



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
FACULTAD DE CIENCIAS
BIOLOGÍA

“LA ANALOGÍA Y LOS MODELOS COMO PARTE DE UNA ESTRATEGIA
DIDÁCTICA PARA PROMOVER EL APRENDIZAJE DE LA REPLICACIÓN DEL DNA,
TRANSCRIPCIÓN Y SÍNTESIS DE PROTEÍNAS”

T E S I S
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
**MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**
BIOLOGÍA

PRESENTA:
BIÓL. PAOLA ISABEL ANDRADE ALVAREZ

DIRECTOR DE TESIS: DR. LUIS FELIPE JIMÉNEZ GARCÍA
FACULTAD DE CIENCIAS

MÉXICO, Cd. Mx.

Noviembre 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

OFICIO FCIE/DEP/728/16

ASUNTO: Asignación de Jurado

LIC. IVONNE RAMÍREZ WENCE
DIRECTORA GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
P R E S E N T E.

Comunico a usted que el Comité Académico del Programa ha asignado al(a) BIÓL. PAOLA ISABEL ANDRADE ÁLVAREZ, el jurado para presentar Examen de Grado de MAESTRO(A) EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR (BIOLOGÍA).

PRESIDENTE	DR.	LUIS FELIPE JIMÉNEZ GARCÍA
VOCAL	DRA.	REYNA ELENA CALDERÓN CANALES
SECRETARIO	DRA.	MARTHA ROSA DEL MORAL NIETO
SUPLENTE	DRA.	MARTHA JUANA MARTÍNEZ GORDILLO
SUPLENTE	M. EN PSICO. BIÓL.	CONSUELO ARCE ORTÍZ

El trabajo aprobado como tesis es:

"La analogía y los modelos como parte de una estrategia didáctica para promover el aprendizaje de la replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas", bajo la dirección del(a) DR. LUIS FELIPE JIMÉNEZ GARCÍA.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, Cd. Mx., a 14 de noviembre del 2016
JEFE DE LA DIVISIÓN

DR. MANUEL JESÚS FALCONI MAGAÑA

MJFM/ASR/igrf



Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT): Por la beca otorgada durante la realización de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior.

A la Universidad Nacional Autónoma de México: Por ser desde ya varios años mi casa profesional.

A mi tutor: Por su correcta dirección y todo el apoyo brindado durante la maestría.

A mi comité tutor: Por su compromiso, paciencia y aportes significativos.

Al jurado: Por sus acertados comentarios que llevaron a la culminación de este trabajo.

También agradezco a mis compañeros MADEMS por tantas experiencias compartidas.

Al amor, resultante del amor: Yunuen

*A mi esposo que con su paciencia y ejemplo de lucha me enseña siempre el mejor lado de la vida, me recuerda que soy una guerrera y me impulsa en cada instante a seguir adelante, ¡Un logro más juntos!
¡Te amo infinitamente!*

A mi madre, que siempre y a cada instante me recuerda que daría la vida entera por mí, gracias por tanto señora mía.

ÍNDICE	Página
LISTA DE FIGURAS, GRÁFICOS Y TABLAS	1
LISTA DE ANEXOS	3
RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
ENFOQUE DISCIPLINAR	7
ENFOQUE COGNITIVO	9
ENFOQUE DIDÁCTICO	10
FUNDAMENTO DEL TEMA	13
JUSTIFICACIÓN	16
OBJETIVO GENERAL DE LA PROPUESTA	19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
CAPÍTULO 1. EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR	20
1.1 BREVE HISTORIA DE LA ESCUELA NACIONAL DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES (ENCCH)	22
1.2 FILOSOFÍA DE LA ENCCH	24
1.3 PAPEL DEL DOCENTE EN LA ENCCH	25
1.4 PERFIL DEL ALUMNO	26
1.5 PERFIL DE EGRESADO	27
1.6 LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA Y LA ENCCH	30
1.7 CONTENIDOS TEMÁTICOS	31
CAPÍTULO 2. ENFOQUE DISCIPLINAR	33
2.1 INTRODUCCIÓN AL CONTENIDO	35
2.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA REPLICACIÓN	36
2.3 REPLICACIÓN DEL DNA	38
2.4 TRANSCRIPCIÓN Y RNA	40

2.5 TRANSCRIPCIÓN EN PROCARIOTAS	41
2.6 TRANSCRIPCIÓN EN EUCARIOTAS	41
2.7 TRADUCCIÓN	43
CAPÍTULO 3. ENFOQUE COGNITIVO	47
3.1 MODELO PEDAGÓGICO	49
3.2 IDEAS PREVIAS	51
3.3 CAMBIO CONCEPTUAL	54
3.4 EL CAMBIO CONCEPTUAL EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	57
3.5 ANALOGÍAS	58
3.6 MODELOS	60
CAPÍTULO 4. ENFOQUE DIDÁCTICO	62
4.1 ESTRATEGÍAS DIDÁCTICAS	63
4.2 EVALUACIÓN	68
CAPÍTULO 5. MÉTODO	71
5.1 POBLACIÓN DE ESTUDIO	72
5.2 PROCEDIMIENTO	72
5.3 UBICACIÓN DEL CONTENIDO EN EL PROGRAMA DE LA ENCCH	73
5.4 TEMAS ANTECEDENTES Y CONSECUENTES	74
5.5 GENERALIDADES DE LA PLANEACIÓN	77
5.6 PRIMERA SESIÓN	78
5.7 SEGUNDA SESIÓN	79
5.8 TERCERA SESIÓN	80
CAPÍTULO 6. RESULTADOS	82
6.1 IDEAS PREVIAS	82
6.2 VIDEOS EDUCATIVOS	92
6.3 ANALOGÍA	98
6.4 MODELO	102
RÚBRICA	104
6.5 PRE-TEST Y POST-TEST	108

EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	114
CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN	118
7.1 IDEAS PREVIAS	119
7.2 VIDEOS EDUCATIVOS	121
7.3 ANALOGÍA	122
7.4 MODELO	123
7.5 PRE-TEST Y POST-TEST	124
CAPÍTULO 8. CONCLUSIÓN	127
PERSPECTIVAS	129
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
ANEXOS	136

Lista de figuras, gráficos y tablas

	Página
FIGURAS	
1. Contribuciones de cada una de las áreas al perfil del egresado (CCH-UNAM, 2014).	28
2. Principales características del perfil del egresado del CCH (CCH-UNAM, 2014).	29
3. Replicación del ADN. Dirección 5`→ 3´ (Das-Bradoo, 2010).	36
4. Visión general del proceso de replicación de DNA.	39
5. Síntesis de RNA, sustitución de timina por uracilo (Clancy, 2008).	40
6. Transcripción de eucariotas (Pearson, 2007).	42
7. Los aminoácidos son específicos para cada uno de los RNAm. Múltiples codones pueden codificar al mismo aminoácido (Clancy, 2008).	44
8. Complejo de iniciación de la traducción (Clancy, 2008).	44
9. Unión de RNAm (codón) y RNAt (anti codón) (Clancy, 2008).	45
10. Fase de elongación de la traducción (Clancy, 2008).	46
11. Mapa conceptual de los tipos de evaluación según su función (modificado de Díaz, 2010).	69
12. Mapa conceptual de los tipos de evaluación según su extensión (Toranzos, 2000).	69
13. Representación de la replicación del VIH (modificada de aidsinfonet.org).	90
14. Mapas elaborados por los alumnos sobre el proceso de la transcripción.	96
15. Proceso del mapa conceptual que se estaba elaborando de manera grupal.	97
16. Nombres formados por los alumnos de acuerdo al código que se les dio.	99
17. Representación de la replicación del DNA.	102
18. Representación de la replicación del DNA.	102
19. Representación de la transcripción.	103
20. Representación de la transcripción.	103
21. Representación de la traducción.	104
22. Representación de la traducción.	104

TABLAS

1. Criterios de clasificación para llevar a cabo la estrategia didáctica.	71
2. Descripción general de las características de la población (grupo testigo y experimental).	72
3. Aprendizajes y contenidos de la unidad II de Biología I de carácter obligatorio. En negritas se resaltan los aprendizajes tomados en cuenta para realizar la estrategia y en negritas y subrayado se encuentran los contenidos a desarrollar (CCH, 2003).	74
4. Temas antecedentes y consecuentes de los temas replicación del DNA y	75

	síntesis de proteínas (CCH, 2003).	
5.	Representaciones gráficas y descripciones brindadas por cada uno de los alumnos.	87
6.	Similitudes entre la elaboración del nombre y la síntesis de proteínas.	100
7.	Datos de la calificación del pre-test, pos-test y diferencias entre ambos del grupo testigo.	109
8.	Datos de la calificación del pre-test, pos-test y diferencias entre ambos del grupo experimental.	110
9.	Preguntas de opción múltiple del instrumento de evaluación para realizar el pre-test y pos-test.	114
10.	Respuestas obtenidas por los alumnos, en donde: 1=a, 2=b, 3=c, 4=d y 0=NC, no contestó.	115
11.	Total de incisos seleccionados por alumno en cada pregunta, en donde: 1=a, 2=b, 3=c, 4=d, 0=NC, no contesto, suma= Σ , y respuesta correcta=ROK, así mismo en diferencia de colores se observan los porcentajes (%) en que la respuesta de los alumnos fue correcta.	115

GRÁFICAS

1.	Porcentaje de alumnos que eligieron las diversas opciones de acuerdo con sus propias preconcepciones, (CA (11%)-completamente de acuerdo, A (39%)-de acuerdo, D (11%)-desacuerdo, CD (39%)-completamente en desacuerdo).	83
2.	Porcentaje de alumnos que eligieron las diversas opciones de acuerdo en sus propias preconcepciones, (CA (22%)-completamente de acuerdo, A (33%)-de acuerdo, D (39%)-desacuerdo, CD (6%)-completamente en desacuerdo).	85
3.	Resultados de las preguntas que los alumnos contestaron de manera correcta, incorrecta o incompleta, (10) acerca de lo observado en el video sobre la replicación del DNA.	93
4.	Criterios tomados en cuenta para evaluar los mapas conceptuales.	94
5.	Porcentaje, por equipo, que contestó correctamente a las preguntas que fueron realizadas por docentes y alumnos. Transcripción (77.6%), replicación (68.8%) y traducción (66.7%), respectivamente.	105
6.	Porcentaje obtenido del total de alumnos de acuerdo a su desempeño logrado en la elaboración del modelo y resolución de preguntas.	107
7.	Pre-test vs pos-test por alumno del grupo testigo.	110
8.	Pre-test vs pos-test por alumno del grupo experimental.	112
9.	Frecuencias obtenidas a partir del pre-test y pos-test por alumno de ambos grupos (testigo y experimental). Nótese como en el grupo testigo las diferencias son menores a las del grupo experimental.	113
10.	Representación gráfica de los porcentajes obtenidos para cada pregunta.	116

Anexos

		Página
1.	ACTIVIDAD DE INDUCCIÓN	136
2.	CUESTIONARIO INDAGACIÓN DE IDEAS PREVIAS	137
3.	CUESTIONARIO ADN	139
4.	LECTURA DE SÍNTESIS DE PROTEÍNAS	140
5.	EVALUACIÓN DE LA ANALOGÍA	142
6.	HOJA DE SIGNOS Y CÓDIGO	143
7.	RÚBRICA	145
8.	CUESTIONARIO PRE-TEST Y POS-TEST	146

RESUMEN

Resulta difícil comprender el mundo sin entender el papel que las ciencias ocupan. Con la comprensión de la ciencia y la tecnología, se espera que los individuos adquieran habilidades que les permitan desenvolverse en la vida cotidiana y relacionarse con su entorno. El estudio de la biología en la educación media superior está orientado a conformar la cultura básica del estudiante y contribuir en su formación mediante la integración de conceptos y principios básicos de la disciplina. En consecuencia, es importante que como docentes, contribuyamos a que los estudiantes desarrollen habilidades, actitudes y valores, que les permitirán enfrentar con éxito los problemas referentes al aprendizaje de nuevos conocimientos.

En particular referirnos a la enseñanza de la replicación, transcripción y síntesis de proteínas conlleva niveles de abstracción y complejidad elevados. A los jóvenes les cuesta mucho trabajo entender estos temas pues no son tangibles. Es fundamental para los alumnos la comprensión e integración de los mismos, de tal manera que, los docentes deben tender a proporcionar herramientas necesarias para lograr el aprendizaje, desde promover estrategias que motiven al alumno a mantener interés por el tema, hasta propiciar una evaluación que origine la culminación de la integración de los aprendizajes.

En este sentido, se desarrolló una estrategia para facilitar, en los estudiantes, el proceso de enseñanza-aprendizaje de los temas replicación, transcripción y síntesis de proteínas, mediante la incorporación de modelos y analogías. Para contrastar los hallazgos obtenidos se realizó un cuestionario pre-test y post-test, apoyado con un grupo testigo. De esta manera fue posible concluir que la estrategia didáctica implementada mostró resultados favorables en los estudiantes, promoviendo el aprendizaje de los temas en cuestión

INTRODUCCIÓN

El conocimiento que se transmite en las aulas está cada vez más fragmentado y esparcido en una multitud de disciplinas, lo cual determina la preparación de individuos capacitados para el desempeño de una función estrecha, repetitiva y alienante, que les impide desarrollar todas sus capacidades. Entonces, ¿por qué enseñar ciencias, particularmente biología? Más allá del uso o desuso de las herramientas de la información, lo cierto es que la ciencia y su enseñanza parecen gozar de un estatus particular dentro de la vida humana y cabe mencionar que las actividades humanas y la ciencia, comparten ciertas características que les son propias, pero de ninguna manera eso significa aislarlas y/o etiquetarlas fuera de la sociedad, más aún, se promueve la unificación, para con ello, poder entender el mundo y sus fenómenos de la mejor manera.

Nuestra preocupación se centra en cómo podemos contribuir a desarrollar e incentivar en las personas la capacidad para aprender; de antemano se sabe que no es una tarea única, ni exclusiva de la enseñanza de las ciencias, ni ella por sí sola podrá lograr cambios significativos, pero es cierto que la enseñanza de las ciencias favorece en niños y adolescente el desarrollo de sus capacidades de observación, análisis, razonamiento, comunicación y abstracción; Así mismo, permite que piensen y elaboren su pensamiento de manera autónoma. Por otro lado, es innegable que muchos de los jóvenes nunca comprenderán detalles de la mecánica cuántica, de la teoría celular o de la geometría, pero vale la pena insistir, ya que se tiene el deber y el derecho de vislumbrar de qué se trata, qué preguntas le hacen los científicos al mundo y cómo intentan responderlas.

Así, la enseñanza de la biología, a nivel medio superior, representa la última posibilidad de formar a los alumnos con percepciones de calidad de vida responsable y humana, es decir: “enseñar biología a nivel medio superior; es enseñar a vivir a pesar de los inconvenientes del entorno en el que cada uno se encuentra y mantener la capacidad de tomar decisiones adecuadamente”. En este sentido, es importante señalar que se piensa, que el estudio de la biología, dentro de las otras ciencias (física, matemáticas y química), es en su mayoría la menos compleja en cuanto al nivel de abstracción, ya que en esta disciplina, la mayoría de los contenidos son fácilmente observables. Sin embargo no es así, el caso de la célula y dentro de ella, toda la serie de transformaciones que

ocurren en la misma, para dar continuidad a la vida y, por ende, la culminación de la perpetuación de las especies en el planeta son temas altamente abstractos.

Aquí, por lo tanto, es donde los alumnos requieren un nivel de abstracción amplio, que les permita entender temas que en su mayoría requieren de habilidades cognitivas desarrolladas que les permitan pasar de lo concreto a lo abstracto y con ello, apropiarse de la información y lograr ejemplificarla, demostrando que lo anterior, es un aprendizaje significativo (Jensen, 2008; Santrock, 2004).

El aprendizaje, desde un enfoque constructivista, se concibe como la construcción activa de los conocimientos de los individuos, que adquieren significados propios (Woolfolk, 2010). En consecuencia, aprender es construir, no es copiar o reproducir la realidad, ya que los individuos aprenden cuando son capaces de elaborar una representación personal sobre un objeto de la realidad o contenido (Doménech, 1999). Por consiguiente, Raffini (1993) propone que el deseo de enfrentar y resolver desafíos está en la base de la motivación inherente de los alumnos en la clase, la cual se alimenta de las necesidades psicoacadémicas de controlar sus propias decisiones; es decir, el individuo adquiere autonomía, hace las cosas de manera satisfactoria, alcanza aptitud, siente que forma parte de algo mayor, consigue pertenencia y relación, comienza a sentirse bien consigo mismo, alcanza un nivel alto de autoestima y finalmente logra placer en lo que hace, es participativo y obtiene estímulos (Raffini, 1993).

Asociado a ello, los materiales didácticos de los docentes deben ser capaces de implicar a los estudiantes en su propio ambiente, a fin de que estos aprendan a aprender mejor en el ámbito de las ciencias, y una estrategia motivadora relacionada con la posibilidad del aprendizaje recreativo, que además pueda facilitar el desarrollo de habilidades de pensamiento, sumadas a las estrategias lúdicas en cualquier nivel, posibilita la apertura de opciones para captar el interés y lograr aprendizajes significativos.

En particular, referirnos a la enseñanza de la replicación, transcripción y síntesis de proteínas en el nivel medio superior (EMS) conlleva niveles de abstracción y complejidad elevados, ya que el objetivo de dichos temas es la comprensión de los sistemas vivos, su perpetuidad y manutención debido a que el DNA tiene la capacidad de replicar su información y transcribirla para que se

traduzca en proteínas. Esta comprensión es muy compleja para los estudiantes, pues en su mayoría son conceptos abstractos, por ende, estos temas no son tangibles y es fundamental para los alumnos la comprensión e integración de los mismos, de tal manera que los docentes deben tender a proporcionar las herramientas necesarias para lograr el aprendizaje, desde promover estrategias que motiven al alumno a mantener interés por el tema, hasta propiciar una evaluación que origine la culminación de la integración de los aprendizajes.

En este sentido se vuelve trascendental una propuesta de intervención que incluya no solo el enfoque didáctico, sino también el enfoque cognitivo y disciplinar, para promover en los alumnos la mejora en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los temas replicación, transcripción y síntesis de proteínas, a través de modelos y analogías, ya que se ha descrito que tanto la analogía como los modelos propician un aprendizaje significativo.

En los siguientes párrafos desglosaré la problemática antes descrita considerando tres enfoques correlacionados unos con otros, presentes en el aprendizaje de las ciencias, especialmente en biología en la educación media superior.

ENFOQUE DISCIPLINAR (LOS CONTENIDOS)

Algo que ha sido reiteradamente señalado por los teóricos de la cognición, como Ausubel (1986), Coll (1992), De Vega (1986), Luria (1981) y Piaget (1970), entre otros, es la importancia que tiene la estructuración de los conocimientos, tanto del alumno, como de los contenidos de aprendizaje. La materia de biología, asignatura de tipo obligatoria en el nivel medio superior, tiene como objetivo brindar el conocimiento de las interacciones de los sistemas vivos, que unifican biosistemas con propiedades emergentes, entre las cuales figuran los patrones genéticos, taxonómicos y ecológicos, además de numerosas propiedades derivadas de los principios que los unifican, ejemplo de esto, su origen, unidad, conservación, regulación, reproducción, continuidad, cambio, transformación, interacción y diversidad.

Con los conocimientos adquiridos a través de la enseñanza de la biología, los alumnos podrán adquirir una visión integrada de los mismos y conseguir un cambio conceptual del entorno en el

que se vive. La adquisición de conceptos científicos es sin duda importante en la educación obligatoria, pero no es la sola finalidad de esta enseñanza; además, es bien sabido que la enseñanza de las ciencias es capaz de brindar a los adolescentes conocimientos y herramientas que poseen un carácter social, para que adquieran seguridad en el momento de debatir ciertos temas de actualidad científica y/o tecnológica; es decir, el aporte de las ciencias contribuirá a su mejor integración en el medio social.

La enseñanza de las ciencias debe estimular: I) la curiosidad frente a fenómenos nuevos o problemas inesperados, II) interés por lo relativo al ambiente, III) espíritu de iniciativa, tenaz y crítico, que contrarreste una actitud pasiva frente a la vida diaria, IV) rigor metódico, y V) aprecio por la investigación. Los científicos han inventado un lenguaje simbólico y abstracto para hablar sobre las ideas teóricas. Por ejemplo, hablar de las funciones de reproducción, relación, de estructura celular y procesos en los que interviene el DNA, así como las características propias de los seres vivos que los distinguen, tiene un papel abstracto, ya que no se pueden observar; pero si se logran comprender los conceptos simplemente se puede asociar la palabra reproducción; al conjunto de procesos mediante los cuales los seres vivos, desde las bacterias hasta los animales, pueden reproducirse y perpetuar la especie.

Este concepto, construido a lo largo de muchos años de investigaciones, lo han creado los científicos para referirse de manera generalizada al conjunto de procesos (estructura celular, replicación, transcripción y síntesis de proteínas), cuyo significado está incluido en el concepto y en la palabra reproducción. Por otra parte, su manejo a lo largo de la escolarización permite profundizar en la construcción de significados que progresivamente se acumulan, al tiempo que se vuelven aún más complejos y abstractos (García, 2005).

Por lo tanto esta escritura y simbología ha sido incorporada por la didáctica contemporánea en el área para ofrecer una mejor comprensión. Lo anterior, es un tema discutible y opinable, pues nadie puede negar las particularidades de la rigurosidad y falta de ambigüedad del lenguaje científico, que deben enfatizarse en las clases; sin embargo, muchas veces se olvida en el aula de ciencias, que las disciplinas tienen una retórica particular, precedidas por todo un arte de convencimiento, ejemplos claros, textos cortos, de divulgación científica, que se acercan definitivamente a cualquier otra práctica de lectura y escritura en las que se presenta un lenguaje

coloquial. Aquí, muchas veces, un problema grave por resolver es que los docentes no tienen claro el concepto y en la clase se ofrece a los alumnos un sinnúmero de nombres a las cosas sin que se hayan comprendido primero los fenómenos (Golombek, 2008).

ENFOQUE COGNITIVO

Desde el enfoque epistemológico planteado por Giere (1988), se concibe a la ciencia como un conocimiento basado en modelos teóricos, partiendo de la idea que las afirmaciones teóricas sobre el mundo que servirán para caracterizar los seres vivos, no proceden directamente del mundo sino que *son objetos abstractos, cuyo comportamiento se ajusta exactamente a los enunciados o definiciones elaborados por los científicos*, pero cuya relación con el mundo real es compleja. Apoyado por Izquierdo y colaboradores (1999), estos modelos teóricos permiten, por una parte, caracterizar las actividades científicas escolares y elaborar materiales didácticos fundamentados teóricamente y, por otro lado, son especialmente adecuados para los momentos de emergencia y consolidación del conocimiento científico, tanto a nivel individual como social.

Desde una perspectiva constructivista, se reconoce que, cada estudiante, en el proceso de aprendizaje, construye su propio conocimiento y que en esta elaboración asumen un papel importante sus ideas previas, sus formas de razonamiento, sus vivencias personales y su interacción con el medio cultural que le rodea. Y como estos puntos referenciales son diferentes para cada alumno, al igual que el ritmo y estilo de aprendizaje, el grado de elaboración del nuevo conocimiento será diferente para cada uno de ellos (Masse, 2002).

Cuando el alumno descubre la regla que le permite entender ciertos procesos, consigue adentrarse en su propio aprendizaje. Este proceso es un gran descubrimiento para él y para su conceptualización del aprendizaje, pero es necesario que cuente con el fomento estratégico y la guía adecuada del docente.

Las analogías y los modelos concretos se encuentran entre las herramientas más utilizadas en la enseñanza. Con frecuencia, tanto los docentes como los autores de libros de texto, utilizan analogías para explicar contenidos científicos y facilitar el proceso de aprendizaje de nuevos

conceptos de una manera comprensible para los alumnos. Una analogía guía a los alumnos en la construcción de un modelo mental inicial del concepto a aprender, basado en algo familiar. Ese modelo servirá para efectuar la transposición del nuevo conocimiento (Aragón, 1998).

ENFOQUE DIDÁCTICO

La enseñanza no consiste únicamente en aplicar técnicas o métodos de enseñanza, sino que trasciende aún más allá, ya que conlleva una compleja interrelación de componentes cognitivos, afectivos, sociales y de carácter académico que se encuentran involucrados y que, de esta manera, tienen que ver con los comportamientos de los estudiantes y de los docentes (Jensen, 2008; Santrock, 2004).

De acuerdo en lo anterior, el punto clave de este enfoque es, indudablemente, la guía, ya que los alumnos no tienden a descubrir por sí solos, de forma espontánea, las leyes fundamentales de la naturaleza, cual newtoncitos al pie de manzanos estratégicamente ubicados a lo largo del aula o en el laboratorio, por ende, en la asignatura de biología, se parte de la concepción de “aprendizaje” como proceso de construcción gradual, continuo y permanente, donde el aprendizaje recién adquirido se fusiona con la información anterior, unificando y ampliando el aprendizaje, así entonces, se promueve un cambio conceptual, es decir, una reestructuración de la información (Golombek, 2008).

