el ARN?
 - a. Molécula encargada de transmitir la información para la producción de proteínas.
 - b. Organelo encargado del almacenamiento de la información genética.
 - c. Molécula que forma parte de las proteínas.
 - d. Son los bloques de construcción para los aminoácidos.

5. ¿Cuál de los siguientes tipos de ARN codifica para una proteína?
 - a. ARN mensajero
 - b. ARN ribosomal
 - c. ARN transferencia
 - d. ARN regulador

6. ¿Qué función tienen los Ribosomas?
 - a. Molécula encargada de transmitir la información para la producción de proteínas.

- b. Molécula encargada del almacenamiento de la información genética.
 - c. Organelo que traduce la información para la formación de proteínas.
 - d. Son los bloques de construcción para los aminoácidos.
7. Los codones AUC y AUA en ARNm ambos especifican isoleucina. ¿Qué característica del código genético explica esto?
- a. Complementariedad.
 - b. Codones sin sentido.
 - c. Universalidad.
 - d. Degeneración.
8. ¿Cuál es el nombre de las moléculas que forman las proteínas?
- a. Ribosomas.
 - b. Disacáridos.
 - c. Aminoácidos.
 - d. Chaperones.
9. Frederick Griffith infectó a ratones con una combinación de cepas bacterianas R y S muertas. ¿Cuál fue el resultado y por qué ocurrió?
- a. Los ratones vivirán. No se requirió transformación.
 - b. Los ratones morirán. Se requirió la transformación del material genético de R a S.
 - c. Los ratones vivirán. Se requirió la transformación del material genético de S a R.
 - d. Los ratones morirán. No se requirió transformación.

10. De manera compleja y justificada explica lo siguiente:

¿qué es la síntesis de proteínas? y ¿qué relación tiene con la expresión génica?

¿Cómo te parecieron las clases del profesor?