Tal vez, las investigaciones sobre didáctica de la ciencia más contemporáneas han cambiado un poco el foco de su objetivo principal, al interesarse más por lo qué pasa con la cognición de los alumnos cuando aprenden, en lugar de tomar en cuenta las estrategias de razonamiento que utilizan, cómo van variando sus procesos cognitivos (incluyendo los metacognitivos, algo así como aprender a aprender y ser consciente de ello). Si queremos que alguien aprenda algo, es bueno saber cómo se incorpora el conocimiento en la cabeza de los individuos. Por esta razón, el aspecto didáctico propone que los alumnos poco a poco vayan construyendo el conocimiento y, para facilitar la construcción del mismo, es importante la utilización de estrategias que originen el aprendizaje significativo, es decir, que propicien el proceso a través del cual una nueva información se relaciona de manera inherente con los conocimientos previos del alumno. Todo

esto, con el propósito de permitir que los alumnos adquieran una mayor libertad de pensamiento, logren nuevos aprendizajes y relacionen lo aprendido con situaciones del mundo real, con el entorno y con la sociedad (CCH, 2003).

Por otro lado, una parte muy importante en el aprendizaje de los estudiantes es la evaluación, la cual se define como parte integral de la educación, debido a que ayuda a los profesores a comprender lo que en la práctica han conseguido enseñar, y a los alumnos a entender mejor lo que han aprendido y lo que quieren aprender. Estimar el impacto positivo de los materiales didácticos resulta difícil, pero hay que valorar lo que aprenden los alumnos y con qué nivel de calidad lo hacen.

Los docentes, tienden a evaluar con demasiada frecuencia lo que es fácil de medir y fácil de calificar cada vez más por medio de máquinas y el resultado es que los currículos convencionales giran en torno a los datos y no en torno a los conceptos y su aplicación. No obstante es importante que las actividades que se consideran herramientas de evaluación estén construidas cuidadosamente con el fin de que se asemejen todo lo posible a cualquier otra actividad del día a día. Así pues, resulta vital, si se quiere contar con un aprendizaje de calidad para todo el alumnado, desarrollar con habilidad la evaluación, brindándole un enfoque auténtico y verdaderamente incrustado en el sistema, que ayude a los alumnos y al docente a seguir el crecimiento y el desarrollo de los estudiantes en formación.

En la actualidad, de hecho, el conocimiento es tan extenso que es posible saturar a los alumnos de contenidos conceptuales, de ahí que, es indispensable transferirles habilidades, actitudes y valores que les permitan tener acceso a la información científica para aprender con libertad y poder ser partícipes de la toma de decisiones. Las formas de enseñanza han ido cambiando conforme se modifica la sociedad y sus requerimientos, lo que implica cambios en las estrategias educativas que se encarguen de aplicar las habilidades que se requieren para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información de diferentes fuentes, reflexionar acerca de ella y emitir juicios o puntos de vista a partir de lo investigado. De igual manera, es preciso sembrar en los estudiantes pensamientos flexibles, que lleven a una construcción y reconstrucción de los pensamientos, de acuerdo al paradigma en el que nos encontremos.

Definitivamente, el profesor debe hacer explícito a los alumnos lo que se pretende realizar con el tema o actividad, estimular a los alumnos en el planteamiento de los problemas expuestos por ellos mismos y alentarlos para que asuman la responsabilidad de su propio aprendizaje. Se requiere asimismo, que los docentes orienten a los estudiantes para que puedan vincular de manera adecuada sus conocimientos previos con la nueva información, para manejar un aprendizaje significativo, que vaya desde lo simple a lo complejo, incluyendo aspectos de la vida cotidiana. Por lo tanto, el docente debe ser un mediador entre el alumno y los contenidos de enseñanza, sin perder de vista el nivel de profundidad de los mismos; enfatizar los aprendizajes que se establecen para cada unidad de los programas en la educación media superior (Gallego, 2009).

Como ya se mencionó, la educación y la adquisición de conocimientos es un proceso gradual y continuo, en la que el nuevo aprendizaje se construye sobre el anterior o se incorpora al mismo, y lo que se va a aprender, debe verse en términos de lo que ya se conoce y se puede comprender, para que las nuevas experiencias puedan ser asimiladas.

FUNDAMENTO DEL TEMA

La genuina actividad mental involucra hacer preguntas, indagar, compartir las ideas propias, ser capaz de defenderlas y cuestionar las de otros. Si se habla del papel activo del estudiante, nos referimos a la actividad cognitiva y no al mero hacer, pues el acto de aprender involucra cambios en el pensamiento y la movilización del sistema cognitivo mediante múltiples procesos explícitos que van precedidos por la motivación (Alonso, 2005; Barca, 2012; Díaz Barriga, 2002).

Alonso (2005), señala que los alumnos afrontan las actividades académicas con más o menos interés y esfuerzo debido a factores como son: i) el significado de lo que implica aprender, de acuerdo al tipo de metas y objetivos que se propongan lograr; ii) posibilidades de superar el reto impuesto y las herramientas que tienen para llegar a la meta; y iii) el costo en términos de tiempo y esfuerzo.

El aprendizaje de las ciencias en el nivel medio superior es considerado como una situación problemática en la formación de los estudiantes. Bajo este enfoque se han identificado diversos factores que determinan dicha problemática: entre ellos, por mencionar algunos, se encuentran los contenidos, los docentes, el perfil de los alumnos, los recursos didácticos, los modelos educativos, entre otros (Rasilla, 2011).

Entre los contenidos, uno que debe abordar la enseñanza, en ciencias naturales es el de la continuidad de los organismos, que se materializa en los procesos reproductivos. Éstos abarcan un conjunto de fenómenos que tienden a permitir, para cada especie, su supervivencia y perpetuación.

En los alumnos, se han detectado importantes dificultades para la comprensión de los procesos moleculares que se llevan a cabo en el interior de las células; para el caso particular de la replicación del DNA (Ácido Desoxirribonucleico), se destaca la persistencia de determinados errores conceptuales, tales como la interpretación errónea del modo de síntesis de cada nueva cadena de DNA.

Una de las debilidades señaladas fuertemente en la enseñanza de la biología, en la educación media superior, es que los alumnos no aprenden o aprenden parcialmente los conocimientos

científicos que el sistema escolar trata de transmitir y muestran escaso o nulo interés por comprender los mismos (Alonso J. , 1991), lo que se traduce, no solo, en una gran disminución de la vocación científica entre los estudiantes. En vista de lo anterior, se dice que los individuos en general, entienden más a la ciencia como verbo que como sustantivo, dejando de lado la verdadera importancia de lo que representa la comprensión de la ciencia en estos días.

Dentro de las múltiples problemáticas que enfrenta la educación de las ciencias hasta hoy día, aquí se enumeran algunas:

1. Las escuelas presentan currículos de ciencias alejados de los problemas cotidianos de la gente, hacen énfasis en contenidos abstractos, planos, superficiales, aburridos y sin lograr correlacionar los contenidos con experiencias de vida cotidiana (Lemke, 2006).
2. La educación es poco atractiva porque no enfatiza en la creatividad, deja de lado a la ética, al desarrollo histórico y al impacto social de las ciencias (Acevedo, 2004).
3. La educación actual transmite una imagen de la ciencia errada, que muestra al pensamiento científico como superior y deshumanizado, aislado del trabajo de los científicos, de la sociedad, de la historia, de las leyes, de la economía, de la política y de los intereses de la gente, por ende, los adultos formados en los sistemas educativos no valoran dichos componentes.

Así pues, para mejorar el aprendizaje de la ciencia, el docente debe ser capaz de crear un ambiente propicio para que el alumno experimente autonomía y competencia, atribuya valor a sus éxitos basados en el esfuerzo, perciba los resultados como controlables y modificables y para que el alumno mejore su autonomía y su concepción de sí mismo y forje un aprendizaje significativo (Alonso, 1991).

Con base en lo anterior, el presente trabajo aborda una estructuración, fundamentación y diseño de una estrategia didáctica que favorezca el aprendizaje de la replicación del DNA y la síntesis de proteínas a través de la construcción de modelos y analogías en alumnos de educación media superior, fundamentando la estrategia en tres enfoques: cognitivo, disciplinar y didáctico, ya que numerosas investigaciones han identificado diversas dificultades en los procesos de aprendizaje y entre las mismas se pueden mencionar la estructura lógica de los contenidos conceptuales, el nivel de exigencia formal de los mismos y la influencia de los conocimientos y preconcepciones que el

alumno traiga consigo. Pero, además, se deben tener en cuenta factores tales como la específica naturaleza de las disciplinas científicas, la organización social de la enseñanza, las características sociales y cognitivas de los alumnos, sus concepciones epistemológicas y destrezas metacognitivas, las relaciones psicosociales en el aula, los factores motivacionales, los recursos y medios disponibles, etcétera (Campanario, 1999).

JUSTIFICACIÓN

La biología, como ciencia, está adquiriendo una importancia preponderante desde las últimas décadas del siglo XX. La biología, como disciplina escolar, debería reflejar esa importancia desde una visión holista, que requiere un manejo de conceptos básicos y la posibilidad de interrelacionarlos en forma no reduccionista ni mecanicista (Galagovsky, 2009).

Uno de los principales retos en el nivel medio superior es promover la permanencia y acrecentar el interés por la ciencia. Coligado a lo anterior, uno de los posibles motivos por los cuales no se logra el aprendizaje y por ende el término de los estudios, es la falta del conocimiento o la aplicación de técnicas basadas en teorías alternativas, que puedan ayudar a la enseñanza y aprendizaje de los alumnos en los diversos contenidos del área de biología.

A este respecto, el deber de todo docente radica en que sus educandos adquieran los conocimientos mínimos necesarios que les permitan ser competitivos en un medio cada vez más exigente y cambiante, en el que la educación, particularmente de las ciencias, juega un papel importante para la adquisición de estos conocimientos, que favorecerán que el alumno sea capaz de incorporar en su manera de ser, de hacer y de pensar, una serie de elementos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, que lo lleven a cambiar su concepción del mundo. Bajo este punto, particularmente la biología, abarca todas las disciplinas dedicadas al estudio de los sistemas vivos. Tales disciplinas se denominan “Ciencias de la vida”, término que distingue lo vivo en la naturaleza, de las manifestaciones de lo físico y químico de lo vivo (CCH, 2003).

Por lo tanto, el objetivo general de impartir la materia de biología en el nivel medio superior, es ofrecer al alumno un enfoque integral de lo que es la biología, particularmente la Escuela Nacional del Colegio de Ciencias y Humanidades (ENCCCH) se basa en cuatro ejes complementarios para construir el conocimiento biológico: *el pensamiento evolucionista, el análisis histórico, las relaciones sociedad-ciencia-tecnología y las propiedades de los sistemas vivos*. Los programas de la enseñanza de la biología en general, se encuentran orientados a conformar la cultura básica del estudiante en el campo del saber de la biología, contribuir a la adquisición de conocimientos y principios propios de la disciplina, así como propiciar el desarrollo de habilidades, actitudes y valores, que le permitan enfrentar con éxito los problemas relativos al aprendizaje de nuevos

conocimientos en el campo de la biología. Con lo anterior, se enfatizan las relaciones sociedad-ciencia-tecnología (SCT), para que los alumnos puedan desarrollar una ética de responsabilidad individual y social, que contribuya a establecer una relación armónica entre la sociedad y el ambiente (CCH, 2003).

Consiguientemente, uno de los problemas frecuentemente observados en el aula es la dificultad para comprender las relaciones estructura-función, que permiten reconocer cada nivel de organización de los sistemas vivos (Driver *et al.*, 1996; Greco y Ferrari, 1998; Greco y Marín, 1998; Giordan, 1999; Rodríguez Palmero y Moreira, 1999). Esto se hace evidente al abordar la estructura atómica, la estructura molecular tridimensional o la estructura celular (Galagovsky, 2009).

Por ello, se coincide con Coll (1987) cuando expresa que en los procesos de enseñanza-aprendizaje debería existir un “desfase óptimo” entre los esquemas de conocimiento del estudiante y el objeto de conocimiento propuesto, para que ellos desemboquen en un aprendizaje verdaderamente significativo y no en una memorización, cuyo valor funcional sería escaso o nulo.

Así en la propuesta, se tomó en cuenta: una reflexión sistemática de cómo mejorar el conocimiento disciplinario a partir del análisis de las estructuras conceptuales, metodológicas y cognitivas, sobre la forma de hacer que el alumno aprenda la complejidad de procesos biológicos, tales como la replicación del DNA y síntesis de proteínas, es decir, se reflexionó sobre cómo enseñar el contenido y cuál es la complejidad conceptual del mismo; todo en función de las necesidades cognitivas de los sujetos inmersos en un proceso de formación escolar.

Con estos últimos argumentos, se estructuró la estrategia didáctica para la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje, en relación en los procesos de replicación del DNA y síntesis de proteínas, ya que, una vez identificado el problema, luego se convierte en punto de intervención y se proponen alternativas de solución. Las estrategias empleadas en clase, se centraron en promover la construcción significativa del conocimiento a través de actividades que permitan dar respuesta a problemas planteados sobre la temática ya mencionada para el alumno. Tales problemas favorecieron el avance de lo simple a lo complejo, de lo concreto a lo abstracto y de conceptos poco estructurados al conocimiento formal (Jensen, 2008; Santrock, 2004).

En este sentido, se consideró que una de las maneras de lograr el aprendizaje de los alumnos es mediante la implementación de estrategias didácticas mediadas por la enseñanza de los contenidos, de una manera concisa, sin perder de vista el lenguaje científico, por medio de analogías y modelos, ya que tienen la capacidad de modificar, de una manera significativa la comprensión de contenidos abstractos.

Debido a que la idea básica para construir un modelo didáctico es conocer profundamente el tema que se requiere enseñar, abstraer sus conceptos nucleares y las relaciones funcionales entre dichos conceptos, para traducir todo a una situación lo más inteligible posible para el alumnado, proveniente de la vida cotidiana, se empleó la analogía; en ésta los alumnos son capaces de formular hipótesis sobre qué, por qué, cómo y cuándo ocurren diferentes fenómenos en el análogo, que luego relacionaran con los contenidos y lenguaje científico propio del tema (Galagovsky, 2001).

En consecuencia, se buscó relacionar la analogía y los modelos creados por los alumnos con los modelos científicos ya propuestos para los procesos de replicación del DNA y síntesis de proteínas a través de las similitudes y diferencias entre ambos, englobando no solo su estructura sino también su función, para que los alumnos fueran capaces de correlacionar lo comprendido en clase con problemáticas cotidianas de su entorno.

Es importante señalar que esta contribución podrá considerarse como una propuesta para enriquecer la práctica docente, originada a partir de los problemas detectados y que tienen relación directa con la enseñanza de los temas antes mencionados. Por todo lo anterior, se propuso *“instrumentar una estrategia didáctica que promueva el aprendizaje de la replicación del DNA, transcripción y la síntesis de proteínas a través de la utilización de la analogía y elaboración de modelos”*, conceptos que se imparten en el nivel medio superior, específicamente en la segunda unidad, ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los seres vivos?, del tercer semestre de la ENCCH de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en donde, a partir del estudio de estos temas analizados como un conjunto de reacciones y eventos integrados, el alumno conocerá los procesos reproductores y hereditarios que permiten la continuidad de la vida, mantienen la unidad y proporcionan diversidad a los seres vivos (CCH, 2003).

OBJETIVO GENERAL DE LA PROPUESTA

Instrumentar una estrategia didáctica que promueva el aprendizaje significativo de la replicación del DNA y síntesis de proteínas a través de la analogía y modelos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Analizar las ideas previas que existen acerca de la replicación del DNA y la síntesis de proteínas en los alumnos.
- II. Determinar la efectividad de trabajar con una analogía y videos educativos para promover el aprendizaje de los estudiantes.
- III. Evaluar la efectividad del aprendizaje de los estudiantes por medio de la elaboración de un modelo, mediante la indagación de:
 - El nivel de toma de conciencia de sus logros, a través de autoevaluaciones al finalizar la actividad.
 - Sus capacidades de armar un modelo simbólico sobre el concepto de replicación del DNA, transcripción y traducción.
 - Sus habilidades para contestar preguntas utilizando lenguaje científico.

CAPITULO 1. EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

La creación de la educación media superior en México está asociada a los acontecimientos políticos y sociales de la época, ya que en el periodo colonial surgieron los primeros antecedentes de un nivel intermedio entre la educación elemental y la educación superior. En 1537 se fundó el Colegio de Santa Cruz de Tlatelolco y en 1543 el Colegio de San Juan de Letrán y el de Santa María de Todos los Santos. Años más tarde, en 1551, se estableció la Real y Pontificia Universidad de México, en la cual, se encontraba la Facultad de Artes, como instituciones educativas preparatorias para las licenciaturas existentes.

Posteriormente, en 1867 se creó la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), considerada como un hito en la enseñanza superior, fue creada por la necesidad de que los jóvenes tuvieran una preparación amplia. La ENP fue reglamentada por la Ley Orgánica de la instrucción pública para el Distrito Federal y territorios, esta ley fue impulsada por Gabino Barreda. El plan de estudios de la ENP se fundamentaba en una enseñanza científica, en la que la ciencia y sus aplicaciones permitían reformar a la sociedad, ya que se pretendía orientar la política educativa del liberalismo mexicano, promoviendo así, la formación de hombres con criterios comunes.

Dichos programas se planteaban la necesidad de dar una educación integral, uniforme y completa a los individuos, uniformizar conciencias, mantener la paz y el orden del estado. En 1954, existían en la ENP dos tipos de planes de estudios, el primer plan duraba cinco años y recibía a los estudiantes que después de haber terminado su primaria, deseaban continuar con sus estudios; el otro plan de estudios era de dos años, con carácter complementario y era dirigido a estudiantes que ya habían cursado la educación media básica. A mediados del siglo pasado, las escuelas preparatorias en México eran parte del modelo desarrollista, sustentado en un estado benefactor, que participaba en las actividades económicas a través de las empresas paraestatales, que fomentaban el desarrollo social y estimulaban la educación.

En ese mismo tiempo, se proponía una unidad para el progreso, así como una educación para la paz, la democracia y la justicia. Se sustentaba que un ciudadano educado podría lograr movilidad social y al mismo tiempo contribuir al desarrollo del país, dentro de un modelo de

industrialización. De esta manera, se promovía la escolarización, bajo el entendido de que a mayor grado de estudios o grados escolares, mayor progreso, es decir, se pretendía que el ciudadano pudiera lograr su movilidad social y, por ende, contribuiría al desarrollo y progreso del país mediante la educación (Gutiérrez, 2009).

En 1969, se crearon los Centros de Bachillerato Tecnológico, Agropecuario, Industrial y del Mar. Con estas opciones se crearon las dos grandes vertientes educativas que permanecen hasta nuestros días: El bachillerato tecnológico y el bachillerato general. En 1973 se consolidó para ofrecer una formación general a los egresados de secundaria, se formuló una estructura académica que consideraba tres áreas de formación: básica, específica y de capacitación para el trabajo. La duración de los estudios era de tres años y se le asignó una doble función; la primera era capacitar al alumnado para el trabajo y la segunda proporcionaba una formación propedéutica, para quienes quisiera continuar con sus estudios.

Más tarde, en 1981 se estableció un tronco común para la educación media superior. En 1979 se creó el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP), fortaleciéndose así, las carreras terminales orientadas a los contextos regionales. En 1983 la SEP expidió el Acuerdo Secretarial número 91, con el cual se autorizó el plan de estudios del Bachillerato Internacional y en 1991 expidió el Acuerdo Secretarial número 159, por el que los Centros de Bachillerato Pedagógico cambian su denominación por la de Centros de Estudios de Bachillerato (CEB), además de establecer que la estructura curricular tendría dos opciones: general y pedagógica (SEP, 2013).

La educación media superior (EMS) hasta hoy en día se encuentra conformada por dos niveles:

- ❖ Profesional técnico; los alumnos reciben una capacitación que los acredita como técnicos en algún área específica y para acceder al campo de trabajo. Este tipo de modalidad se imparte en planteles incorporados a instituciones de educación superior como los Centros de Estudios Científicos y Tecnológico (CECyT) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) o dependientes de la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2013).
- ❖ Bachillerato general; su duración aproximada es de tres años. Esta modalidad es indispensable para el ingreso a la educación superior. Se ofrece a través de instituciones

públicas como la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), y la Escuela Nacional del Colegio de Ciencias y Humanidades (ENCCH), ambas instituciones de la UNAM; también se ofrece en organismos descentralizados como el Colegio de Bachilleres de la SEP, entre otras instituciones de reciente creación en la ciudad de México, tanto dentro como en el interior del país.

Finalmente, se ha establecido como objetivo principal de la educación media superior ampliar y consolidar los conocimientos adquiridos en secundaria y preparar al educando en todas las áreas del conocimiento para que elija y curse estudios superiores. Este nivel educativo ofrece una educación de carácter formativa e integral que incluye la adquisición de conocimientos científicos, técnicos y humanísticos con algunas metodologías de investigación y de dominio del lenguaje (Estadísticas SEP, 2013). Por ende, representa un escenario crítico para que el estudiante determina el área en la cual desarrollará sus estudios de licenciatura o el espacio en que ingresará al mercado laboral (Montalvo, 2010).

1.1 BREVE HISTORIA DE LA ESCUELA NACIONAL DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

En 1971 fue aprobado por el Consejo Universitario de la UNAM el proyecto de la Escuela Nacional del Colegio de Ciencias y Humanidades (ENCCH), durante el rectorado de Pablo González Casanova, quien lo consideró como: la creación de un motor permanente de innovación de la enseñanza universitaria y nacional, el cual debería ser complementado con esfuerzos sistemáticos que mejoren a lo largo de todo el proceso educativo los sistemas de evaluación, de lo que se enseña y de lo que aprenden los estudiantes. Los planteles en abrir sus puertas para recibir a las primeras generaciones de estudiantes fueron Azcapotzalco, Naucalpan y Vallejo, en el mismo año en que se aprobó el proyecto (1971). Al siguiente año se abrieron los planteles ENCCH Oriente y Sur.

La creación de la ENCCH se centró en atender una creciente demanda de ingreso a nivel medio superior en la zona metropolitana y al mismo tiempo, para favorecer la resolución de la

desvinculación existente entre las diversas escuelas, facultades, institutos y centros de investigación de la UNAM, así como para impulsar la transformación académica de la propia Universidad, con una nueva perspectiva curricular y nuevos métodos de enseñanza.

El Colegio de Ciencias y Humanidades se aprobó, ya que dicho proyecto resolvía por lo menos tres problemas que hasta 1971 solo se planteaba resolver o se resolvía de forma parcial:

- I. Unir a distintas facultades y escuelas que originalmente estuvieron separadas.
- II. Vincular la Escuela Nacional Preparatoria a las facultades y escuelas superiores, así como a los institutos de investigación.
- III. Crear un órgano permanente de innovación de la Universidad, capaz de realizar funciones distintas, sin tener que cambiar toda la estructura universitaria, adaptando el sistema a los cambios y requerimientos de la propia Universidad y del país.
- IV.

De esta manera, la ENCCH permitió, entonces, la utilización óptima de los recursos destinados a la educación; la formación sistemática e institucional de nuevos cuadros de enseñanza media superior y por último, reconocer un tipo de educación que constituía un ciclo por sí mismo, ya que podrá ser preparatorio para iniciar estudios profesionales, al nivel licenciatura que exige el desarrollo del país, un nivel terminal que promovía la integración inmediata a la vida laboral (Gaceta, 1971).

Durante su historia, la ENCCH se ha transformado y ha ido avanzando para elevar la calidad de la enseñanza que imparte. El éxito de su madurez se refleja en las etapas por las que ha pasado, entre las cuales destacan: la creación de su Consejo Técnico en 1992; la actualización de su plan de estudios en 1996; la obtención al rango de Escuela Nacional en 1997, y la instalación de la Dirección General, en 1998. De tal manera que, la ENCCH atiende a una población estudiantil de más de 56 mil alumnos, con una planta docente superior a 3 mil profesores (CCH-UNAM, 2014).

1.2 FILOSOFÍA DE LA ENCCH

El paradigma en el cual el modelo educativo de la ENCCH está sustentado considera tres principios

- ❖ Aprender a aprender. El alumno será capaz de adquirir nuevos conocimientos por propia cuenta, es decir, se apropiará de una autonomía congruente a su edad.
- ❖ Aprender a hacer. El alumno desarrollará habilidades que le permitan poner en práctica lo aprendido en el aula y en el laboratorio. Supone conocimientos, elementos de métodos diversos, enfoques de enseñanza y procedimientos de trabajo en clase.
- ❖ Aprender a ser. El alumno desarrollará, además de los conocimientos científicos e intelectuales, valores humanos, cívicos y particularmente éticos.

Aprender a aprender, además es un concepto multidimensional que incluye aspectos metacognitivos, es decir, que el alumno tiene la capacidad de apropiarse de un autoconocimiento, ya que se favorecen las habilidades complejas del pensamiento, autorregulación y autoestima que son la base para aprender a lo largo de la vida, propicia que el alumno sea capaz de adquirir nuevos conocimientos por cuenta propia; y favorece que este asuma la responsabilidad sobre su propio aprendizaje, colocándolo como el actor central de su educación (CCH-UNAM, 2014).

Se propone también que si se asume la posibilidad de autoconocerse, autorregularse, capacidad de diálogo, de escucha, de empatía, la expectativa de cambio cuando se observan situaciones contrarias a los derechos humanos universales y a la justicia, el optimismo basado en la realidad y no en la fantasía, la autoestima y la autonomía, entre otras, el aprendizaje en el alumno se ha logrado (CCH-UNAM, 2014).

El aprendizaje, en este sentido, tiene una doble dimensión: la primera, orientada por el conocimiento de las ciencias y las humanidades, lo que conforma la cultura universitaria que debe adquirirse en el bachillerato; la segunda, por el sentido que dicho aprendizaje tiene para el entorno social. Así pues, el proceso educativo debe regirse por criterios de búsqueda e indagación de la verdad, entenderse como camino para la resolución de problemas de toda índole, privilegiando aquéllos que más impactan en la vida personal y comunitaria de los estudiantes.

En el modelo educativo de la ENCCH se concibe al profesor como un guía, diseñador y facilitador del aprendizaje, ya que la educación del estudiante se encuentra centrada en el aprendizaje del alumno, lo que lleva a que el profesor asuma una nueva función en el proceso de enseñanza-aprendizaje y permite que el estudiante adquiera herramientas y estrategias que favorecen aprender a aprender y, de este modo, desarrolla su potencial de aprendizaje (CCH-UNAM, 2014).

Por otro lado, es importante resaltar que las actuales tecnologías de la información y la comunicación (TIC), ofrecen a los individuos la posibilidad de establecer entre sí contacto estrecho y dinámico con diversos fines, entre ellos, los educativos, sin más limitación que la posesión de una alfabetización tecnológica y digital. El uso de las TIC permite acceder de manera rápida y eficiente a múltiples fuentes de información, capturar, transformar y comunicar datos e ideas en diversos medios y formatos, lo cual plantea nuevos retos en el proceso educativo, como saber discriminar la información y orientarla, para alcanzar el fin que generó la búsqueda. En este contexto, el principio rector del modelo educativo, aprender a aprender, adquiere una dimensión significativa. El uso de las nuevas tecnologías facilita la concreción del modelo educativo, pero nunca sustituye la experiencia presencial de profesores y alumnos en las aulas; el trabajo académico colectivo es condición necesaria para la puesta en práctica del modelo educativo del Colegio (CCH-UNAM, 2014).

1.3 PAPEL DEL DOCENTE EN LA ENCCH

La visualización que tiene la institución sobre el docente no se puede dejar de lado. Desde una visión constructivista, la ENCCH conceptualiza al docente como un facilitador, un mediador y estrategia, en el encuentro del alumno con el conocimiento, así pues, ya no recae toda la responsabilidad del proceso enseñanza-aprendizaje en el docente, sino que existe un juego de papeles activos en el docente y el alumno que permiten que este sea guiado por aquel.

Definir al docente como mediador y estrategia implica que, más allá de ser un mero transmisor de datos, hechos y conceptos, tenga la habilidad de brindar un apoyo sistemático; es decir brinde una ayuda pedagógica ajustada a las competencias para la construcción de los conocimientos mínimos necesarios que requieren los alumnos (Díaz-Barriga, 2002).

1.4 PERFIL DEL ALUMNO

El perfil del alumno de la ENCCH debe adecuarse y redefinirse de acuerdo con las transformaciones del mundo y del propio Colegio a lo largo del tiempo, y debe pensarse en función de lo que aquél pueda verdaderamente lograr durante sus estudios en el nivel bachillerato. En este sentido, el perfil que se pretende debe “Ser una primera descripción preliminar del egresado, de carácter no técnico pero que sirve de antecedente a la formulación explícita de objetivos curriculares, de los que sí se exige rigor en su formulación” (CCH-UNAM, 2014).

Por todo lo anteriormente expuesto, es fundamental también que los profesores tengan el perfil necesario para impulsar y desarrollar en los alumnos determinadas capacidades que fortalezcan su aprendizaje y lo apliquen en su vida cotidiana. Con este marco, se propone que los estudios que se ofrecen en la Escuela Nacional del Colegio de Ciencias y Humanidades doten al alumno con dos tipos de aprendizajes fundamentales:

- Aprendizajes transversales que les permitan aplicar valores, conocimientos y ejercer habilidades en diferentes entornos y situaciones a lo largo de su vida, y que puedan ser transferibles a diferentes disciplinas científicas, técnicas, sociales, humanísticas y artísticas.
- Aprendizajes disciplinares propios y particulares de las áreas, disciplinas y asignaturas que se imparten en el Colegio.

En síntesis, se busca que los conocimientos, destrezas, habilidades y capacidades, así como las actitudes y los valores propuestos para que los alumnos los adquieran y desarrollen en su paso por la ENCCH de acuerdo con su modelo educativo, sean aprender por sí mismos en los campos fundamentales del saber (matemáticas, ciencias naturales, historia y ciencias sociales, la lengua materna y la lengua extranjera), las habilidades de trabajo intelectual generales y propias de cada uno de estos campos, así como los conocimientos específicos que les permitan adquirir o construir otros e ir generando estrategias propias para alcanzar aprendizajes cada vez más independientes y complejos (CCH-UNAM, 2014).

1.5 PERFIL DE EGRESADO

La sociedad vive en crisis estructural: ambiental, de seguridad, climática, ecológica, financiera, económica, agroalimentaria y con no pocos ciudadanos en situaciones críticas de salud, empleo, vivienda y educación. Por ello, en circunstancias y contextos complejos, la educación cobra relevancia por su responsabilidad en contribuir a la formación de las nuevas generaciones que participarán individual y colectivamente de manera consciente y responsable y enfrentarán la diversidad de problemas con posibilidades de éxito, y contribuirán a la generación y orientación de los cambios sociales pertinentes para formar una sociedad justa y digna de convivir en ella (fig. 1).

El proyecto de la ENCCH dota a los alumnos de una formación científica, humanística y social, con base en la comprensión y el dominio de dos lenguajes: el Español y las Matemáticas y dos métodos de aproximación a la realidad: científico-experimental e histórico-social. Esto es, se pretende que, al finalizar su bachillerato, el alumno tenga una cultura básica e interdisciplinaria que le permita contar con las herramientas necesarias para continuar aprendiendo durante su vida, así como realizar con éxito los estudios de licenciatura.

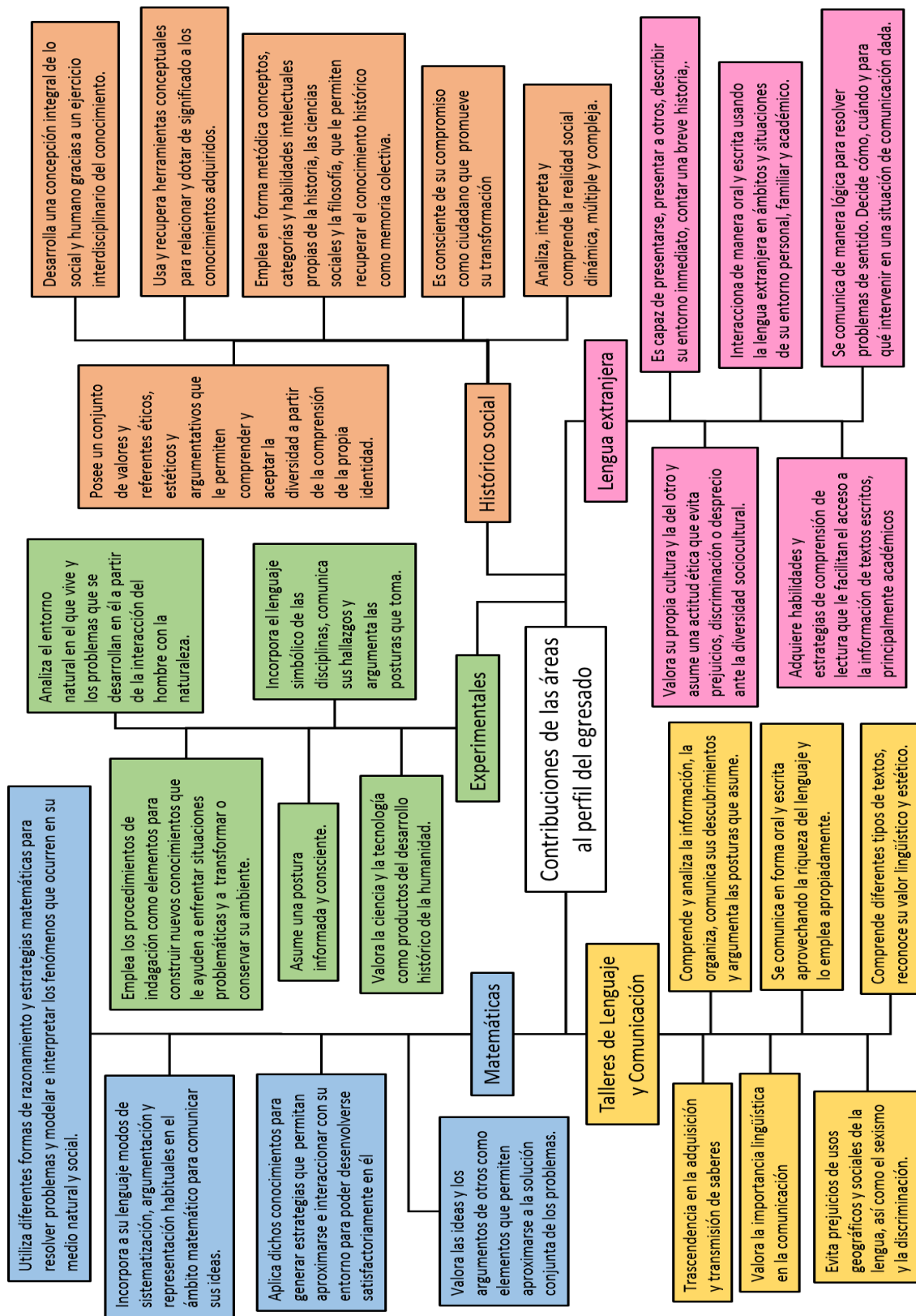


FIG 1: Contribuciones de cada una de las áreas al perfil del egresado (CCH-UNAM, 2014).

En un esfuerzo por adaptarse a una educación del siglo XXI, los principios que rigen el modelo educativo de la ENCCH –aprender a aprender, aprender a hacer y aprender a ser– son vigentes y de fundamental importancia para determinar el tipo de alumno que deseamos formar, las habilidades que deben desarrollar, las actitudes y valores, que se deben fomentar y las aptitudes que deben asumir con los aprendizajes logrados en este nivel (Fig. 2). La amplitud y profundidad de estos principios permiten formar estudiantes aptos para continuar sus estudios universitarios o continuar aprendiendo de manera autónoma y desempeñarse como ciudadanos.

El modelo educativo de la ENCCH hace del desarrollo de la inteligencia el centro y el motor de los tres principios, sin menoscabo de la voluntad y el sentimiento.

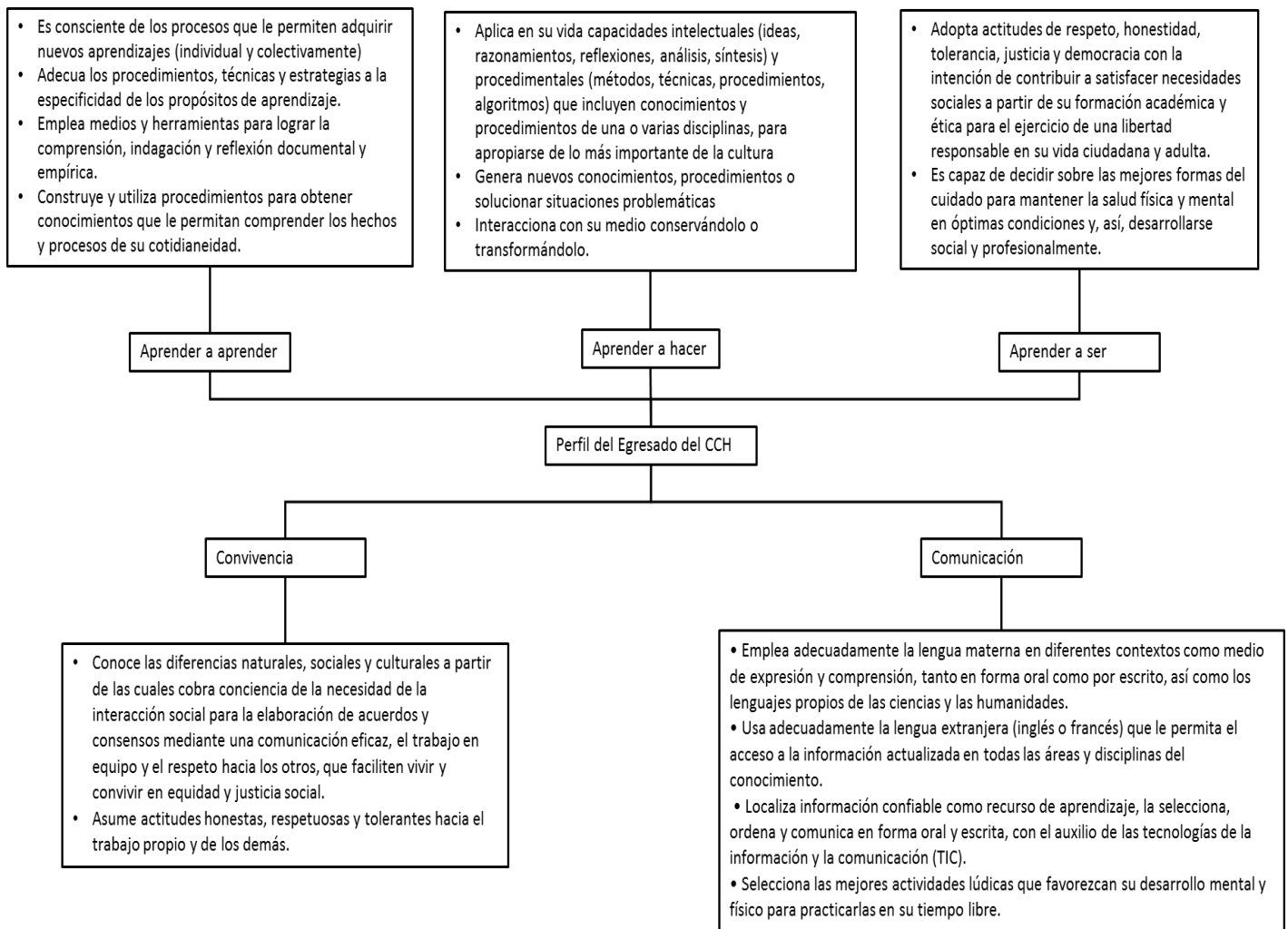


FIG 2: Principales características del perfil del egresado del CCH (CCH-UNAM, 2014).

1.6 LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA EN LA ENCCH

La asignatura de biología en la ENCCH está orientada a conformar la cultura básica del estudiante en este campo del saber. Intenta contribuir a la formación del alumno mediante la adquisición de conocimientos y principios propios de la biología. La biología como disciplina del conocimiento, se caracteriza, tanto por el objeto de estudio en el que fija su atención, como los métodos y estrategias que pone en juego para obtener nuevos conocimientos.

Los cursos de biología tienen como principio que el alumno aprenda a generar mejores explicaciones acerca de los sistemas vivos, mediante la integración de los conceptos, principios, las habilidades, las actitudes y los valores, desarrollados en la construcción, reconstrucción y valoración de conceptos biológicos fundamentales.

En los cursos de biología se parte de la concepción de que el aprendizaje es un proceso de construcción, mediante el cual los alumnos conocen, comprenden y actúan; que aprender es una actividad de permanente cuestionamiento y que debe existir interacción entre el sujeto y el objeto de conocimiento (CCH, 2003).

El enfoque disciplinario, por lo tanto, propone abarcar de una manera integral a la biología, teniendo como eje estructurante a la biodiversidad, y con base en cuatro ejes complementarios para construir el conocimiento biológico, que permean en las distintas unidades y temáticas de los programas:

- A. El pensamiento evolucionista. Da independencia al discurso biológico frente a otros, y de esto depende la autonomía de la biología como ciencia. Formulación integradora que intenta unificar el saber biológico con la explicación de la diversidad biológica, es decir, a partir de los conocimientos de disciplinas biológicas, como la genética, la ecología, la evolución y la biogeografía, el pensamiento evolucionista explica el origen, la complejidad, y los procesos que caracterizan a la biodiversidad.
- B. El análisis histórico. Brinda una visión amplia del quehacer científico, contribuye al análisis de diferentes conceptos y teorías, considerando el contexto social, metodológico e

ideológico de cada época, ayuda a comprender el carácter provisional de distintas explicaciones científicas y promueve la toma de conciencia en torno al papel socio-político que tradicionalmente ha jugado el conocimiento científico y las comunidades que producen los saberes.

- C. Las relaciones sociedad-ciencia-tecnología. Fomenta una actitud reflexiva acerca de cómo su actividad personal y social repercute en el manejo y cuidado del ambiente, además de propiciar una actitud ética ante el avance del conocimiento científico y la tecnología, para que perciba tanto sus utilidades en la mejora de la calidad de vida como las consecuencias negativas de su desarrollo.

- D. Las propiedades de los sistemas vivos. El reconocimiento de que los seres vivos son sistemas complejos cuyos componentes están relacionados de modo tal que el objeto se comporta como una unidad y no como un mero conjunto de elementos, es lo que llevará al aprendizaje de la biología con una visión integral de la vida.

Con base en estos cuatro ejes, la secuenciación de las temáticas en los programas de las asignaturas de biología responde a tres interrogantes: ¿qué?, ¿cómo? y ¿por qué?

- ✓ El ¿qué? tiene que ver con las características descriptivas de los sistemas vivos.
- ✓ El ¿cómo? agrupa el aspecto fisiológico o causas próximas que explican su funcionamiento.
- ✓ El ¿por qué? hace referencia a los aspectos evolutivos que tienen que ver con ellos, es decir, las causas remotas o últimas.

1.7 CONTENIDOS TEMÁTICOS

Las unidades que integran los programas son:

BIOLOGÍA I (Carácter obligatorio)

- Primera unidad. ¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los sistemas vivos?
- Segunda unidad. ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?

- Tercera unidad. ¿Cómo se transmite y modifica la información genética en los sistemas vivos?

BIOLOGÍA II (Carácter obligatorio)

- Primera unidad. ¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas vivos?
- Segunda unidad. ¿Cómo interactúan los sistemas vivos con su ambiente?

BIOLOGÍA III

- Primera unidad. ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?
- Segunda unidad. ¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?

BIOLOGÍA IV

- Primera unidad. ¿Cómo se explica el origen de la biodiversidad a través del proceso evolutivo?
- Segunda unidad. ¿Por qué es importante la biodiversidad de México?

CAPITULO 2. ENFOQUE DISCIPLINAR

En nuestra cultura son muchas las características que se le atribuyen al período de la adolescencia, algunas de ellas fundamentadas en investigaciones y otras que provienen del conocimiento popular; sin embargo, pareciera no ser del dominio público el cambio que se produce en esta etapa del ciclo vital en relación con el desarrollo cognoscitivo. El inicio de la pubertad y la entrada en la adolescencia coinciden con el ingreso de estos jóvenes a la tercera etapa de la educación básica, en la cual el contenido de las diferentes materias comienza a alejarse de lo concreto para introducirse en aspectos progresivamente más abstractos, hecho que se corresponde con un cambio cualitativo de las estructuras cognoscitivas del ser humano, que nos pone en presencia de un pensamiento hipotético-deductivo, el cual permite al adolescente apropiarse de los conocimientos de este nivel educativo (Faroh, 2007).

El aprender a conocer desde la biología, no supone sólo la caracterización de la diversidad de los sistemas vivos y de sus determinantes, sino va mucho más allá e implica que el alumno incorpore en su manera de ser, de hacer y de pensar, una serie de elementos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, que lo lleven a cambiar su concepción del mundo. Bajo este punto, la biología se caracteriza por presentar un objeto de estudio y por la presencia de métodos y estrategias que se ocupan para construir el conocimiento. Así pues, en dicha materia, los cursos tienen como principal objetivo que el alumno aprenda a generar mejores explicaciones acerca de los sistemas vivos, mediante la integración de los conceptos, los principios, las habilidades, las actitudes y los valores desarrollados en la construcción, reconstrucción y valoración de conceptos biológicos fundamentales (Programa de estudios del CCH, 2003).

La materia de biología I, de carácter obligatorio, impartida en el tercer semestre en la ENCCH incluye tres unidades:

- Primera unidad. ¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los sistemas vivos?
- Segunda unidad. ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?
- Tercera unidad. ¿Cómo se transmite y modifica la información genética en los sistemas vivos?

Nos centraremos en la *segunda unidad ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los seres vivos?* en la que se abordan los temas de la replicación transcripción y síntesis de proteínas en:

Tema II. Procesos de conservación

Subtemas:

- i) *Replicación del DNA: Aspectos generales e importancia y*
- ii) *Síntesis de proteínas: Aspectos generales de la transcripción y traducción del DNA, e importancia.*

Desde este punto de vista, el propósito general de la segunda unidad de Biología I es:

- El alumno explicará los principios básicos de los procesos de regulación, conservación y reproducción, a partir de su estudio como un conjunto de reacciones y eventos integrados, para que comprenda cómo funcionan y se perpetúan los sistemas vivos.
-

Los aprendizajes requeridos para la enseñanza de dichos temas son:

- ❖ Explica aspectos generales de la replicación de DNA y síntesis de proteínas.
- ❖ Comprende que los sistemas vivos se perpetúan y se mantienen debido a que el DNA tiene la capacidad de replicar su información y transcribirla para que se traduzca en proteínas.
- ❖ Comprende la importancia de los procesos de regulación, conservación y reproducción como parte de lo que requiere un sistema para mantenerse vivo y perpetuarse.
- ❖ Aplica habilidades, actitudes y valores al llevar a cabo actividades documentales y experimentales que contribuyan a la comprensión de los procesos de regulación, conservación y reproducción.
- ❖ Aplica habilidades, actitudes y valores para comunicar de forma oral y escrita la información derivada de las actividades realizadas.

2.1 INTRODUCCIÓN AL CONTENIDO

El ácido desoxirribonucleico (DNA) y el ácido ribonucleico (RNA) son ácidos nucleicos. El DNA porta la información genética que encabeza la formación de un organismo completo, gracias a la duplicación del DNA, seguida de su transcripción en RNA, que determinan las bases del funcionamiento celular, a través de la expresión de los datos que contienen. El producto de la expresión de los genes son las proteínas, macromoléculas que podrán tener una función estructural o enzimática. La síntesis de las proteínas a partir de la información genética presente en el DNA, denominada también traducción (generación de la secuencia de aminoácidos¹ de un polipéptido², a partir de la secuencia de bases de una molécula de RNAm³ en asociación con un ribosoma), se encuentra, entonces, precedida por dos procesos: la replicación o duplicación (síntesis de DNA) y la transcripción (transferencia de información genética del DNA mediante la síntesis de una molécula de RNA copiada de un molde de DNA) (Cummings. M, *et al.* 2006).

Los genes que formarán proteínas se denominan genes estructurales, se transcriben y se traducen, produciendo RNAm. No obstante, no todos los genes almacenan información para sintetizar proteínas, algunos se transcriben pero no se traducen, por lo tanto dan lugar a moléculas de RNAr⁴ y RNAt⁵, colaboradores del proceso de biosíntesis proteica. Además, existen secuencias génicas reguladoras, que ni se transcriben ni se traducen, pero son de gran importancia ya que actúan como signos de puntuación, indicando donde se debe comenzar a transcribir el gen y dónde debe finalizar la lectura (Alberts, 2003).

¹ Se denomina secuencia de aminoácidos o secuencia peptídica al orden en que los aminoácidos se encadenan dentro de los péptidos y las proteínas.

² Tipo de molécula formada por la unión de varios aminoácidos mediante enlaces peptídicos.

³ Ácido Ribonucleico mensajero. Es el ácido ribonucleico que contiene la información genética procedente del DNA del núcleo celular, es el que determina el orden en que se unirán los aminoácidos, es decir, actúa como plantilla o patrón para la síntesis de proteínas.

⁴ Ácido Ribonucleico ribosomal. Es el tipo de RNA más abundante en las células y forma parte de los ribosomas.

⁵ Ácido Ribonucleico de transferencia. Tipo de ácido ribonucleico encargado de transportar los aminoácidos a los ribosomas y ordenarlos a lo largo de la molécula de RNAm.

2.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA REPLICACIÓN.

Las características principales del proceso son:

- Carácter semiconservador
- Carácter bidireccional (realización simultánea en ambas hebras)
- Semidiscontinuo.

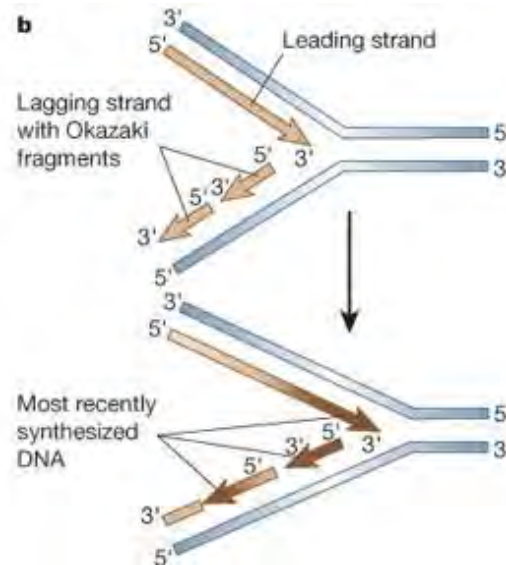


FIG 3. Replicación del ADN. Dirección 5' → 3' (Das-Bradoo, 2010).

- Carácter semiconservador. Es decir, cada hebra sirve como molde para la síntesis de una nueva cadena, produciendo dos nuevas moléculas de DNA, cada una con una de las hebras viejas y una nueva hebra hija. Esta hipótesis fue propuesta por Watson y Crick poco después de la publicación del modelo de la doble hélice, y fue probado definitivamente por los ingeniosos experimentos diseñados por Meselson y Stahl en 1957.
- Carácter bidireccional. La separación de las hebras progenitoras que comienza en cada origen de replicación, progresa en ambas direcciones. Los puntos de transición entre la doble hebra y las hebras sencillas se llaman horquillas de replicación y van alejándose entre sí. Estos datos se

obtuvieron utilizando el marcaje isotópico del DNA con tritio⁶ (³H). El DNA marcado, aislado y expuesto a una emulsión fotográfica durante semanas podía fotografiarse. Si el tritio se añadía durante un corto período de tiempo y la reacción se paraba observando los autoradiogramas podía observarse que el DNA marcado aparecía a ambos lados de la horquilla de replicación y es de manera simultánea, ya que las dos hebras se duplican a la vez (Fig. 3).

El origen puede ser monofocal (procariotas⁷) o multifocal (eucariotas⁸). El inicio de la replicación en procariotas, comienza siempre en un punto determinado del cromosoma circular, denominado origen (ORI). La replicación progresa formando dos horquillas de replicación. Por el contrario en eucariotas la replicación es multifocal, pues en cada cromosoma existen múltiples orígenes de replicación (cientos o miles) que dan lugar a un número doble de horquillas de replicación. Esto permite completar la replicación de los cromosomas de manera eficiente.

- c) Semidiscontinuo. La síntesis de la nueva cadena replicada tiene siempre lugar en el sentido 5'-3', siendo el grupo 3'OH⁹ el punto por el cual el DNA es elongado. Esto es válido para todas las polimerasas¹⁰ tanto la DNA como las RNA polimerasas. Si las dos hebras son antiparalelas, ¿Cómo pueden las dos hebras ser sintetizadas de manera continua mientras progresa la horquilla de replicación? La solución que la célula adopta ante este problema fue descubierta por Okazaki, que descubrió que una de las hebras era sintetizada en pequeños fragmentos llamados fragmentos de Okazaki. Por lo tanto una de las hebras es sintetizada de forma continua, y la otra de forma discontinua. La longitud de los fragmentos de Okazaki puede variar desde unos cientos de nucleótidos hasta unos miles, según el tipo de célula.

⁶ Isotopo natural del hidrogeno que es radiactivo.

⁷ Células sin núcleo celular definido cuyo material genético se encuentra disperso en el citoplasma reunido en una zona denominada nucleoide.

⁸ Células con núcleo celular delimitado dentro de una doble capa lipídica denominada envoltura nuclear la cual es porosa y contiene el material genético hereditario.

⁹ Grupo hidroxilo formado por un átomo de oxígeno y otro de hidrogeno.

¹⁰ Enzima capaz de transcribir o replicar ácidos nucleicos.

2.3 REPLICACIÓN DEL DNA

La replicación se lleva a cabo cuando la DNA helicasa se posiciona en la cadena de DNA y se encarga de desenrollar la cadena para que se puedan incorporar proteínas SSB, las cuales son encargadas de estabilizar la cadena y así, gracias a la DNA polimerasa III, catalizar la unión de los desoxinucleótidos trifosfato¹¹, que son abundantes en el fluido del núcleo celular. Estos desoxinucleótidos trifosfato se desplazan hacia la parte desenrollada de la molécula de DNA y se colocan por complementariedad enfrente de la base que les corresponde (A=T; C=G) de la cadena que actúa como molde, y una vez que están en el sitio adecuado se unen entre sí por acción de la polimerasa III.

La adición de dos unidades nucleótídicas consecutivas tiene lugar mediante la unión del grupo hidroxilo del carbono 3' de un nucleótido con el grupo fosfato del extremo 5' del siguiente (Alberts, 2003). El mecanismo por el que se produce esta unión es un ataque nucleofílico del grupo 3'-OH de un nucleótido al 5'-trifosfato del nucleótido¹² adyacente, eliminándose el pirofosfato y formándose un enlace fosfodiéster. La polimerasa lee la hebra que hace de molde en el sentido 3'→5' y sintetiza la nueva hebra en el sentido 5'→3'. Esta enzima necesita para iniciar la síntesis un pequeño fragmento de nucleótidos que se denomina cebador¹³.

Durante el proceso de replicación, una de las cadenas madre se lee en sentido 3'→5' y, por lo tanto, la nueva cadena se sintetiza de corrido (hebra líder), pero la otra está dispuesta en sentido contrario al que la polimerasa puede leer (hebra retardada). Los cebadores para sintetizar la hebra retardada mediante fragmentos de Okasaki luego son eliminados por la acción exonucleasa¹⁴ de la DNA polimerasa I y los nuevos fragmentos resultantes son unidos por la acción de la ligasa¹⁵, que elimina los huecos que quedan entre fragmentos debido al cebador.

¹¹ Monómeros que constituyen el DNA, poseen la misma estructura que los nucleótidos.

¹² Moléculas orgánicas formadas por la unión covalente de un monosacárido de cinco carbono una base nitrogenada y un grupo fosfato.

¹³ Secuencia corta de oligonucleótidos que se unen en forma complementaria específica a una cadena única de DNA e inicia la síntesis de esa cadena en presencia de DNA polimerasa.

¹⁴ Enzima que funciona degradando nucleótidos uno a uno a partir del extremo terminal de una cadena polinucleotídica.

¹⁵ Enzimas que catalizan la unión de dos moléculas a partir de la formación de enlaces covalentes acompañados por la hidrólisis del ATP.

La secuencia de pasos implicados en la replicación del DNA pueden resumirse de esta manera (Figura 4):

1. Apertura de la doble hélice del DNA por acción de las helicasas¹⁶.
2. Estabilización de la hebra de DNA mediante las proteínas SSB, gracias a estas proteínas se impide que la hebra de DNA se rompa y permite su duplicación.
3. Se inicia la polimerización por acción de la DNA polimerasa III, en sentido 5' → 3'
4. La hebra retardada es sintetizada discontinuamente. Cuando se alcanza el cebador del fragmento sintetizado anteriormente la Polimerasa I sustituye a la Pol III y, haciendo uso simultáneo de sus actividades de exonucleasa y polimerasa, va sustituyendo los cebadores por el DNA correspondiente.
5. Las DNA ligasas cierran los huecos que hay entre cada fragmento de Okasaki.

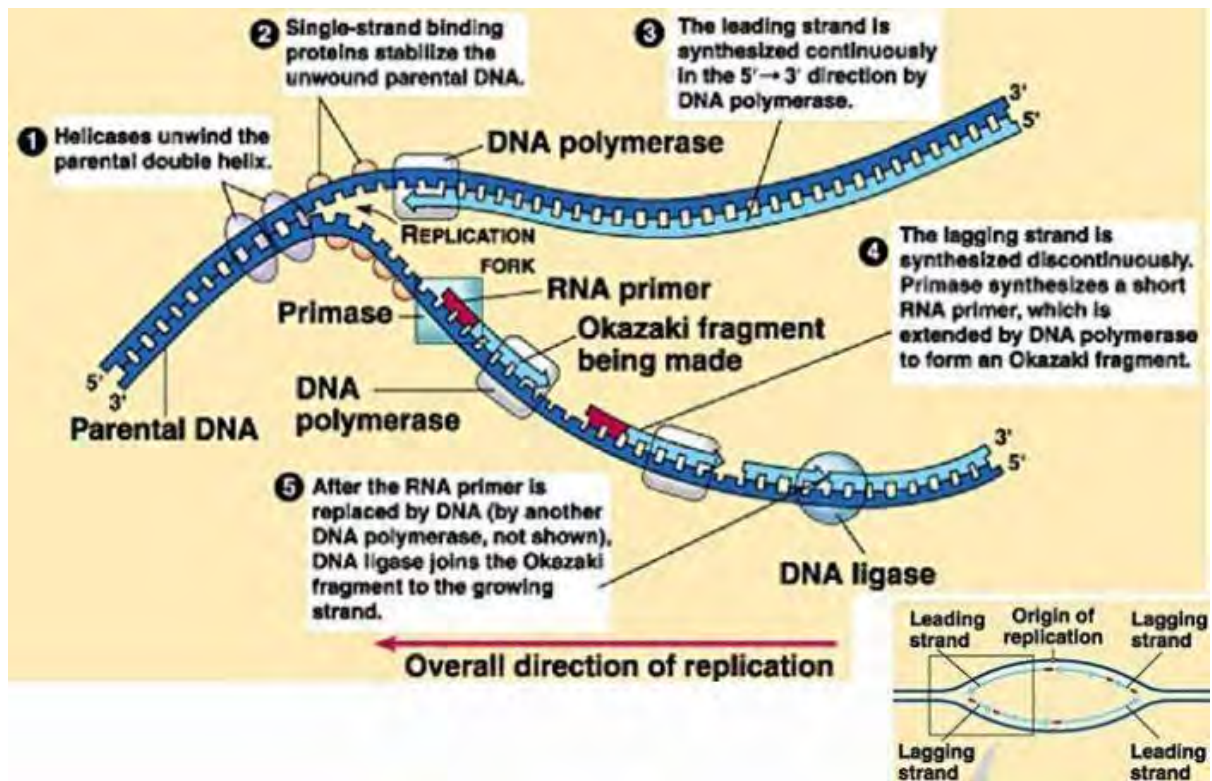


FIG 4. Visión general del proceso de replicación de DNA.

¹⁶ Enzima encargada de romper puentes de hidrogeno que unen a las bases nitrogenadas.

2.4 TRANSCRIPCIÓN Y RNA

Se denomina transcripción porque comprende el cambio del “lenguaje” de ácidos nucleicos (sucesión de nucleótidos) al “lenguaje” de las proteínas (sucesión de aminoácidos). La transcripción consiste en la formación de una molécula de RNA a partir de la información genética contenida en un segmento de DNA. Es decir, da lugar a una copia de RNA con secuencia complementaria y antiparalela, a partir de una secuencia molde en una de las hebras del DNA. Mientras que en la replicación se copia el cromosoma entero, la transcripción es más selectiva (Fig. 5). En un momento dado, solo son transcritos ciertos genes o grupos de genes. La célula restringe la expresión de la información genética a la formación de los productos génicos necesarios en cada momento, en un proceso finamente regulado por secuencias reguladoras específicas, que indican el principio y el fin de los segmentos que deben ser transcritos. La transferencia de la información del DNA hacia el RNA se realiza siguiendo las reglas de complementariedad de las bases nitrogenadas. El RNA producto de la transcripción recibe el nombre de transcrito (Pearson, 2007).

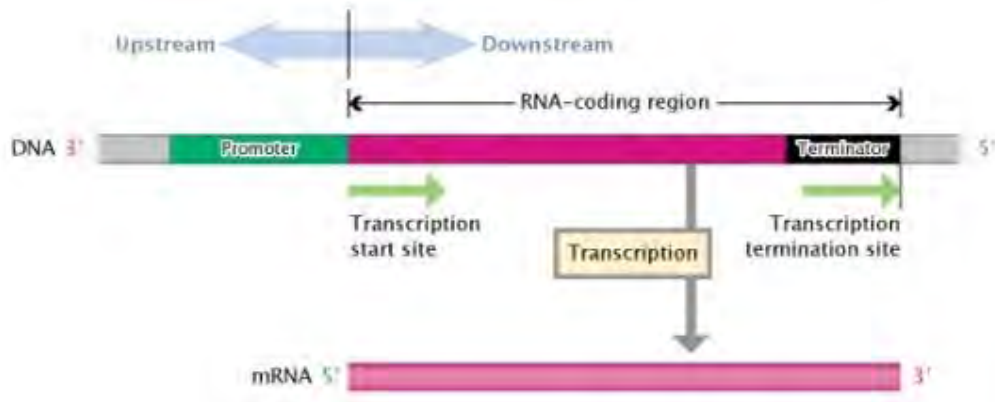


FIG 5. Síntesis de RNA, sustitución de timina por uracilo (Clancy, 2008).

El proceso empieza cuando la RNA polimerasa se une a unas secuencias específicas llamadas promotores de la cadena de DNA. La doble hélice del DNA se desenrolla formando el bucle de transcripción (unos 17 nucleótidos) para servir de molde para la síntesis del RNA, de tal manera que solamente una de las dos cadenas es la que transcribe la información al RNA. La cadena de DNA que sirve de molde se denomina “cadena molde”, mientras que la complementaria se llama “cadena codificante”, idéntica en secuencia de bases al RNA transcrito excepto que la timina es sustituida por uracilo (Pearson, 2007).

2.5 TRANSCRIPCIÓN EN PROCARIOTAS

En las células procariotas existe una única RNA polimerasa. Ésta, para poder reconocer a la secuencia promotora del DNA, donde debe comenzar la transcripción tiene que unirse al factor¹⁷ sigma, tras lo cual cambia de conformación y puede unirse a la región promotora, una secuencia rica en bases de T (timina) y A (adenina) (TATAATG). Una vez realizada la unión, el factor se separa, listo para volver a comenzar.

La RNA polimerasa fijada en el DNA produce el desenrollamiento del mismo y comienza la síntesis de RNA en dirección 5' → 3'. La síntesis termina cuando la ARN polimerasa llega a una zona del DNA denominada señal de terminación, que tienen una secuencia rica en G (guanina) y C (citosina). En esta fase intervienen el factor rho, enzima que reconoce esta secuencia.

La transcripción tiene lugar en los procariotas en el citoplasma, y una vez formado este RNAm puede comenzar la traducción, de hecho, antes de que termine la transcripción puede comenzar la traducción, ya que el RNAm no necesita maduración y el compartimento de síntesis es el mismo.

2.6 TRANSCRIPCIÓN EN EUCARIOTAS

Para la síntesis de RNAm existen dos señales de inicio denominadas secuencias de consenso en una región del DNA, denominada región promotora: la TATA, a 25 pares de bases del inicio de la transcripción hacia el extremo 5', y la CAAT, un poco más alejada. En lugar del factor sigma, existen otros factores que ayudan a la localización y unión de la enzima al promotor, denominadas factores basales.

El proceso de síntesis, denominado elongación, continúa en sentido 5' → 3'. Al cabo de 30 nucleótidos transcritos se añade al extremo 5' una capucha de 7-metil-guanosín-trifosfato.

¹⁷ Un factor de transcripción es una proteína que participa en la regulación de la transcripción del DNA, pero que no forma parte de la RNA polimerasa.

La finalización de la síntesis del RNAm está relacionada con la secuencia TTATT. En donde interviene la enzima poli.A-polimerasa que añade al extremo final 3' un segmento de unos 200 ribonucleótidos de adenina, denominado cola de poli-A. Dicho segmento interviene en la maduración y en su transporte desde el núcleo hacia el citoplasma, ya que gracias a este segmento el RNAm es reconocido para que se pueda llevar la traducción.

Posterior a estos pasos, el RNAm se considera aun inmaduro y se denomina transcrito, primario ya que se debe producir la eliminación de los intrones¹⁸ y la posterior unión de los exones¹⁹. En este proceso intervienen un conjunto de ribonucleoproteínas pequeñas nucleares (RNPpn), denominadas en su conjunto, spliceosoma²⁰. Las mismas, reconocen a los intrones que suelen empezar por GU y acabar por AG, los cortan y los retiran. A continuación actúan RNA ligasas que empalman exones. Puede darse la unión de los exones consecutivos como se encontraban en el gen, o hacerlo en una ordenación alternativa. Asimismo, puede producirse la eliminación o introducción de bases, o transformación de unas bases en otras. Todo ello produce una amplificación de la expresión génica, ya que un solo gen puede dar lugar a proteínas distintas según la maduración post-transcripcional que se lleve a cabo (Pearson, 2007) (Fig. 6).

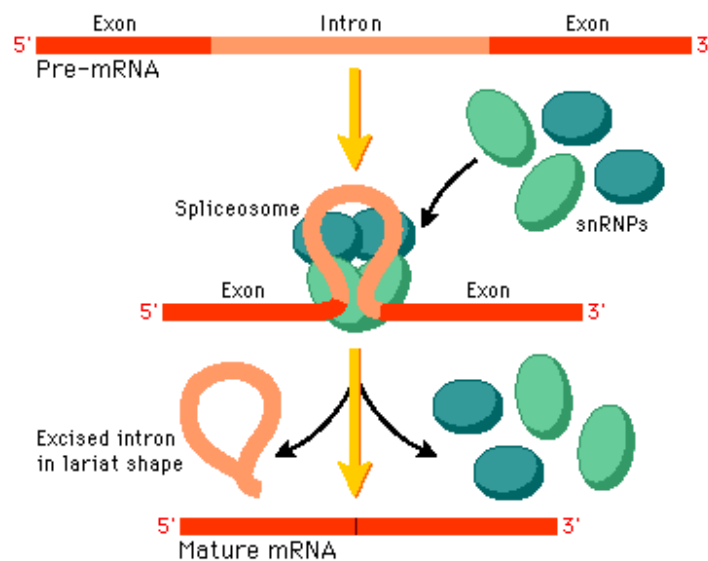


FIG 6. Transcripción de eucariotas (Pearson, 2007)

¹⁸ Fragmento de DNA que está presente en un gen pero que no codifica ningún fragmento de proteínas.

¹⁹ Fragmento de un gen que codifican aminoácidos de las proteína.

²⁰ Complejo de corte y empalme capaz de eliminar intrones de los transcritos primarios.

2.7 TRADUCCIÓN

La traducción es un proceso muy complejo con un elevado costo energético (consume el 90% de la energía de la biosíntesis). Es sin duda el proceso de síntesis en que participa mayor número de macromoléculas (en total más de 300 macromoléculas diferentes).

Las principales son:

- I. Al menos 32 tipos de RNAt portadores de aminoácidos.
- II. Ribosomas (formados por unas 70 proteínas y 5 RNAr diferentes).
- III. Un RNAm molde.
- IV. Más de una docena de enzimas y factores proteicos adicionales para asistir al inicio, elongación y terminación.
- V. Unas 100 proteínas adicionales para la modificación de las distintas proteínas.
- VI.

Como se vio antes, el DNA es el molde mediante el cual la información genética necesaria para la síntesis de proteínas se transcribe a RNAm. Una vez formado, el RNAm sale del núcleo y se dirige a los ribosomas donde tendrá lugar la síntesis proteica. La traducción se realiza utilizando una secuencia específica de tres bases del RNAm, llamada triplete de bases o codón. Cada aminoácido está codificado por, al menos un triplete que constituye al código genético. Este código es universal²¹ y redundante²², pero no es ambiguo²³.

La traducción del RNAm tiene lugar en los ribosomas y se mantienen los mismos pasos tanto en células procariontas como eucariotas. Cada triplete de nucleótidos o codón del RNAm determina un aminoácido específico. Cada molécula de RNAt porta el aminoácido correspondiente a un codón. El reconocimiento entre el RNAt y el codón tiene lugar gracias al anticodón presente en el RNAt. Entre los dos aminoácidos consecutivos debe formarse el enlace peptídico, este paso está catalizado por la enzima peptidil transferasa. Inmediatamente el ribosoma se transloca, desplazándose a lo largo de la cadena peptídica que se está formando y dejando un sitio vacante para un nuevo RNAt-aminoácido (Fig. 7).

²¹ Implica que el código genético es el mismo para todas las especies.

²² Un aminoácido puede estar codificado por varios codones.

²³ Un codón codifica a uno y sólo un aminoácido.

		Second nucleotide					
		U	C	A	G		
First nucleotide	U	UUU	UCU	UAU	UGU	U	
		UUC	UCC	UAC	UGC	C	
		UUA	UCA	UAA STOP	UGA STOP	A	
		UUG	UCG	UAG STOP	UGG	G	
C	CUU	CCU	CAU	CGU	U		
	CUC	CCC	CAC	CGC	C		
	CUA	CCA	CAA	CGA	A		
	CUG	CCG	CAG	CGG	G		
A	AUU	ACU	AAU	AGU	U		
	AUC	ACC	AAC	AGC	C		
	AUA	ACA	AAA	AGA	A		
	AUG	ACG	AAG	AGG	G		
G	GUU	GCU	GAU	GGU	U		
	GUC	GCC	GAC	GGC	C		
	GUA	GCA	GAA	GGA	A		
	GUG	GCG	GAG	GGG	G		
		Third nucleotide					

FIG 7. Los aminoácidos son específicos para cada uno de los RNAm. Múltiples codones pueden codificar al mismo aminoácido (Clancy, 2008).

En este proceso, el reconocimiento del aminoácido por su correspondiente RNAt es fundamental. Este reconocimiento se debe a una enzima, la aminoacil-RNAt sintetasa que tiene dos sitios específicos, uno presenta afinidad por el aminoácido y otro por el RNAt. De forma, que gracias a la especificidad de esta enzima es posible la especificidad de un RNAt por su aminoácido (Fig. 8).

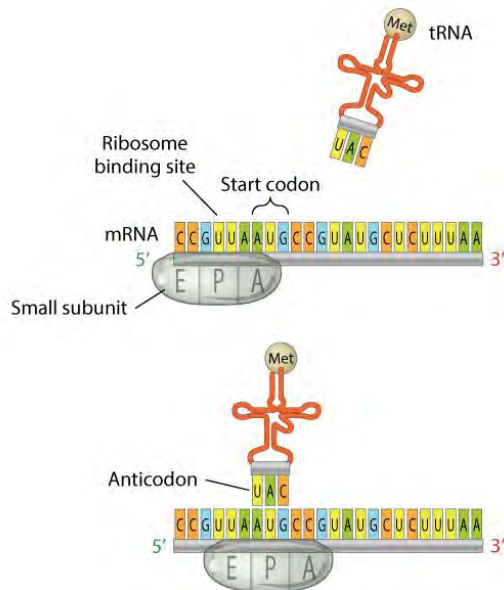


FIG 8. Complejo de iniciación de la traducción (Clancy, 2008).

Se forma el complejo de iniciación, formado por un ribosoma unido al RNAm y a un RNAt iniciador cargado. Primero se unen el RNAm y el RNAt iniciador cargado a la subunidad pequeña del ribosoma, en seguida se unirá la grande (Fig. 9).

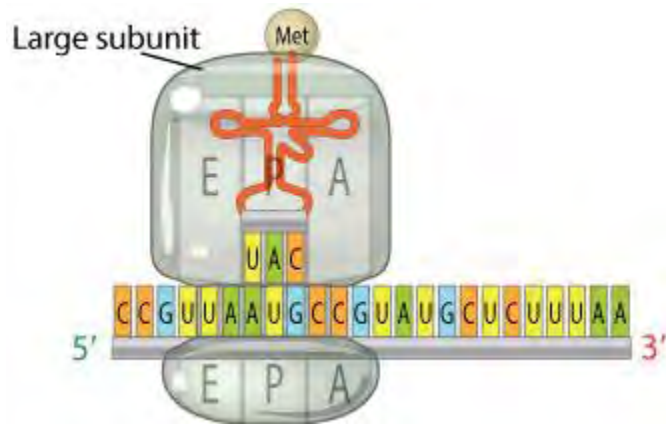


FIG 9. Unión de RNAm (codón) y RNAt (anti codón) (Clancy, 2008).

El proceso requiere la intervención de varios factores de iniciación. Intervienen tres sitios del ribosoma donde puede unirse el RNAt; el sitio P (peptidil), el A (aminoacil) y el E (de salida). Al comienzo de cada ciclo, la cadena naciente está enganchada a un RNAt del sitio P y los lugares A y E se encuentran vacíos. Cuando el segundo RNAt cargado con el aminoácido adecuado se une al sitio A.

Se produce un ataque nucleofílico del grupo amino del aminoácido-RNAt entrante que está en el sitio A, sobre el carboxilo del péptido en crecimiento del sitio P con lo que se forma un enlace peptídico entre el nuevo aminoácido y el péptido en crecimiento. El bloque del péptido en crecimiento se transfiere del sitio P al sitio A. Esta reacción la cataliza una actividad peptidiltransferasa, localizada en el RNAr 23s (28s en eucariotas) componente de la subunidad grande.

En este último paso de la elongación, el ribosoma se desplaza un codón en el sentido 5'-- 3'. Con este desplazamiento conseguimos que el RNAt (ya descargado) que estaba en el sitio P pase al sitio E, mientras que el peptidil-ARNt del sitio A pasa al P. El nuevo codón queda enfrente al sitio A que ahora está vacío. La traducción siempre comienza en un codón AUG que codifica para el aminoácido metionina. El crecimiento de la cadena polipeptídica en el ribosoma se produce por un

proceso cíclico que se repite tantas veces como sea necesario para poder formar una proteína (Fig. 10).

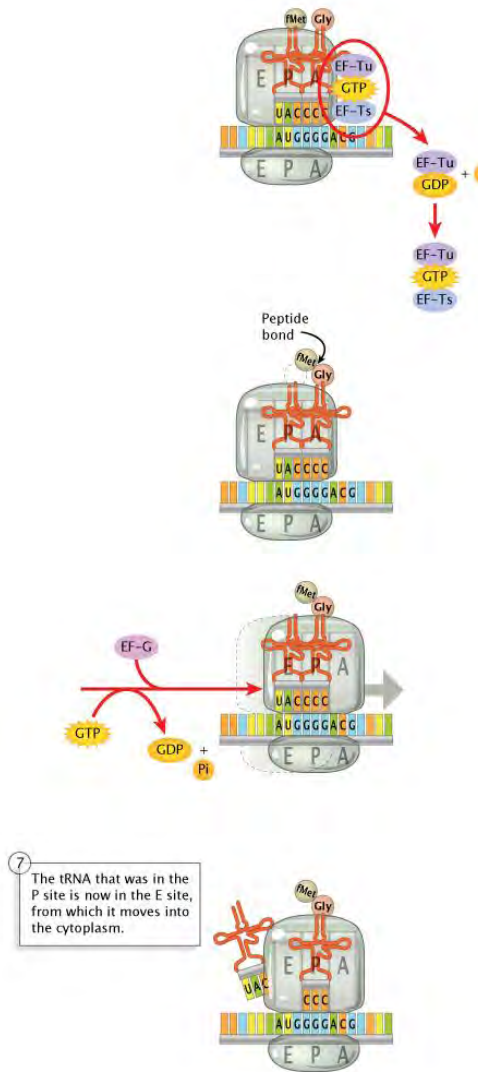


FIG 10. Fase de elongación de la traducción (Clancy, 2008).

Para finalizar con la traducción de una proteína existen tres diferentes codones de término: UAA, UAG y UGA, dichos codones se denomina de término, ya que no son reconocidos por el RNAt, el factor de liberación se une al RNAm y facilita la liberación del RNAm con el ribosoma, seguida de la separación de las subunidades del ribosoma (Clancy, 2008).

CAPITULO 3. ENFOQUE COGNITIVO

Figini y Micheli (2005), han realizado algunas investigaciones gracias a las cuales se ha puesto de manifiesto que los estudiantes tienen dificultades para entender muchos conceptos sobre genética, así como de mecanismos relacionados con la transmisión de la herencia biológica y procesos tanto celulares como moleculares. Por ello, se hace necesario reflexionar sobre el origen de los obstáculos que los estudiantes encuentran en el aprendizaje de esta materia, proponer metodologías innovadoras en la enseñanza de la biología (Caballero, 2008).

La genética y la biología molecular son ramas de la biología cuyo aprendizaje presenta más dificultades para los alumnos. Su interés, en el momento actual, es incuestionable en aras de una correcta alfabetización científica, por lo que se hace necesario reflexionar sobre el origen de los obstáculos que los estudiantes encuentran en el aprendizaje significativo de esta materia. La investigación en el campo de la didáctica de la biología se ha centrado especialmente en dos cuestiones: la asimilación y utilización incorrecta de conceptos y las dificultades en la resolución de los ejercicios y problemas de genética y biología molecular. En la experiencia docente e investigadora, se han detectado problemas análogos a los señalados por otros autores y por ello consideramos interesante realizar la detección de las ideas previas que poseen los alumnos relativas al DNA y sus procesos, y saber si éstos tienen base suficiente para poder entender toda la terminología que se utiliza actualmente en esta disciplina, contribuyendo así de manera positiva en su enseñanza y aprendizaje (Caballero, 2008).

En este contexto, el propósito de la enseñanza de las ciencias es favorecer la alfabetización científica de los ciudadanos, procurando que comprendan conceptos, practiquen procedimientos y desarrollen actitudes que les permitan participar de una cultura analítica y crítica ante la información emergente. Ya que, a diario, los individuos interactúan con su entorno en una permanente búsqueda de explicaciones sobre lo que sucede a su alrededor, por eso es necesario explorar los objetos, las situaciones y los fenómenos, buscando datos y pistas que les permitan comprender la composición, la organización y el funcionamiento de la realidad (Figini, 2005).

Los especialistas en el campo de la psicología del aprendizaje, afirman que los individuos comienzan a elaborar sus representaciones aun antes de su nacimiento y que el proceso de complejización de dichas representaciones transcurre durante gran parte de su vida infantil, adolescente, y continua en la adulta.

Como producto de su interacción con el entorno, el individuo construye gran cantidad de conocimientos cotidianos o espontáneos relacionados con las ciencias. Se encuentra en permanente búsqueda de explicaciones a los fenómenos y los sucesos de su vida diaria, se formula preguntas, resuelve problemas, duda, tiene curiosidad, investiga y experimenta con la intención de obtener mayor información del mundo, comprueba si sus anticipaciones se cumplen y si no resulta así busca mejores explicaciones (Mateu, 2005).

De acuerdo con esto, la enseñanza de las ciencias debe respetar el derecho de los individuos de aprender a observar y comprender su entorno, construir valores generales relacionados con actitudes respetuosas frente al medio y fortalecer su curiosidad, brindándoles la enseñanza de las ciencias hoy. El enfoque didáctico de las ciencias propone sustentar las prácticas educativas en el conocimiento cotidiano de los alumnos. Sobre esta base, la acción del docente debe partir de contextos reales y atractivos para los alumnos (Caballero, 2008).

Así pues, teniendo en cuenta los conocimientos intuitivos de los alumnos acerca de los fenómenos naturales, las acciones educativas tienen el objetivo de promover la sistematización y la complejización de su conocimiento a partir de sus representaciones, facilitándoles la formulación de anticipaciones y la elaboración y la contratación de explicaciones, sin olvidar que el conocimiento resulta un instrumento para la acción y que está sujeto a modificaciones a partir de ésta. Ya que sabemos que la ciencia no es más que un modo de conocer la realidad, lo trascendente no es qué sabemos sino cómo llegamos a saberlo.

Tal vez, la falla grave sobre la enseñanza de las ciencias no está tanto en el que enseñar sino en cómo hacerlo, sobre todo cómo construir las ideas. La tarea del científico, y sobre todo, la del docente en ciencias, es demostrar que a través de la ciencia no solo existe una alfabetización científica, sino que se es capaz de tomar conciencia de lo que ocurre en el mundo científico haciendo del alumno un ciudadano activamente participativo (Golombek, 2008).

El enfoque actual de la enseñanza de las ciencias sostiene que los alumnos, lejos de ser recipientes vacíos, llegan al aula con ideas que son fruto de sus experiencias previas. Sobre la base de estas ideas y de sus interacciones con la realidad física y social del aula, los alumnos son capaces de construir nuevos conocimientos (Caballero, 2008).

En la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias se acude con frecuencia a numerosos recursos simbólicos, mediante sistemas de representación externa tales como enunciados, diagramas, ilustraciones, gráficas cartesianas, ecuaciones, etcétera. En ellos, los estímulos visuales, textuales y gráficos son significantes, ya que dotan de sentido al objeto representado para su mejor comprensión (Maturano, 2008).

En la práctica, la enseñanza de contenidos relativos a las células y los procesos que ocurren en ellas son complejos y problemáticos tanto para su enseñanza como para su aprendizaje y, por esa razón, los recursos didácticos que incluyen imágenes externas (*por ejemplo*, dibujos, esquemas, gráficas y fotografías) ocupan un papel importante debido a la naturaleza de su contenido, ya que permiten mostrar hechos, fenómenos y estructuras que no pueden observarse directamente (Diez-Escribano, 2004).

4.1 MODELO PEDAGÓGICO

El modelo educativo institucional de la ENCCH, como documento guía y medio de orientación a la comunidad universitaria, visualiza al estudiante como el centro de atención capaz de desarrollar valores, actitudes y aprendizajes pertinentes en su desempeño profesional. También, toma al estudiante como un agente participativo, responsable, reflexivo, crítico en su propio aprendizaje, capaz de seleccionar, elaborar, utilizar y comprender el conocimiento en su totalidad para un desempeño eficaz de sus tareas de aprendizaje. Hablar del modelo educativo de la ENCCH es trascendental pues, nos permite visualizar el modelo pedagógico bajo el cual se sustenta tal entidad, el cual, de acuerdo con las características mencionadas, es el constructivismo.

El constructivismo, postula la necesidad de entregar al alumno herramientas (generar andamiajes), que le permitan crear sus propios procedimientos para resolver una situación problemática, lo cual implica que sus ideas se modifiquen y se siga aprendiendo (CCH, 2003). El constructivismo propone un paradigma en el que el proceso de enseñanza se percibe y se lleva a cabo como un proceso dinámico, participativo e interactivo del sujeto, de modo que el conocimiento sea una auténtica construcción operada por la persona que aprende (por el "sujeto cognoscente"). El constructivismo, en pedagogía, se aplica como concepto didáctico en la enseñanza orientada a la acción.

Como figuras clave del constructivismo cabe citar a Jean Piaget y a Lev Vygotski. Piaget se centra en cómo se construye el conocimiento, partiendo desde la interacción con el medio. Por el contrario, Vygotski se centra en cómo el medio social permite una reconstrucción interna. La instrucción del aprendizaje surge de las aplicaciones de la psicología conductual, donde se especifican los mecanismos conductuales para programar la enseñanza del conocimiento.

Así pues, el constructivismo es una teoría que equipara al aprendizaje con la creación de significados a partir de experiencias (Leahey, 1998). De hecho, algunos autores consideran al constructivismo una rama del cognocitvismo, el cual pone énfasis en el modo en que se adquieren los conocimientos acerca del mundo, cómo se almacenan y se recuperan de la memoria o estructura cognitiva. El cognocitvismo abandona la orientación mecanicista pasiva del conductismo y concibe al sujeto como procesador activo de la información a través del registro y organización de ésta para llegar a su reorganización y reestructuración en el aparato cognitivo del aprendiz, aclarando que esta reestructuración no se reduce a una mera asimilación, sino a una construcción dinámica del conocimiento, es decir, los procesos mediante los que el conocimiento cambia, en términos piagetianos, la acomodación de las estructuras de conocimiento a la nueva información (Best, 2001).

El cognocitvismo destaca, como se ha escrito anteriormente, el acogimiento del conocimiento y pensamientos internos. Las teorías cognitivas se dedican a la conceptualización de los procesos de aprendizaje de los estudiantes y son los encargados de que la información cumpla ciertos pasos importantes, como son: información correcta recibida, organizada y almacenada, para que posteriormente pueda ser vinculada (Vigotsky, 1979). Las teorías cognitivas enfatizan la

adquisición del conocimiento y estructuras mentales internas. El aprendizaje se equipara con cambios discretos entre los estados del conocimiento más que con los cambios en la probabilidad de respuesta. El aprendizaje se vincula, no tanto con lo que los estudiantes hacen, sino con lo que saben y cómo lo adquieren. En este enfoque, la memoria posee un lugar preponderante en el aprendizaje, dado que la memoria almacena la información más significativa. Debido al énfasis en las estructuras mentales, se considera a las teorías cognitivas más apropiadas para explicar las formas complejas de aprendizaje (razonamiento, solución de problemas, procesamiento de información), es decir, al área de las ciencias, enfatizando los temas de replicación del DNA y síntesis de proteínas.

Como principales representantes del cognocitivismo se encuentran autores como Jean Piaget, David P. Ausbel y Lev Vigotski. Explica Piaget, que el alumno pasa por etapas como asimilación, adaptación y acomodación, llegando a un estado de equilibrio, anteponiendo un estado de desequilibrio, es decir es un proceso de andamiaje, donde el conocimiento nuevo, por aprender a un nivel mayor debe ser altamente significativo y el alumno debe mostrar una actitud positiva ante el nuevo conocimiento, y la labor básica del docente es crear situaciones de aprendizaje, es decir se debe basar en hechos reales para que resulte significativo (Escobar, 1989), ir de lo simple a lo complejo, de lo concreto a lo abstracto, ésta es la razón por la que se eligió la metodología a seguir en la enseñanza de la replicación del DNA y síntesis de proteínas.

Hablar del modelo cognocitivista es muy amplio, por ello, aunque esta estrategia está sustentada en éste, es importante recalcar que se centra en las ideas previas, el cambio conceptual, las analogías y los modelos, para con ello, lograr el aprendizaje de los temas replicación del DNA y síntesis de proteínas, temas con formas complejas de abstracción.

3.2 IDEAS PREVIAS

Uno de los grandes problemas al que se enfrenta la enseñanza de las ciencias es la existencia, en los alumnos, de fuertes concepciones alternativas a los conceptos científicos, que resultan muy difíciles de modificar y, en algunos casos, sobreviven a largos años de instrucción científica (Flores, 2002). Estas ideas, que poseen los estudiantes sobre la realidad científica del mundo que les

rodea, siendo más o menos acertadas, han sido objeto de distintas denominaciones por parte de diversos autores: Ausbel (1997) las denominó preconceptos, Novak (1982) las llamó concepciones erróneas, Osborne y Freyberg (1991) apelaron a ellas como ciencia de los niños y Pozo y Carretero (2007) las consideraron concepciones espontáneas. Un término empleado en los últimos años es el de «concepciones alternativas», cuya utilización evita dar por sentado que todas las ideas que poseen los estudiantes están equivocadas, aunque puede sugerir que estas ideas son una segunda opción a otras.

Una denominación muy aceptada, y fácilmente identificable por el profesorado, es la de «ideas previas», ya que hace referencia a una concepción que no ha sido transformada por la acción docente en las aulas (Caballero, 2008). La investigación relacionada con las ideas previas data de los años setenta y ha puesto ampliamente de relieve su importancia en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. Si se les considera un mecanismo de adaptación al medio (Bello, 2003), es importante conocerlas en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia.

Las ideas previas son construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones. Son construcciones personales, pero a la vez son universales y muy resistentes al cambio; muchas veces persisten a pesar de largos años de instrucción escolarizada. Si bien, algunos autores consideran que pueden existir ideas previas relativamente aisladas, numerosos investigadores piensan que no son aisladas, sino que implican la formación de una red conceptual (o red semántica) o esquema de pensamiento más o menos coherente, pero diferente al esquema conceptual científico (Mortimer, 1995).

Cuando los estudiantes afrontan el aprendizaje de nuevos contenidos, en especial los de carácter científico, no tienen un total desconocimiento acerca de los mismos. A través de diversas fuentes reciben información sobre ellos y han construido sus propias concepciones, más o menos acertadas y que pocas veces suelen coincidir con las que se consideran correctas. Al estar muy arraigadas en el alumnado, es importante tener en cuenta el papel que estas ideas iniciales ejercen sobre la asimilación de conocimientos propuestos por la ciencia. Estas consideraciones sirven de punto de partida para realizar una reflexión sobre diversos aspectos, que inciden directamente en el aprendizaje y en la enseñanza de las ciencias. Dichos aspectos pueden referirse

a los conceptos en sí, a la forma de enseñarlos y a la manera de evaluarlos, entre otras consideraciones (Caballero, 2008).

El esquema de pensamiento alternativo se conoce, entre algunos investigadores educativos, como esquema representacional. Se afirma que, si los estudiantes encuentran información que contradiga sus esquemas representacionales será difícil para ellos aceptarla, porque les parece errónea. En estas condiciones, la ignoran; los estudiantes la nueva representación rechazan y no creen en ella, aunque en algunos casos reinterpretan la información también la pueden reinterpretar a la luz de sus propios esquemas representacionales, o bien, llegar a aceptarla haciendo sólo pequeños cambios en sus concepciones. También puede suceder que la información que parece anómala sea aceptada y obligue al estudiante a revisar su esquema representacional.

Por otro lado, no es poco común que estos esquemas erróneos se vean reflejados también en libros de texto, materiales didácticos e información electrónica, lo que indica que no sólo los estudiantes presentan estas ideas, sino también muchos docentes (Bello, 2007). Por ello, es muy importante conocer los esquemas representacionales de los estudiantes y reflexionar sobre la importancia que tienen en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. Los investigadores de la educación han coincidido en la necesidad de transformarlos en conceptos más cercanos a las concepciones científicas.

Las ideas previas pueden ser acertadas o erróneas, siendo esto último lo más frecuente. Si son erróneas, es necesario que se produzca un cambio conceptual que garantice el aprendizaje significativo de conceptos. Para Hewson (1981), este cambio conceptual puede producirse de tres formas distintas: que exista incompatibilidad entre la idea previa y la nueva, pudiéndose producir el rechazo de ésta por requerir una importante reestructuración mental (no se produce aprendizaje) o una memorización de los nuevos conceptos (no se produce aprendizaje significativo); que la idea antigua se sustituya por la nueva pues ambas eran opuestas y es necesario un intercambio (se produce aprendizaje significativo); que se dé una mezcla de ambas, idea antigua y nueva, pues no son incompatibles (es lo que se conoce como «captura conceptual», y el aprendizaje que se produce es significativo).

Es necesario reflexionar sobre la naturaleza del cambio conceptual, con el fin de plantear la metodología de enseñanza que lo garantice. Así, desde hace más de veinte años se ha definido

como propósito de la educación en ciencias: la transformación de los esquemas representacionales en concepciones científicas. A esta transformación se le ha denominado cambio conceptual.

3.3 CAMBIO CONCEPTUAL

El cambio conceptual es uno de los enfoques en torno al aprendizaje que, sin duda, ha contribuido de manera importante al análisis de los problemas de comprensión y aprendizaje de los conceptos y teorías científicas por los estudiantes de todos los niveles educativos. El panorama actual que presenta la epistemología de las ciencias muestra diversas formas de abordar los procesos de cambio conceptual. El más conocido es, sin duda, el desarrollado por Kuhn (1962), que tiene como consecuencias relevante el cambio revolucionario y el problema de la inconmensurabilidad, enmarcados en las convenciones que establece la comunidad científica.

Más aun, el propio Piaget aporta elementos trascendentes desde la visión del individuo, con la construcción de estructuras que posibilitan las formas de interacción con la fenomenología y su interpretación; esta interacción está determinada por la capacidad que el propio sujeto tiene para valorar en términos de funcionalidad y por medio de un razonamiento operatorio formalizado en su etapa más avanzada, su propia construcción conceptual y estar en posibilidad de transformarla (Pozo, 2007).

Según el modelo de Posner (1982), hay condiciones para el cambio conceptual cuando existe insatisfacción con la concepción que uno tiene y cuando el individuo se encuentra con una nueva concepción (científicamente aceptada), que es inteligible y le parece plausible y fructífera. Este modelo, a pesar de tener otra base epistemológica (Kuhn), respecto a la estrategia de conflicto (Piaget/Popper), no es incompatible con ella. En realidad, Posner y sus colaboradores lo han propuesto como condiciones para la acomodación de una concepción científica, aunque no se comprometan con la teoría piagetiana (Posner, 1982).

Según Strike y Posner (1982) se requieren las siguientes condiciones para el cambio conceptual:

- Es preciso que se sienta insatisfacción con las propias concepciones existentes.
- La nueva concepción debe ser mínimamente entendida (clara).
- La nueva concepción debe parecer desde el inicio plausible (aceptable, tomando en cuenta sus posibles aspectos contraintuitivos).
- La nueva concepción debe ser fructífera (fecunda, amplia, es decir aplicable a un gran grupo de fenómenos o eventos; resolver los problemas creados por su predecesora y explicar nuevos conocimientos y experiencias).

Esta teoría ofrece respuestas a la siguiente pregunta ¿Cómo hacen los educandos la transición de una concepción, C1, a la siguiente, C2? Y se centra en la reestructuración significativa de los conocimientos previos; se basa en la noción de acomodación descrita por Piaget y en el cambio paradigmático; es decir, cambio revolucionario descrito por Kuhn (1970), Lakatos (1970) y Toulmin (1972).

Strike y Posner (1982), concluyen que la visión que ellos tienen del cambio conceptual debe, por consiguiente, ser más dinámica y evolutiva, y enfatizar los patrones cambiantes de influencias mutuas entre los varios componentes dinámicos de una ecología conceptual en evolución.

Por otro lado, muy similar a la propuesta de Strike y Posner (1982), Campanario y Moya (Campanario, 1999), proponen ciertas pautas generales que se debieran seguir en cualquier programa de enseñanza para el cambio conceptual:

- Las ideas de los alumnos deberían ser una parte explícita del debate en el aula. Las “teorías” de los estudiantes deben tomarse seriamente en cuenta en el diseño curricular.
- El estatus de las ideas tiene que ser discutido y negociado desde la perspectiva de la ecología conceptual, con criterios epistemológicos acerca del conocimiento científico y acerca de qué constituye una explicación aceptable.
- La justificación de las ideas debe ser un componente explícito del plan de estudios.

- El debate en el aula debe tener en cuenta la metacognición (comentar, decidir la utilidad, plausibilidad y consistencia de las concepciones.)

Otra investigadora que toma como base el modelo kuhniano de cambio de paradigma para explicar el cambio conceptual desde el ámbito de la Psicología Cognitiva es Susan Carey (1985). Según Carey, los seres humanos nacemos con sistemas de conocimientos en algunos dominios, como el del lenguaje, el de los objetos físicos y el de los números, que permiten organizar los estímulos del mundo exterior. Cada uno de estos sistemas es aplicado a diferentes conjuntos de entidades y fenómenos, y están organizados alrededor de ciertos principios centrales, diferentes para cada cuerpo de conocimientos. Estos conjuntos de conocimientos se constituyen en teorías a partir de las cuales los conceptos son explicados.

Estas teorías, al organizar los estímulos del mundo exterior, permiten que podamos percibir ciertas cosas cayendo dentro de su dominio y por lo tanto razonemos sobre ellas a partir de los principios que regulan el dominio en cuestión. Estas teorías de dominio pueden sufrir modificaciones estructurales a lo largo de la vida, por ejemplo, cuando los conceptos que de ellas emergen resultan inadecuados para la comprensión del mundo, lo que le permite a Carey postular que los conceptos pueden evolucionar o aprenderse a partir de lo que llama cambio conceptual.

Por otro lado, la visión de Chi (2003), sobre el cambio conceptual difiere de la de Strike y Posner (1982), pues ella distingue entre las preconcepciones y las concepciones alternativas o ideas previas. Para Chi, la reparación de las preconcepciones es solamente una reorganización conceptual, mientras que el cambio conceptual propiamente dicho es un asunto relacionado con la reparación de ideas previas. La instrucción puede corregir las preconcepciones con relativa facilidad, pero el cambio conceptual es mucho más difícil de lograr.

Sin embargo, el “conocimiento ingenuo”, también conocido como las preconcepciones, puede llegar a persistir fuertemente aun al ser confrontado con formas de instrucción ingeniosa, y debe ser reparado para promover el entendimiento profundo. Para Chi, el cambio conceptual es el proceso de reparar ideas previas, a través de reasignar la categorización de un concepto, pasándolo de una categoría ontológica a otra. En cambio, al proceso de reparar preconcepciones le llama “reorganización conceptual”.

Los procesos ordinarios de aprendizaje propuestos como mecanismos que pueden remover creencias incorrectas y reparar modelos mentales defectuosos, según Chi, son: asimilación y acomodación. La asimilación consiste en implantar la proposición entrante dentro del modelo mental existente, mientras que la acomodación implica una revisión profunda de la creencia incorrecta. Esto implica un cambio en la estructura de una representación mental. Chi establece una analogía entre las teorías ingenuas de los estudiantes, formadas por su conocimiento ingenuo, y las teorías científicas, para explicar el cambio conceptual como cambio de teoría (Chi, 2003).

En el ámbito educativo, la idea del cambio conceptual se origina en parte por la influencia de los estudios piagetianos y pospiagetianos que abundaban, no solo en la importancia de considerar la estructura cognitiva de los alumnos como punto de partida de la enseñanza, sino también en la dificultad de modificar esta estructura mediante la exposición de los conocimientos científicos aceptados. Recientemente han surgido nuevas posiciones que incorporan nuevos procesos para favorecer el cambio conceptual, entre ellos aspectos motivacionales muy importantes para promover el aprendizaje en los alumnos (Pozo, 2007). Por lo tanto, el cambio conceptual no debe entenderse exclusivamente como cambio de ideas en la mente, sino como cambio en la relación que el individuo tiene con el mundo.

3.4 EL CAMBIO CONCEPTUAL EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Las teorías constructivistas incluyen un amplio espectro de cambios en la enseñanza tradicional de las ciencias, en términos generales, el objetivo de dicho enfoque es que los alumnos le encuentren mayor sentido a la enseñanza de las ciencias y, en consecuencia, asuman responsabilidades respecto del proceso de aprendizaje. El cambio conceptual es el punto neurálgico de estos enfoques y está inserto en lo que ha convenido en llamarse “condiciones que sustentan” el cambio conceptual. En la misma se busca que el alumno asuma la responsabilidad de los propios procesos de aprendizaje y de que perciba que la enseñanza de las ciencias es significativa y fundamental. El punto central de la enseñanza de las ciencias es la comprensión de las ciencias, no la memorización de definiciones y fórmulas. Tampoco se pretende que el conocimiento científico reemplace por completo el conocimiento cotidiano, sino que le permita al alumno un grado de

compromiso mayor con ciertos fenómenos y procesos en contextos específicos. La enseñanza de las ciencias se centra en modificar ideas ingenuas y cotidianas que los alumnos tienen acerca del metaconocimiento (visión de la naturaleza de las teorías y los conceptos científicos) y la metacognición (visión del proceso de aprendizaje) por ideas más adecuadas que les permitan entender de una mejor manera la vida cotidiana (Carretero, 2006).

3.5 ANALOGÍAS

Las analogías son comparaciones entre fenómenos que mantienen una cierta semejanza a nivel funcional o estructural. Constituyen un recurso frecuente, tanto en el lenguaje cotidiano como en el contexto escolar, cuando se quiere hacer más asequible a otras personas una determinada idea o noción, que se considera compleja, a través de otra que resulta más conocida y familiar. Las analogías y el lenguaje juegan conjuntamente un papel clave como contexto de elaboración de nuevas ideas, sobre todo en los primeros estadios de desarrollo de un conocimiento dado. Desde el punto de vista didáctico, el uso de analogías aparece ligado normalmente en la literatura al aprendizaje en el ámbito conceptual, por ejemplo, como ayuda en la comprensión y desarrollo de nociones abstractas o como recurso dirigido a cambiar las ideas intuitivas ya existentes (Oliva, 2004).

Así pues, una analogía es una comparación de estructuras y/o funciones entre dos dominios: un dominio conocido y un dominio nuevo o parcialmente nuevo de conocimiento. Comprenden: (a) una determinada cuestión desconocida o no familiar (objetivo, objeto), (b) una cuestión conocida (análogo, base), que resulta familiar para el sujeto que intenta aprender y (c) un conjunto de relaciones que se establecen entre (a) y (b), o serie de procesos de correspondencia entre los componentes de ambos. Además, existen atributos no compartidos que constituyen las limitaciones de la analogía (Raviolo, 2004).

La analogía constituye, ante todo, un proceso interno al sujeto, y no sólo el estímulo externo que se presenta como recurso a través del libro o de la explicación del profesor, ya que más que un contenido o un conocimiento a aprender, se trata de un proceso o, si se quiere, de un camino que el alumno ha de recorrer, denominado transferencia analógica. Más aún, el proceso de

transferencia analógica exige la construcción de un modelo más profundo que la mera asociación directa de atributos entre el propio conocimiento y el aprendiz. Este modelo se configura en estrecha conexión con el contexto del individuo en el que se elabora la analogía, delimitando el mensaje desde la intencionalidad didáctica con la que se propone brindar el conocimiento (Oliva, 2004).

Las analogías se generan a través de un proceso bidireccional complejo que se construye en un marco interactivo, entre el conocimiento que se pretende enseñar y el aprendiz, mediado por el modelo sobre el que se sustenta la analogía. Así pues, aprender a través de analogías puede considerarse un recurso útil a la hora de desarrollar también procedimientos y actitudes de interés en el aprendizaje de las ciencias, así la enseñanza servirá no solo para aprender ciencias, sino también para hacer ciencia y aprender acerca de las ciencias, ya que a través del mismo proceso, llevado a cabo para aprender conceptos se pueden aprender contenidos procedimentales y actitudinales (Oliva, 2004).

Las analogías constituyen un recurso variado y dinámico en la enseñanza de las ciencias, porque se pueden abordar a través de diversos medios: un juego, un experimento, una historia, un modelo, un dispositivo, un problema, etcétera. Por otro lado, es importante recalcar que aunque las analogías contribuyen a la enseñanza ayudando a la visualización de conceptos abstractos, suelen presentar su lado negativo, como puede ser la generación de comprensiones erróneas, ya que la analogía puede asumirse como el propio objeto de estudio, la atribución incorrecta de atributos del análogo al objetivo, la sola retención de aspectos superficiales o pintorescos o la no abstracción de las correspondencias entre los dominios (Raviolo, 2004).

Las analogías y sus derivados, como las metáforas, juegan un papel preponderante en el cambio conceptual, ya que el razonamiento analógico constituye un proceso central en lo que se refiere a la adquisición del conocimiento. Así pues, la comprensión y el aprendizaje se fundamentan en las concepciones ya existentes, por consiguiente, el alumno debe analizar las similitudes entre sus ideas previas y las ideas nuevas que se presentan. La teoría más influyente, en lo que respecta al uso de analogías como base del cambio conceptual, es la teoría de las “analogías puente”, desarrollada por Brown y Clement (1989). Muchas investigaciones han demostrado que la

secuencia de analogías es exitosa cuando logra establecer un puente entre el dominio análogo comprendido por los alumnos y la situación meta (Richard, 2005).

3.6 MODELOS

A menudo suelen usarse los términos analogía y modelo indiferentemente; a esto, contribuye al hecho de que en toda analogía hay un modelo, considerado como la abstracción de las correspondencias entre ambos dominios (concepto superordinario). A su vez, los modelos guardan cierta analogía (semejanzas, relaciones) con el sistema que representan, de manera que se puedan derivar hipótesis (y/o predicciones) del mismo y someterlas a prueba. Por ello, algunos autores llaman modelos analógicos a los modelos científicos, por ser una representación simplificada o exagerada de un objeto o proceso, donde existe una evidente correspondencia entre el modelo y el fenómeno científico, que describe y explica su estructura y funciones (Harrison, 2000).

A diferencia de las analogías, los modelos pueden no mantener la similitud estructural entre los dominios. Un modelo es una construcción abstracta, no es una copia de la realidad; por el contrario, puede resultar más útil cuanto más difiere de ella. Un modelo es una construcción hipotética, una herramienta de investigación útil para obtener información acerca de un objeto de estudio que no puede ser observado o medido directamente; no se basa, como una analogía, en un dominio conocido.

Los modelos científicos son construcciones “eruditas”, que apelan a términos abstractos. Presentan hipótesis con un alto nivel de abstracción con respecto a un campo problemático de la realidad, acompañados con un alto grado de formalización (Raviolo, 2004). Estos modelos científicos sufren una transformación o transposición para convertirlos en contenidos escolares, en modelos del currículo. No existe un límite muy preciso para diferenciar un modelo analógico de una analogía en la enseñanza, se puede afirmar que la diferencia suele radicar en la utilización de representaciones abstractas o simbólicas en los modelos, y de objetos–procesos conocidos (incluyendo animales o personas) en las analogías: por ejemplo, las moléculas como puntos o las moléculas como pelotas de ping pong. Finalmente es ampliamente reconocido que el empleo de modelos y analogías aporta elementos motivacionales en las clases. Para mejorar su propia

eficiencia es importante que sean complementarias a otras estrategias, que no sean el único recurso pedagógico (Raviolo, 2004).

En la enseñanza, el término modelo se usa fundamentalmente con dos significados: como contenidos a enseñar o como recursos didácticos. Los modelos surgen en un determinado contexto histórico. Así, se consideran como modelos científicos, a los vigentes, a aquellos modelos aceptados, verificados y consensuados por la comunidad científica. En cambio, los modelos históricos son modelos científicos producidos en un contexto específico, que han sido reemplazados o sustituidos por el avance de la ciencia. Por ejemplo, los modelos atómicos de Thomson o de Rutherford.

CAPÍTULO 4. ENFOQUE DIDÁCTICO

Díaz-Barriga (2002), menciona que para poder afrontar los retos que impone el siglo XXI es necesaria una educación que promueva capacidades y competencias y no solo conocimientos cerrados o técnicas programadas, por lo tanto, la capacidad de aprender a aprender sitúa a los docentes en el centro de todo proyecto educativo y el foco de los procesos educativos debe cambiar en la dirección de formar personas que gestionen sus propios aprendizajes, obtengan autonomía y se apropien de herramientas intelectuales que les permitan un aprendizaje continuo a lo largo de su vida.

Por consiguiente, se considera al aprendizaje como un proceso gradual y continuo, en el que el nuevo aprendizaje se edifica sobre el anterior, al cual se incorpora, y donde lo que va a aprenderse, debe verse en términos de lo que ya se conoce y se puede comprender, para que las nuevas experiencias puedan ser asimiladas. Por ello, el aspecto didáctico propone que los alumnos vayan construyendo el conocimiento de manera gradual, donde las explicaciones, los procedimientos y los cambios conseguidos sean la base a partir de la cual se logrará el aprendizaje de nuevos conceptos, principios, habilidades, actitudes y valores más complejos y profundos.

Teniendo en cuenta que un modelo educativo es una representación que refleja el diseño, la estructura y los componentes esenciales de un proceso formativo que sirve de guía para la acción, el enfoque didáctico se refiere en términos generales a la elaboración, aplicación y evaluación de una estrategia didáctica, y aunque pareciera un transcurso muy sencillo de llevar a cabo, es un proceso no solo práctico sino también autoreflexivo, ya que dentro de todo este proceso la didáctica juega un papel muy importante.

Pero, ¿Qué entendemos por didáctica? La didáctica es considerada un término polisémico y entendida como concepto, método, técnica, instrumentación, estrategia cognitiva o ciencia; es la disciplina pedagógica que se preocupa por los procesos específicos de la técnica de la enseñanza, referida por ella como la técnica para presentar el contenido, así como de incentivar y orientar a los alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Debido a que la didáctica se vincula con los saberes, se requiere investigar y experimentar nuevas técnicas de enseñanza a partir de diversas disciplinas como la biología o filosofía; y que la didáctica no es aquella que propone un conjunto

sistemático de principios, normas, recursos y procedimientos, sino que también, involucra la reflexión que hace el docente en su práctica, la cual le permite entender, de diferentes maneras, los fines de la enseñanza. En el ámbito de la didáctica se procura analizar, integrar y orientar la labor docente a partir de los componentes: alumno, docente, objetivos, contenido y estrategias.

Así pues, la didáctica es un ejercicio de pensamiento guiado por el qué, dónde, cuándo y cómo operar o dejar de hacer. Acción que se transforma en un método a través del cual se llevaba a cabo la enseñanza. Método que debe considerar el cómo hacer para que los alumnos aprendan fácilmente, que el aprendizaje tenga utilidad en su vida cotidiana y el estudiante se sienta seducido por el conocimiento. Es necesario que el conocimiento empiece siempre por los sentidos, situación que puede aplicarse a la enseñanza de las ciencias. Por ello se sugiere el uso de representaciones o modelos, a falta de los referentes naturales (Comenio, 1998).

4.1 ESTRATEGIA DIDÁCTICA

Para facilitar la construcción del conocimiento es importante la utilización de estrategias que propicien el proceso a través del cual una nueva información se relaciona de manera sustantiva con los conocimientos previos del alumno. Todo esto, con el propósito de permitir entre los alumnos una mayor libertad de pensamiento, lograr nuevos aprendizajes, relacionar lo aprendido con situaciones del mundo real, con el entorno y con la sociedad. Las estrategias empleadas en clase, deberán promover la construcción significativa del conocimiento a través de actividades que permitan dar respuesta a problemas planteados sobre temáticas específicas y relevantes para el alumno. Tales problemas deberán favorecer el avance de lo simple a lo complejo, de lo concreto a lo abstracto y de conceptos poco estructurados al conocimiento formal. Las estrategias deberán ser diversas y organizarse tomando en cuenta los propósitos generales del curso, el propósito de cada unidad y los aprendizajes que se pretenden en éstas; asimismo, deben partir de los conocimientos previos de los alumnos y propiciar el aprendizaje gradual y continuo de conceptos, principios, habilidades, actitudes y valores.

La estrategia didáctica también es un instrumento que permite ajustarnos a cambios emergentes, que surgen a lo largo de las clases, permiten también, enfocarse en el diálogo inmediato entre el alumno y el docente.

Es importante destacar que el orden y la temporalización de las estrategias didácticas representan la estructura sistemática para controlar las acciones propuestas, de índole pedagógica, durante el proceso educativo y con ello, lograr los propósitos educativos propuestos en el programa de estudios. Por lo tanto la planeación didáctica es de suma importancia para el docente, porque aquí es donde el docente refleja su creatividad al momento de seleccionar y organizar las actividades de aprendizaje, con enfoques que permitan al estudiante desarrollar competencias y actitudes críticas sobre lo que aprende y aplicarlo en su quehacer de la vida diaria (Rodríguez, 2007).

En las tendencias actuales de la enseñanza, los enfoques y modelos educativos diversifican y posibilitan una mayor planeación en las estructuras didácticas de una asignatura. Hoy, las formas de interacción, la promoción de conocimientos, los recursos o medios didácticos abren horizontes ventajosos para organizar ambientes de aprendizaje flexibles y eficaces en las acciones educadoras (Heraldo, 2007), por lo tanto, otro elemento de suma importancia en la estrategia didáctica es también la forma de evaluación, los atributos genéricos, los valores y actitudes a desarrollar, así como la especificación de evidencias a presentar y fuentes de referencia. Es importante recalcar que, en la ENCCH, la construcción de las estrategias didácticas tienen como punto de partida el perfil de egreso del programa educativo, logrando una alineación entre los aprendizajes de dicho perfil (Gonzalez, 2010).

Además, la estrategia didáctica tiende a bifurcarse en el docente (estrategia de enseñanza) y el alumnado (estrategias de aprendizaje). Las estrategias de enseñanza son referidas como el arte de proyectar y dirigir; el estratega proyecta, ordena y dirige las operaciones para lograr los objetivos propuestos, así como, conlleva un análisis auto-reflexivo del hacer en la práctica, tanto por el alumno como por el propio docente, de esta manera, las estrategias de enseñanza ayudan a los alumnos a conocer y utilizar uno o varios procedimientos para resolver una tarea concreta, a partir de actividades que podamos plantearles, las cuales irán encaminada a asegurar la correcta aplicación de ese procedimiento, repitiendo los pasos correctos de su utilización.

Consiguientemente, es común que, para estructurar las estrategias de enseñanza, se tomen en cuenta tres momentos:

- Apertura. Estas actividades servirán para el “encuadre” del curso y de las unidades, para la motivación de los alumnos y para la detección de sus conocimientos previos.
- Desarrollo. Se centra en el aprendizaje de conceptos, principios, habilidades, actitudes y valores, a través de un proceso continuo de análisis y síntesis de nueva información sobre el objeto de estudio o problema planteado. Por medio de estas actividades, los alumnos no sólo obtendrán la nueva información, sino que, además, éstas se relacionarán con la ya obtenida para su reformulación.
- Cierre. Permite que los alumnos formen una visión sintética, integradora e incluso crítica del material estudiado, transferir sus aprendizajes a otros contextos y reorganizar su propio esquema referencial a partir de la nueva síntesis realizada en la reestructuración del problema objeto de estudio (CCH, 2003).

Por otra parte, las estrategias de aprendizaje hacen referencia a una serie de operaciones cognitivas, que el estudiante lleva a cabo para organizar, integrar y elaborar información y pueden entenderse como procesos o secuencias de actividades que sirven de base a la realización de tareas intelectuales y que se eligen con el propósito de facilitar la construcción, permanencia y transferencia de la información o conocimientos. Las estrategias de aprendizaje pueden ser ejecutadas voluntaria e intencionalmente por un alumno, cuando se le demanda a aprender, a recordar o a solucionar problemas sobre algún contenido de aprendizaje. Concretamente, se puede decir que las estrategias tienen el propósito de facilitar la adquisición, almacenamiento y utilización de la información (Campos, 2000).

Para llevar a cabo una estrategia didáctica es indispensable planear la misma, ya que planear es una expresión particular de una teoría e implica elementos éticos, políticos, científicos y tecnológicos, es un acto cuyo propósito es racionalizar la selección de alternativas para definir con claridad los fines a los que se orienta la acción y desentrañar los mejores medios para alcanzar los

objetivos planeados. Una buena estrategia didáctica, busca prever diversos futuros en relación con los procesos educativos: especifica fines, objetivos y metas, permite la definición de acciones y a partir de éstas, determina los recursos y estrategias más apropiadas para lograr realizaciones favorables; por lo tanto, planear también es un proceso didáctico que implica la reflexión (Santrock, 2011).

Por lo tanto, la planeación de la estrategia didáctica, en el quehacer del docente, es la parte medular para llevar a cabo la propuesta de enseñanza-aprendizaje del profesor, aunado a proporcionar la respuesta del cómo se va a implementar dicha propuesta sugerida. Ahora bien, para planear un curso se tienen que tomar en cuenta aspectos como: las características de los estudiantes, los contenidos de aprendizaje, los conocimientos previos de la asignatura, los recursos y medios didácticos, los objetivos educativos que se pretenden lograr, la metodología de trabajo, los tiempos disponibles para desarrollar las actividades, las características, métodos y criterios de evaluación entre otros.

Existen catorce principios, considerados como pilares de la planeación en la estrategia didáctica.

1. La naturaleza del proceso de aprendizaje. Hay diferentes clases de aprendizaje: desde el aprendizaje de hábitos en las destrezas motoras, a la generación de conocimiento y al aprendizaje de destrezas y estrategias cognoscitivas.
2. Metas del proceso de aprendizaje. El estudiante exitoso, con tiempo, apoyo y dirección, puede crear representaciones significativas y coherentes del conocimiento. Para aprender, los estudiantes necesitan tener una meta. Para adquirir conocimientos útiles y estrategias para seguir aprendiendo toda la vida, necesitan perseguir metas que les parezcan importantes.
3. La elaboración del conocimiento. El estudiante exitoso vincula de manera coherente la nueva información con el conocimiento que ya posee.
4. Pensamiento estratégico. El estudiante exitoso crea y utiliza una diversidad de destrezas de pensamiento y razonamiento para lograr metas complejas de aprendizaje.
5. Pensamiento sobre el pensamiento. Las estrategias de orden superior para «pensar en el pensamiento y el aprendizaje» y para supervisar las operaciones mentales, facilitan el pensamiento creativo y crítico y fomentan la destreza.

6. El contexto del aprendizaje. El aprendizaje está influido por factores ambientales que incluyen la cultura, la tecnología y la instrucción. El educador entabla relaciones importantes tanto con los estudiantes como con los ambientes de aprendizaje.
7. Influencias motivacionales y emocionales en el aprendizaje. La profundidad y la amplitud de la información procesada y el qué y el cómo se aprende y se recuerda están influidos por: la conciencia y las opiniones del individuo acerca del control personal, su competencia, su habilidad, la claridad e importancia de valores, intereses y metas personales, sus expectativas de éxito o fracaso, el afecto, las emociones y los estados generales de la mente, y la motivación resultante para aprender.
8. Motivación intrínseca para aprender. La motivación intrínseca, la creatividad y el pensamiento de orden superior son estimulados por tareas de aprendizaje relevantes, auténticas, de un nivel óptimo de dificultad y novedad para cada estudiante.
9. Efectos de la motivación sobre el esfuerzo. El aprendizaje de destrezas y conocimientos complejos requiere de un esfuerzo prolongado, persistencia y práctica (con orientación y retroalimentación).
10. Restricciones del desarrollo de oportunidades. Los individuos progresan por etapas en el desarrollo físico, intelectual, emocional y social que son función de factores genéticos únicos y del ambiente.
11. Influencias sociales en el aprendizaje. El aprendizaje está influido por interacciones sociales y la comunicación con otros.
12. Las diferencias individuales en el aprendizaje. Los individuos tienen capacidades distintas. Estas diferencias son una función del ambiente (lo que aprende y comunica en diversas culturas o en otros grupos sociales) y la herencia (lo que ocurre de manera natural como función de los genes).
13. Aprendizaje y diversidad. El aprendizaje es más sólido cuando se toman en consideración las diferencias en las conductas lingüísticas, culturales y sociales del estudiante.
14. Normas y evaluación. El establecimiento de normas apropiadamente altas y desafiantes y la evaluación tanto del estudiante como del proceso de aprendizaje, forman parte integral del aprendizaje exitoso (Rodríguez, 2007).

4.2 IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN

La evaluación educativa es un término demasiado amplio y puede ser aplicado a múltiples y variadas situaciones o momentos del proceso; depende en gran medida de qué se quiera evaluar y cuál es su finalidad de hacerlo. La evaluación es un proceso que genera información y, en este sentido, siempre implica un esfuerzo sistemático de aproximación sucesiva al objeto de evaluación. Pero esta información no es casual o accesoria, sino que la información que se produce a través de la evaluación genera conocimiento de carácter retroalimentador.

Díaz-Barriga (2010), menciona que diversos autores proponen seis criterios que se toman en cuenta para evaluar y cada uno de ellos, debe ir precedido del anterior:

1. La demarcación del objeto o situación que se ha de evaluar, evaluación dentro del proceso enseñanza-aprendizaje.
2. Uso de determinados criterios para orientar la evaluación y de indicadores para su realización.
3. Sistematización para obtener información requerida.
4. Construcción de representaciones fidedignas.
5. Emisión de juicios de valor.
6. Toma de decisiones.

Existen diversas clasificaciones de la evaluación, de acuerdo con lo que se esté buscando evaluar, en este documento solo se describirán algunos de ellos (Fig. 11), (Fig. 12).

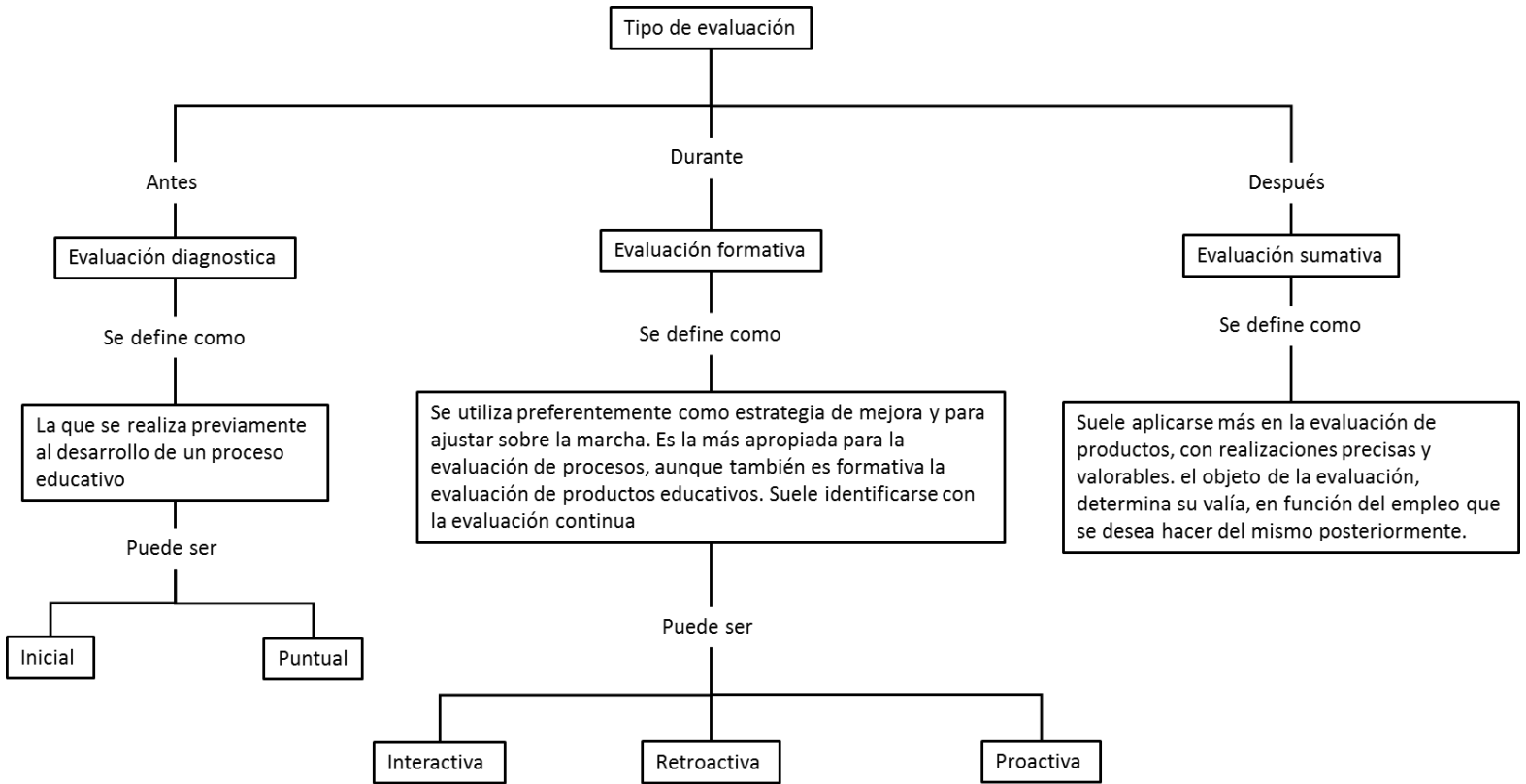


FIG 11: Mapa conceptual de los tipos de evaluación según su función (Modificado de Díaz-Barriga, 2010).

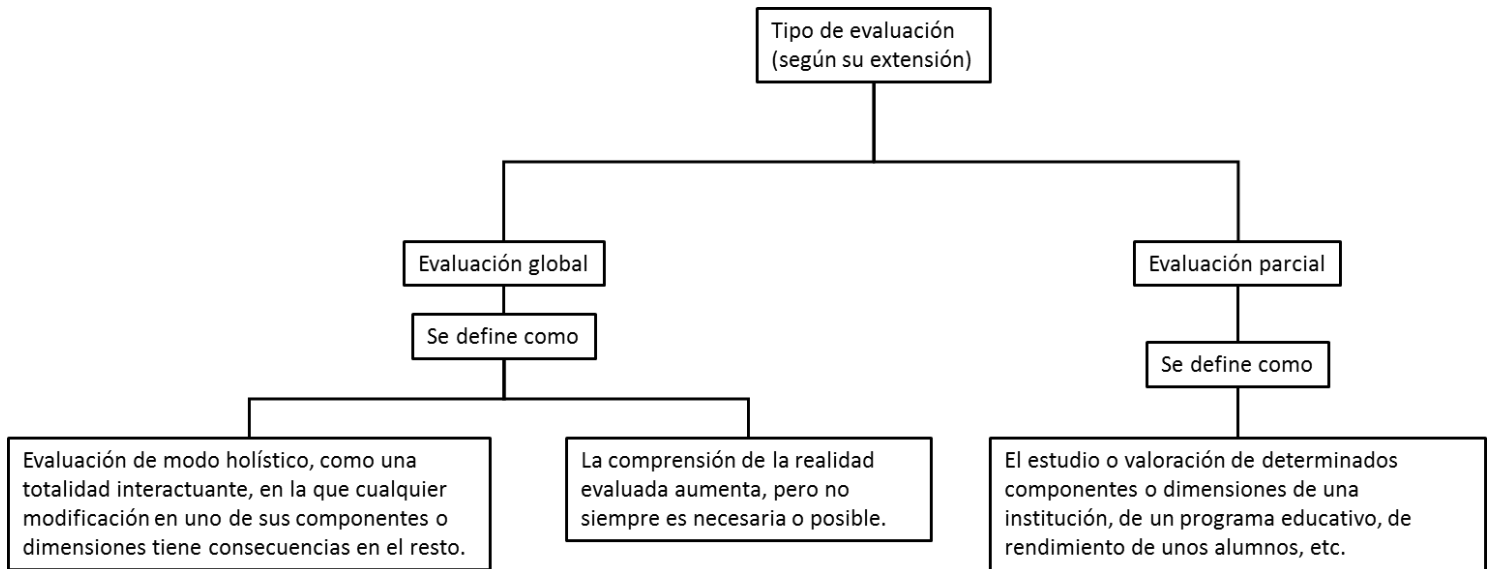


FIG 12: Mapa conceptual de los tipos de evaluación según su extensión (Toranzos, 2000).

Existen diversos instrumentos de evaluación de acuerdo con la técnica que se esté llevando a cabo:

Observación (realización de tareas, trabajos en equipo, salidas de campo):

- I. Listas de control.
- II. Escalas de calificación.
- III. Diarios de clase.

Interrogación (autocorrección de informes y monografías):

- I. Cuestionarios (abiertos y cerrados).
- II. Entrevistas (abiertas y cerradas).

Análisis de tareas (mapas conceptuales, juegos colectivos, debates dirigidos):

- I. Registros continuos de avances.

Pruebas (proceso de experimentación, diseño de investigación):

- I. Orales.
- II. Escritas.
- III. Colectivas.
- IV. Individuales.
- V. De ensayo o respuesta libre.

Finalmente, las funciones pedagógicas de la evaluación se basan en mejorar y orientar los procesos de enseñanza y aprendizaje, de acuerdo con los objetivos marcados (Toranzos, 2000).

CAPITULO 5. MÉTODO

El método que se utilizó posee características del enfoque investigación-acción, este enfoque describe una forma de investigación que puede ligar el enfoque experimental de las ciencias sociales con programas de acción social que respondan a los problemas sociales pudiendo lograr en forma simultanea avances teóricos y cambios cognitivos (Lewis, 1944). La investigación-acción, supone entender la enseñanza como un proceso de investigación, un proceso de continua búsqueda, el cual conlleva a que el docente integre la reflexión y el trabajo intelectual en el análisis de las experiencias que se realizan, como un elemento esencial de lo que constituye la propia actividad educativa; un punto clave en la investigación-acción es la permanente reflexión y el análisis de las experiencias, con el fin de mejorar las prácticas educativas, de esta misma forma, durante la presente estrategia didáctica, aplicada al alumnado, se mantuvo una actitud reflexiva y analítica para enriquecer la práctica docente de los temas replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas.

Independientemente de la opción metodológica, se deben considerar una serie de criterios que garanticen el rigor, autenticidad y validez del proceso de investigación, por ello, se describen a continuación criterios de inclusión, exclusión y de eliminación (Tabla 1).

TABLA 1. Criterios de clasificación para llevar a cabo la estrategia didáctica.

Criterio de inclusión	Criterios de exclusión	Criterios de eliminación
Mismo periodo escolar	Diferente periodo escolar	Alumnos con al menos una falta
Edad entre 15 y 17 años	Alumnos recursadores	Alumnos que no hayan realizado el cuestionario pre-test
Alumnos inscritos en la materia de Biología I	Alumnos no inscritos en la materia de Biología I	Alumnos que no hayan realizado el cuestionario pos-test
	Fuera del rango de edad establecido en los criterios de inclusión	

5.1 POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población objeto de estudio de esta investigación, comprende a estudiantes del tercer grado de la ENCCH-Sur, las edades de los estudiantes se encuentran entre 15 y 17 años. El diseño que se empleó fue un diseño cuasi experimental²⁴ y los grupos que se utilizaron para esa investigación son grupos creados por la ENCCH-Sur; debido a lo anterior, los grupos con los que se trabajó tuvieron las siguientes características:

TABLA 2. Descripción general de las características de la población (grupo testigo y experimental)

Grupo	Estrategia implementada	Total de alumnos	Alumnos con los que se reportó resultados	Turno
Testigo	Sin intervención	26	21	Matutino
Experimental	Con intervención	24	18	Vespertino

Se consideraron menos alumnos de acuerdo con los criterios de inclusión, exclusión y eliminación previamente descritos (ver tabla 1).

5.2 PROCEDIMIENTO

La presente estrategia fue aplicada por la autora del trabajo, presentándose como la docente frente a grupo en todos los casos, y como parte fundamental se realizaron grabaciones para tomar detalles del desempeño tanto de la docente como de los estudiantes.

La aplicación de la estrategia se llevó a cabo en dos etapas (prueba piloto y aplicación general). La prueba piloto permitió tener una aproximación de los conocimientos previos, observar las características de la población y evaluar la efectividad de la estrategia didáctica para lograr los aprendizajes esperados en los estudiantes. Con base en la prueba piloto se realizaron

²⁴ En este tipo de diseño el investigador-docente no puede crear los grupos experimentales por aleatorización, por ende, ya están previamente establecidos.

modificaciones a la estrategia para lograr los aprendizajes esperados en los estudiantes en la aplicación general.

La propuesta didáctica en su segunda etapa, por lo tanto, se aplicó durante tres sesiones y constó de las siguientes etapas:

1. Aplicación de un test previo a la estrategia (1 semana antes de la aplicación de la estrategia) (Anexo 8).
2. Aplicación de la estrategia.
3. Aplicación de un test posterior a la estrategia (2 semanas después de la aplicación de la estrategia) (Anexo 8).

La aplicación del pre-test y pos-test no estuvo incluida en la evaluación general de los alumnos, ya que simplemente funcionó como marcador de evidencias de aprendizaje dentro de la estrategia didáctica implementada.

5.3 UBICACIÓN DEL CONTENIDO EN EL PROGRAMA DE LA ENCCH.

SEGUNDA UNIDAD. ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?

PROPÓSITO: Al finalizar la unidad, el alumno explicará los principios básicos de los procesos de regulación, conservación y reproducción, a partir de su estudio como un conjunto de reacciones y eventos integrados, para que comprenda cómo funcionan y se perpetúan los sistemas vivos (CCH, 2003).

Como parte de las propiedades emergentes de los sistemas vivos, señaladas en el programa de biología I, están los patrones genéticos y los principios que permiten su unificación, la reproducción y continuidad. La replicación del DNA y la síntesis de proteínas forman parte de los procesos que permiten y aseguran que los sistemas vivos los lleven a cabo exitosamente, por ejemplo, a nivel celular.

TABLA 3: Aprendizajes y contenidos de la unidad II de Biología I de carácter obligatorio. En negritas se resaltan los aprendizajes tomados en cuenta para realizar la estrategia y en negritas y subrayado se encuentran los contenidos a desarrollar (CCH, 2003).

APRENDIZAJES	TEMÁTICA (TIEMPO: 35 horas)
<p>El alumno:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Relaciona los componentes de la membrana celular con algunos procesos de regulación. 2. Explica los aspectos generales de la fotosíntesis, respiración, fermentación, replicación de ADN y síntesis de proteínas. 3. Comprende que los sistemas vivos se mantienen gracias a su capacidad de transformar energía. 4. Comprende que los sistemas vivos se perpetúan y mantienen debido a que el ADN tiene la capacidad de replicar su información y transcribirla para que se traduzca en proteínas. 5. Describe el ciclo celular con una visión global en la que se destaquen los hechos básicos que tienen lugar a lo largo del mismo, en especial, los procesos de división celular por mitosis y meiosis. 6. Comprende la importancia de los procesos de regulación, conservación y reproducción, como parte de lo que requiere un sistema para mantenerse vivo y perpetuarse. 7. Aplica habilidades, actitudes y valores al llevar a cabo actividades documentales y experimentales que contribuyan a la comprensión de los procesos de regulación, conservación y reproducción. 8. Aplica habilidades, actitudes y valores para comunicar de forma oral y escrita la información derivada de las actividades realizadas. 	<p>Tema I. Procesos de regulación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concepto e importancia de la homeostasis. • Función de los componentes de la membrana en el transporte, comunicación y reconocimiento celular. • Transporte de materiales a través de la membrana celular: Procesos pasivos y activos. <p>Tema II. Procesos de conservación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concepto e importancia del metabolismo: Anabolismo y catabolismo como procesos bioenergéticos. • Fotosíntesis: Aspectos generales de la fase luminosa, la fase oscura, e importancia. • Respiración: Aspectos generales de la glucólisis, ciclo de Krebs, cadena de transporte de electrones, e importancia. • Fermentación: Aspectos generales e importancia. • <u>Replicación del ADN: Aspectos generales e importancia.</u> • <u>Síntesis de proteínas: Aspectos generales de la transcripción y traducción del ADN, e importancia.</u> <p>Tema III. Procesos de reproducción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fases del ciclo celular. • Mitosis: Fases e importancia. • Meiosis: Fases e importancia en la reproducción y variabilidad biológica. • Aspectos generales de la reproducción asexual y sexual. Importancia biológica.

5.4 TEMAS ANTECEDENTES Y TEMAS CONSECUENTES

Para la temática que se plantea brindar, se requieren algunos temas que se hayan previamente visto (temas antecedentes tabla 4) para el mejor aprendizaje de los alumnos, y posterior al aprendizaje de los temas de replicación del DNA y síntesis de proteínas es factible el aprendizaje de nuevos temas como mutaciones, mitosis, meiosis, etcétera.

TABLA 4: Temas antecedentes y consecuentes de los temas replicación del DNA y síntesis de proteínas (CCH, 2003).

Temas antecedentes	Temas consecuentes
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Moléculas presentes en las células: Función de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. ➤ Estructuras celulares y sus funciones. ➤ Semejanzas y diferencias entre células procariotas y eucariotas. ➤ Fases del ciclo celular. ➤ Concepto e importancia del metabolismo 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mutaciones ➤ Mitosis: Fases e importancia. ➤ Meiosis: Fases e importancia en la reproducción y variabilidad biológica. ➤ Aspectos generales de la reproducción asexual y sexual. Importancia biológica. ➤ Regulación génica ➤ Homeostasis

Los aprendizajes de esta unidad temática, requieren que el alumno, además de explicar los aspectos generales de la replicación, comprenda que los sistemas vivos se perpetúan y mantienen debido a que el DNA tiene la capacidad de replicar su información y sintetizarla. Sin duda, son los procesos biológicos indispensables que el alumno de bachillerato debe conocer, sobre todo para favorecer la comprensión de cómo se generan las copias de información genética, las cuales permiten y garantizan la perpetuación de dicha información y de los sistemas vivos. De esta forma, se está dando respuesta a las preguntas qué enseñar y por qué enseñar los temas de replicación del DNA y síntesis de proteínas en este nivel.

Sin embargo, para responder a la pregunta de ¿Cómo enseñar los temas antes mencionados? se desarrolló una estrategia basada en cuatro premisas:

1. ¿Qué elementos vale la pena comprender?
2. ¿Qué aspectos de esos elementos deben ser comprendidos?
3. ¿Cómo podemos promover la comprensión?
4. ¿Cómo podemos averiguar lo que comprenden los alumnos?

Aunado a la información de varios trabajos de investigadores, los cuales hacen algunas recomendaciones para favorecer el aprendizaje en este tipo de temáticas, algunas recomendaciones por mencionar y en las que nos basamos son:

- ❖ Implementar actividades visuales **(Topcu, 2009)**.
- ❖ Emplear estrategias donde se promuevan procesos activos de manera que los estudiantes aprendan mediante la participación **(Rotbain, 2005)**.
- ❖ Adecuar los temas de modo que exista coherencia en el nivel de organización **(Iñiguez 2013)**.
- ❖ Promover el vínculo entre conceptos **(Venville, 2008)**.
- ❖ Planear y ejecutar adecuadamente analogías y modelos **(Venville, 2008)**.
- ❖ Potencializar la utilización de modelos tridimensionales **(Iñiguez-Porras, 2013)**.
- ❖ Emplear modelos concretos que puedan ser manipulados por los alumnos **(Templin, 2002)**.
- ❖ Simplificar y eliminar mecanismos con detalles complejos y dar mayor énfasis en la comprensión de conceptos básicos **(Martínez-García, 2006)**.

Así mismo, se propuso una estrategia tendiente a promover la comprensión del proceso de replicación del ADN y síntesis de proteínas, utilizando representaciones que favorezcan la comprensión de esos contenidos. La secuencia metodológica se dividió en tres sesiones, cada una con su respectiva apertura, desarrollo y cierre.

El hilo conductor fue comprender la complejidad de los sistemas biológicos, y la manera en que fluye la información genética en los seres vivos. En la *primera sesión* se explicó el tema de replicación del DNA a través de un video, y cuestionario para reconocer lo comprendido. La *segunda sesión* se centró en la síntesis de proteínas (transcripción y traducción), mediante la utilización de un mapa conceptual y una analogía. Para finalizar con la *tercera sesión*, de solo una hora, en la cual se evaluaron los temas vistos en las dos clases previas. Los temas esencialmente se enfocan en la comprensión del concepto y proceso, ya que, en sí, son temas muy complejos y los procesos tienen muchos detalles que se dejaron sin analizar, debido a que la meta central era la comprensión de los procesos.

5.5 GENERALIDADES DE LA PLANEACIÓN

MATERIA: BIOLOGÍA I.

SEGUNDA UNIDAD. ¿CÓMO SE LLEVA A CABO LA REGULACIÓN, CONSERVACIÓN Y REPRODUCCIÓN DE LOS SISTEMAS VIVOS?

PROFESOR PRACTICANTE: BIÓL. PAOLA ISABEL ANDRADE ALVAREZ

CENTRO ESCOLAR: COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES PLANTEL SUR

TEMA II: PROCESOS DE CONSERVACIÓN

SUBTEMA V: REPLICACIÓN DEL DNA. ASPECTOS GENERALES E IMPORTANCIA

SUBTEMA VI: SÍNTESIS DE PROTEÍNAS. ASPECTOS GENERALES DE LA TRANSCRIPCIÓN Y TRADUCCIÓN DEL ADN E IMPORTANCIA

PROPÓSITO GENERAL DE LA UNIDAD

Al finalizar la unidad, el alumno explicará los principios básicos de los procesos de regulación, conservación y reproducción, a partir de su estudio como un conjunto de reacciones y eventos integrados, para que comprenda cómo funcionan y se perpetúan los seres vivos.

PROPÓSITO PARTICULAR DEL TEMA

Al finalizar la sesión el alumno será capaz de:

- Explicar los aspectos generales de la replicación del DNA y la síntesis de proteínas.
- Comprender que los sistemas vivos se perpetúan y mantienen debido a que el DNA tiene la capacidad de replicar su información y transcribirla, para que se traduzca en proteínas.

5.6 PRIMERA SESIÓN

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
<p>CONCEPTUALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprender el proceso de replicación del DNA. <p>PROCEDIMENTAL</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar mediante videos en qué consiste la replicación del DNA y la transcripción. <p>ACTITUDINALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Aplicar habilidades, actitudes y valores al llevar a cabo actividades que contribuyan a la comprensión y valoración del papel de los procesos de replicación del DNA y síntesis de proteínas. 	<p>(120 min)</p> <ul style="list-style-type: none"> Saludo y bienvenida a los alumnos. Actividad de inducción, la cual consistió en completar una pequeña estrella como gafete. En cada pico escribirán algún gusto o hobby en particular y en medio de la estrella su nombre (10 minutos). (Anexo 1) <p>APERTURA</p> <ul style="list-style-type: none"> El profesor presentó los objetivos y metas de la clase, así como los materiales a usar y las instrucciones del trabajo en clase (5 minutos). Se entregará un ejercicio sobre una serie de problemas de la vida cotidiana el cual se diseñó con la finalidad de conocer las ideas previas que tienen los alumnos acerca de los procesos de replicación del DNA y síntesis de proteínas, el ejercicio se resolvió de manera individual (15 minutos) (Anexo 2) <p>DESARROLLO</p> <ul style="list-style-type: none"> Se presentó un video sobre la replicación del DNA (https://www.youtube.com/watch?v=EGKrydQEHQ). El docente entregó una hoja que contiene la actividad 1, la cual consistió en una serie de preguntas sobre el video para que los alumnos rescataron las ideas principales del video y realizaron el proceso de la replicación del DNA (15 minutos). En plenaria se discutió lo realizado con la actividad 1 (Anexo 3) (10 minutos). Se presentó un video con los aspectos generales de la transcripción (https://www.youtube.com/watch?v=P4MLiyZasJo) (5 minutos) y se pidió que escribieran las ideas principales del proceso durante la observación del video. Al finalizar el mismo se rescataron las características importantes de la transcripción mediante un mapa conceptual, primero contestado por equipos y posteriormente resuelto por todo el grupo. (15 minutos). <p>CIERRE</p> <ul style="list-style-type: none"> Se resumió la clase rescatando lo relevante del día de manera grupal a través de una lluvia de ideas. (10 minutos). 	<p>DIAGNÓSTICA</p> <ul style="list-style-type: none"> Cuestionario diagnóstico (Anexo 8) <p>SUMATIVA</p> <ul style="list-style-type: none"> Resolución de hoja de actividades 1 (Anexo 3) Mapa conceptual Ejercicio de ideas previas (Anexo 2)

5.7 SEGUNDA SESIÓN

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	EVALUACION
<p><u>CONCEPTUALES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Comprender el proceso de síntesis de proteínas incorporando conocimientos previos <p><u>PROCEDIMENTAL</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Construir mediante una hoja de signos su nombre siguiendo un código brindado <p><u>ACTITUDINALES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Aplicar actitudes y valores al llevar a cabo actividades que contribuyan a la comprensión y valoración del papel de los procesos de replicación del DNA y síntesis de proteínas. Aplicar actitudes y valores para comunicar de forma oral la información derivada de las actividades realizadas. 	<p>(120 min)</p> <ul style="list-style-type: none"> Saludo y bienvenida a los alumnos. <p><u>APERTURA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> El profesor presentó los objetivos y metas de la clase (5 minutos). Se inició con una lluvia de ideas que le permita al docente darse cuenta de lo aprendido en la clase previa para reforzar algún contenido y poder comenzar con los nuevos contenidos (10 minutos). <p><u>DESARROLLO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Se realizará un ejercicio tanto de la replicación del DNA como de la transcripción en el pizarrón, primero con todo el grupo y posteriormente de manera individual (10 minutos). El docente entregó una hoja la cual incluía una serie de signos (Anexo 6), y les brindará un código (el mismo para todos los alumnos). Mediante el código y la serie de signos que tienen en su hoja, cada alumno, formó su nombre recortando y pegando (10 minutos). Se retomó en plenaria la actividad realizada sobre las dificultades y facilidades en las que se encontraron al formar su nombre (10 minutos). Posteriormente se les entregó una lectura sobre la síntesis de proteínas (Anexo 4) en la cual se explicaron aspectos importantes del proceso de síntesis de proteínas (10 minutos). Se indagó en la manera en que construyeron su nombre para lograr una reflexión en ellos y poderlos acercar a la analogía entre la construcción del nombre y la síntesis de proteínas mediante la lectura realizada previamente. Se entregó la actividad 2 que contiene información para que los alumnos describieran las diferencias y similitudes que encontraron en la construcción de su nombre respecto al proceso de síntesis de proteínas (10 minutos) (Anexo 5). Los alumnos junto con el docente exploraron las interacciones entre los procesos vistos en clase (15 minutos). <p><u>CIERRE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Se resumió la clase con una lluvia de ideas sobre lo visto en clase y se resolvieron dudas para finalizar el tema (20 minutos). 	<p><u>DIAGNÓSTICA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Lluvia de ideas llevada a cabo en la apertura <p><u>SUMATIVA</u></p> <p>Actividad 2 (diferencias y similitudes en la analogía) (Anexo 5).</p>

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
<p><u>CONCEPTUALES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicar y modelar los aspectos generales de la replicación del DNA y la síntesis de proteínas. <p><u>PROCEDIMENTAL</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un modelo que le permita tanto al docente como al alumno visualizar la manera en que integro los conocimientos brindados en previas clases. <p><u>ACTITUDINALES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicar habilidades, actitudes y valores para comunicar de forma oral la información derivada de las actividades realizadas en equipo. 	<p>(60 min)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Saludo y bienvenida a los alumnos. <p><u>APERTURA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • El profesor presentó los objetivos de la clase • Se explicó la actividad a realizar la cual fungiría como elemento de evaluación • Se llevó a cabo una lluvia de ideas para remarcar aspectos importantes de los procesos de replicación y síntesis de proteínas con la finalidad de conocer el nivel al que lo manejaban y puntualizar aspectos a tomar en cuenta. (5 minutos) <p><u>DESARROLLO</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • En equipos de 4 personas, se entregaron los materiales a usar y las instrucciones del trabajo. El cual consistió en la elaboración de un modelo, de replicación del DNA, transcripción y traducción (5 minutos). • Al entregarles los materiales junto con la rúbrica, la cual fungió de guía para la elaboración del modelo e instrumento de evaluación, se les dieron 20 minutos para que con sus habilidades y conocimientos previos elaboraran el modelo. • Cada uno de los equipos explicó su modelo y las generalidades del proceso. Responderán dudas del profesor y demás compañeros, y fueron evaluados con la rúbrica. (20 minutos). <p><u>CIERRE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Se retomaron brevemente los contenidos abordados para dar un último repaso de lo aprendido en clase acerca de los procesos de replicación y síntesis de proteínas (5 minutos) 	<p><u>DIAGNÓSTICA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lluvia de ideas de los temas replicación del DNA y síntesis de proteínas. <p><u>SUMATIVA</u></p> <p>Rúbrica (Anexo 7)</p>

El análisis de resultados consistió en describir y comparar las respuestas obtenidas de los alumnos en un primer momento (antes de la estrategia) y al finalizar la misma a través de la estrategia didáctica propuesta (post-test), y estimar hasta qué punto la diferencia puede considerarse como reestructuradora en el conocimiento propio del alumno o simplemente figura como producto del azar, esto es lo que se llama significancia de la diferencia. Para comprobar lo anterior descrito se empleó la técnica estadística “t de Student”, pero también se analizaron los resultados de una manera cualitativa, debido a que dicho análisis nos permite orientar hacia la comprensión de las situaciones únicas y particulares, los resultados cualitativos se centraron en la búsqueda de significado y de sentido de los hechos que conciben los alumnos, de la manera en cómo viven y experimentan ciertos fenómenos o experiencias.

CAPÍTULO 6. RESULTADOS

El presente capítulo contiene el análisis de los datos obtenidos de la aplicación de la estrategia didáctica y del cuestionario pre-test y pos-test utilizado para determinar el avance que obtuvieron los alumnos respecto a los conceptos de replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas a través de la estrategia presentada llevada a cabo en tres sesiones consecutivas.

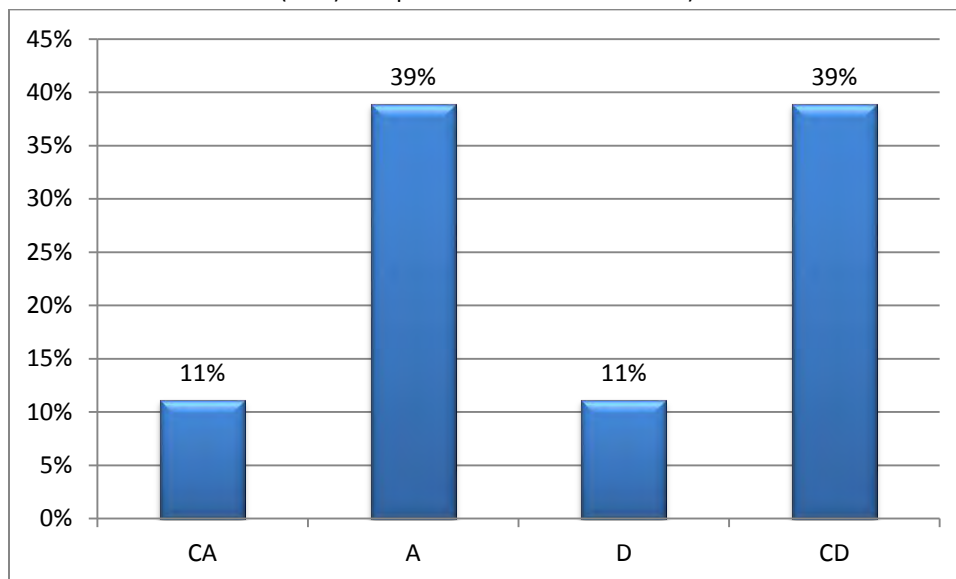
6.1. Ideas previas

La actividad titulada “ideas previas” (anexo 2) se realizó con la finalidad de conocer algunas de las preconcepciones que tienen los alumnos respecto a los temas de replicación y síntesis de proteínas. Dicha actividad se llevó a cabo al inicio de la estrategia empleada en clase, la cual consistió en cuatro enunciados; dos de ellas solicitaban al alumno mantener una postura ya fuera de completo acuerdo, acuerdo, desacuerdo y completamente en desacuerdo acerca de lo que pensaban sobre los cuestionamientos dados, aunada a la justificación de su respuesta para verificar la razón de la postura que habían tomado. La pregunta tres y cuatro solicito una representación gráfica de la manera en que se reproduce el VIH junto con su pertinente descripción.

A continuación se presentan los resultados que arrojaron las respuestas, por enunciado con la respectiva justificación de la misma.

Enunciado 1. Algunos creen que cuando las personas mueren, el cabello y las uñas siguen creciendo.

GRÁFICA 1. Porcentaje de alumnos que eligieron las diversas opciones de acuerdo con sus propias preconcepciones, (CA (11%)-completamente de acuerdo, A (39%)-de acuerdo, D (11%)-desacuerdo, CD (39%)-completamente en desacuerdo).



En la gráfica 1, se puede observar que la mitad de los alumnos considera que la aseveración es correcta (CA-11% y A-39%) y la otra mitad no (D-11% y CD-39%); sin embargo, y de acuerdo con las justificaciones proporcionadas, los alumnos no tienen la certeza del por qué ocurre dicho fenómeno, ya que la justificación a sus respuestas están dadas por ideas como:

Respuestas en completo acuerdo y de acuerdo

CA “...Células independientes de los signos vitales, las células siguen existiendo y reproduciéndose después de la muerte....”

CA “...El cerebro no muere inmediatamente y tiene algunas funciones.....”

A “...Aún hay células en función solo un momento después....”

A “...Al morir hay un proceso de putrefacción que tarda cierto tiempo, los nutrientes que quedan en algunas células los aprovechan”

A “...Pasa algo, uñas y cabello tienen nutrientes que continúan su proceso....”

A “...El cabello tiene células para crecer y cierto tiempo siguen creciendo.....”

A "...Muere el cuerpo pero algunas células no"

A "...Sí, porque son células muertas"

A "...Porque se siguen haciendo las células....."

Respuestas en desacuerdo y completamente en desacuerdo

D "...La hormona del crecimiento se desactiva"

D "...Las células dejan de producirse y reproducirse."

CD "...Cuando uno muere el organismo deja de funcionar y todos los procesos ya no son....."

CD "...Todos los órganos dejan de trabajar y por lo tanto no crecen...."

CD "...Al morir mueren los folículos, las uñas crecen tal vez porque se quedan nutrientes en el cuerpo....."

CD "...Al morir tus células no siguen funcionando....."

CD "...Porque la hormona de crecimiento no sigue funcionando"

CD "...El cuerpo deja de funcionar por completo"

CD "...Porque la hormona del crecimiento no sigue activa."

Los alumnos responden sin saber a ciencia cierta lo que ocurre, ya que, la respuesta esperada es tomar la postura de estar en **completo desacuerdo** debido a que, aunque no todas las células mueren al mismo tiempo, cuando el corazón ha dejado de latir, el suministro de oxígeno al cerebro se corta, por lo tanto, sin glucosa, las células nerviosas mueren de tres a siete minutos posterior al corte del suministro. Para que las uñas crezcan, tendría que haber una producción de nuevas células y eso no puede suceder sin glucosa.

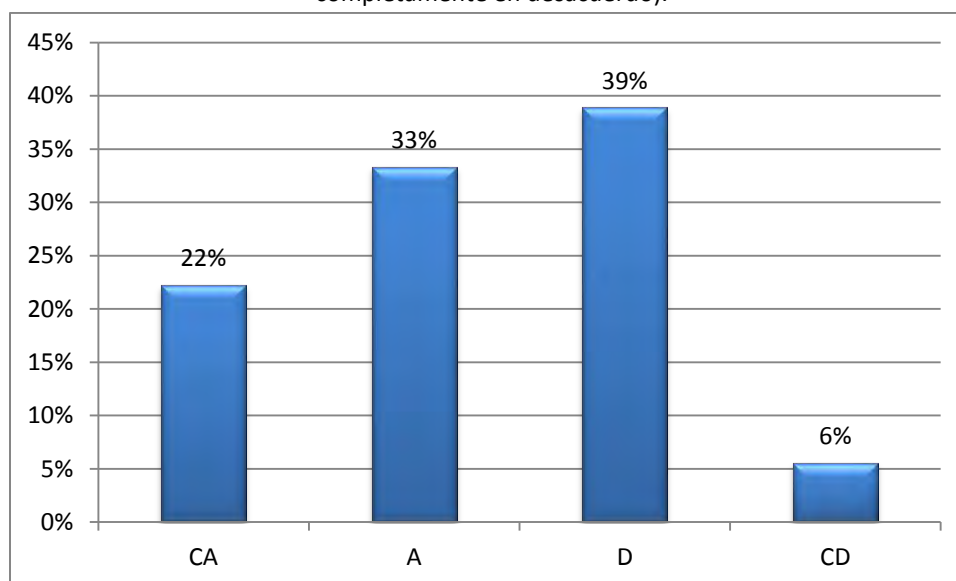
Algo similar ocurre con el cabello. Cada hebra de cabello nace de un folículo que determina su crecimiento. En la base de este folículo está la matriz, un grupo de células que se dividen para crear nuevas. Lo hacen con rapidez pero sólo cuando reciben energía y eso es resultado de la combustión de glucosa, que requiere de la presencia de oxígeno. Cuando el corazón deja de surtirle oxígeno al cuerpo, el suministro de energía se agota y cesa la división de células que hace que el cabello crezca.

Sin embargo ¿por qué se cree lo contrario?, si bien es cierto que esas observaciones son falsas, sí tienen una base biológica. No es que las uñas crezcan, sino que la piel que las rodea se retrae, a

medida que se deshidrata, haciéndolas parecer más largas. Por lo tanto, aunque el 50% de alumnos mantuvo una postura de completo desacuerdo o desacuerdo, no describe una justificación parecida a lo descrito anteriormente, lo que demuestra que su respuesta no está fundamentada y no se conoce la razón de lo que ocurre.

Enunciado 2. Las células del páncreas y del corazón pueden formar la insulina, que es una hormona protéica.

GRÁFICA 2. Porcentaje de alumnos que eligieron las diversas opciones de acuerdo con sus propias preconcepciones, (CA (22%)-completamente de acuerdo, A (33%)-de acuerdo, D (39%)-desacuerdo, CD (6%)-completamente en desacuerdo).



Como se observa en el gráfica 2, la mayoría de los alumnos se encuentran en desacuerdo (39%), no así en completo desacuerdo (6%), por lo tanto, si se suman los porcentajes de alumnos en completo acuerdo (22%) y acuerdo (33%) versus alumnos en desacuerdo (39%) y completo desacuerdo (6%), lo que se observa es que el 55% de estudiantes afirman que las células tanto del páncreas como del corazón, son capaces de formar la insulina, lo que es completamente erróneo. Ya que si bien, las células del páncreas forman la insulina, no las del corazón, puesto que la insulina se sintetiza únicamente en los islotes de Langerhans (células beta), que son la unidad anátomo-funcional del páncreas, descartando cualquier posibilidad de que la respuesta esperada no fuera la de **completo desacuerdo**.

Las justificaciones que describen los alumnos hacia cada respuesta brindada son las siguientes:

Respuestas en completo acuerdo y acuerdo **CA** “...La insulina es una proteína esencial....”

CA “...Porque produce glucosa y es controlada por la insulina”

CA “...Porque si no, no serviría de nada la glucosa....”

CA “...Sí, porque controla la glucosa”

A “...Porque produce glucosa y es controlada por la insulina....”

A “...Puede ser, pero no se a que se refiera....”

A “...Sí.”

A “...Para la ayuda de enfermedades....”

A “...Sí, la insulina es una proteína esencial”

A “...Porque si no, nos da diabetes”

Respuestas en desacuerdo y completamente en desacuerdo

D “...No sé dónde se produzca....”

D “...Solo en el páncreas, las células de esta misma forman la insulina....”

D “...Células del páncreas forman insulina pero el corazón no”

D “...Solo se producen en el páncreas de otra manera las personas seguirían sanas porque el corazón seguiría produciéndola....”

D “...Porque no recuerdo haber escuchado eso....”

D “...Necesitan más células para formar la hormona”

D “...Tendríamos diabetes desde que hacemos”

CD “...Cada órgano tiene función totalmente diferente....”

Aunque varias justificaciones en desacuerdo son correctas, no se comprende al 100% la razón de no clasificar la respuesta en completo desacuerdo, suponiendo quizá en este caso, una inseguridad respecto a sus preconcepciones, poca información, falta de claridad en la pregunta, entre otras. Sumado a que es claro que varios de los alumnos se pusieron de acuerdo para desarrollar la actividad, sesgando los resultados.

Por otro lado, hay una fuerte presencia de lenguaje tautológico²⁵ en las respuestas dadas, ya que se puede observar en cada respuesta, el uso de las mismas palabras empleadas en la formulación de la pregunta, cayendo en redundancias que no aportan ningún concepto nuevo de lo que ya tiene plasmado la pregunta. Se observa la repetición constante de términos y la vaguedad en las respuestas.

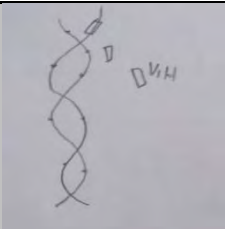
Se puede observar la clara repetición de términos y el bajo o nulo aporte a la afirmación que se hace. Por ese estilo son la mayor parte de las respuestas redundantes, con palabras innecesarias y sin nada nuevo a la idea que se quiere concebir.

Los enunciados 3 y 4 se analizaron a la par ya que el enunciado 3 se centra en la representación gráfica y el 4 requiere una explicación de la representación acerca de la reproducción del VIH.

Enunciado 3. El VIH²⁶ es el virus que produce SIDA. Representa gráficamente cómo crees que se reproduce el VIH en el cuerpo humano.

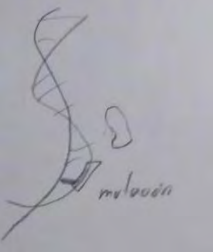
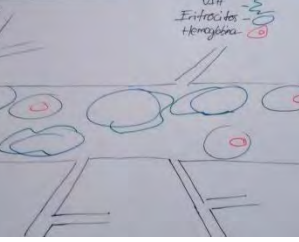
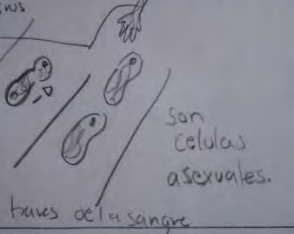
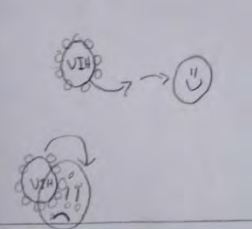

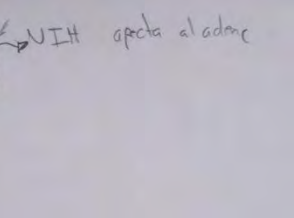
Enunciado 4. A partir de la representación de la reproducción del virus VIH, explica la manera cómo se reproduce este virus.

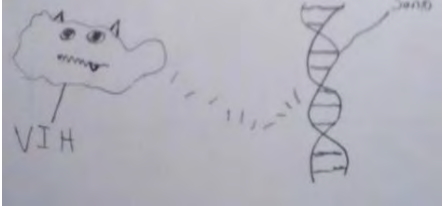
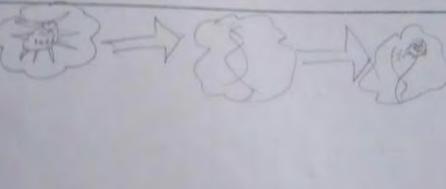
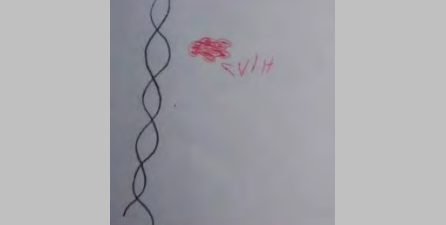
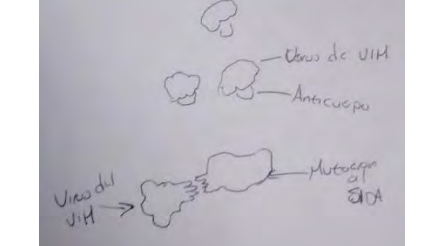
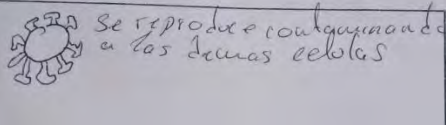

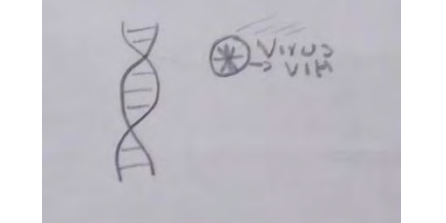
TABLA 5: Representaciones gráficas y descripciones brindadas por cada uno de los alumnos.

	REPRESENTACIÓN GRÁFICA	EXPLICACIÓN DE LA REPRESENTACIÓN
1.		<p><i>"Por transmisión sexual y herencia".</i></p>

²⁵ Del griego *ταυτολογία*, "decir lo mismo"

²⁶ Virus de inmunodeficiencia adquirida.

2.		SIN DESCRIPCIÓN
3.	SIN REPRESENTACIÓN GRÁFICA	<p><i>“Se produce de manera asexual puesto que es un virus este se reproduce sin necesidad de contar con otro virus. Afecta directamente al ingresar al cuerpo, todo nuestro sistema”.</i></p>
4.		<p><i>“Al ingresar, el virus en el organismo afecta directamente el sistema inmunológico por lo que afecta a los eritrocitos y se reproduce, obteniendo nutrientes de estos. Ya que es bacteria su reproducción es asexual”.</i></p>
5.		<p><i>“Asexualmente. El código del virus se reproduce sin necesidad de un contrario”.</i></p>
6.	SIN REPRESENTACIÓN GRÁFICA	<p><i>“Supongo que el área se infecta y entra al cuerpo infectando todo”.</i></p>
7.		<p><i>“De manera viral”.</i></p>
8.		<p><i>“Poblaciones sexuales”.</i></p>
9.		<p><i>“Se va transportando mediante la sangre hasta que llegue a todas las células del cuerpo”.</i></p>

10.		<p>"El virus del VIH circula en la sangre y se combina con el material genético, por eso es que se contagió por medio de la sangre o fluidos y en caso de tener un hijo puede nacer con VIH también".</p>
11.		<p>"Por los descuidos del ser humano".</p>
12.	<p>SIN REPRESENTACIÓN GRÁFICA</p>	<p>SIN DESCRIPCIÓN</p>
13.		<p>"Por transmisión sexual, que llega el virus al ADN".</p>
14.		<p>"Con una reproducción asexual que forma mutación".</p>
15.	<p>SIN REPRESENTACIÓN GRÁFICA</p>	<p>SIN DESCRIPCIÓN</p>
16.		<p>"Se reproducen por medio de las células".</p>
17.		<p>"Empieza por un virus pequeño y se va haciendo cada vez más grande".</p>
18.		<p>"El virus llega a las células por medio de las relaciones sexuales".</p>

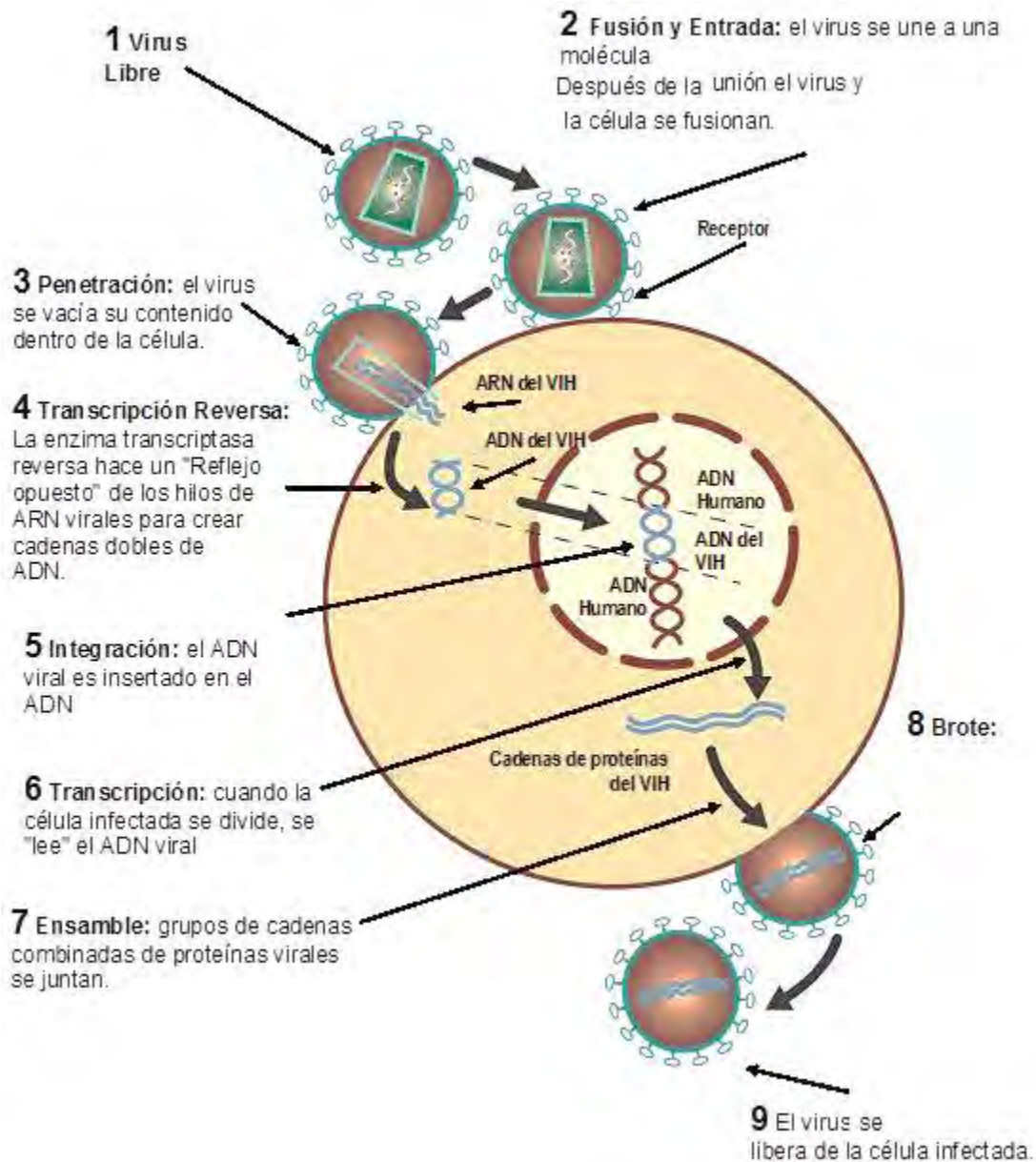


FIG 13. Representación de la replicación del VIH (modificada de aidsinfonet.org).

La figura 13 muestra en términos generales la representación con descripción que se tomó en cuenta como parámetro para evaluar las representaciones, junto con sus descripciones de los estudiantes.

Respectivamente, a partir del análisis de las representaciones gráficas se puede señalar que los estudiantes no comprenden el concepto de virus, no tienen conocimiento sobre: su composición, su estructura y la manera en la que se replica; aunque es evidente que los estudiantes reconocen

que los virus se replican autónomamente, no comprenden la manera en que lo hacen, y no saben que el proceso de reproducción viral implica procesos como duplicación del material genético, transcripción, síntesis de proteínas, ensamblaje y maduración.

Aunque no hay una comparación directa de la reproducción de los virus con la síntesis de proteínas, se observa en las respuestas la descripción de que un virus mantiene una reproducción asexual.

Otro de los aspectos para resaltar es que no describen ni esquematizan el espacio en el que ocurren los eventos; asociado a la poca claridad del modelo celular, de modo que, mucho menos presentan una visión molecular del proceso llevado a cabo. Por otra parte, es común que los alumnos den atributos antropomórficos y características humanoides a las representaciones de microorganismos, tal es el caso de la presentación 8, 10 y 11 de la tabla 5.

6.2. Videos educativos

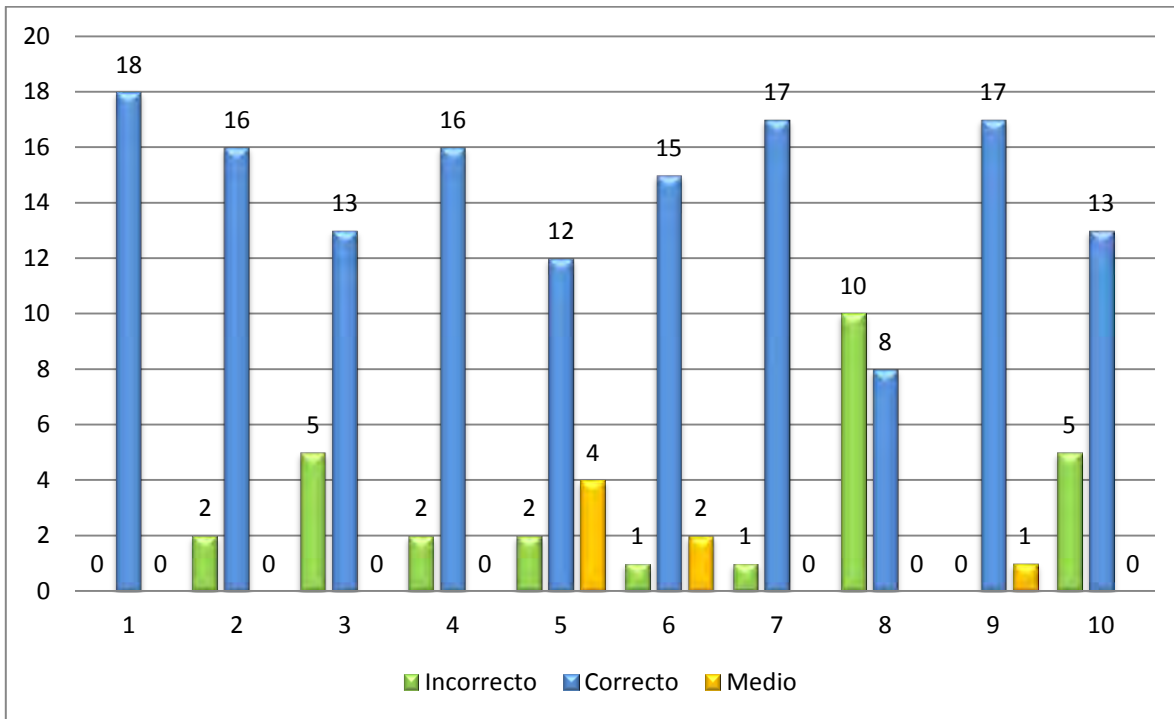
Un video educativo no enseña por el simple hecho de ser visto por los alumnos, principalmente, les transmite información. Pero, ¿es ésta la que queremos que retengan? o, por el contrario, ¿no cabe la posibilidad de que los estudiantes se fijen otros aspectos ajenos o no tan importantes para el logro de los objetivos y no reparen en el contenido esencial?

La única forma de asegurarnos de que los estudiantes han comprendido y retienen el contenido que les transmite el vídeo es diseñar actividades que, a través de nuestro trabajo como docentes, nos garanticen esto, por ello, se elaboró un cuestionario que tuvo la función de herramienta evaluadora sobre la comprensión que se tuvo al observar el video de la replicación del DNA (Anexo 3) y para comprobar que había quedado clara la información vista en el video sobre la transcripción, se elaboró un mapa conceptual por equipo, en el que se discutieron los aspectos importantes de la transcripción, para poder realizar un mapa conceptual que tuviera los elementos primordiales del proceso en si (ver fig. 14).

Para revisar la comprensión sobre el proceso de replicación del DNA, como se mencionó anteriormente, se recurrió a un cuestionario de 10 preguntas que tenían que contestar los estudiantes de manera abierta, así se determinó el nivel de comprensión que había adquirido cada uno de los estudiantes sobre dicho tema

El siguiente gráfico muestra el total de preguntas evaluadas como correctas, incorrectas o que contestaron de manera incompleta.

GRÁFICA 3. Resultados de las preguntas en que los alumnos contestaron de manera correcta, incorrecta, o incompleta acerca de lo observado en el video sobre la replicación del DNA.



Se observa que, en general, los estudiantes tuvieron clara la información que contenía el video de la replicación del DNA al contestar de manera correcta la mayoría de las preguntas. Las preguntas que tuvieron más bajo puntaje fueron las preguntas 3, 5, 8 y 10, siendo esta última la más baja con solo ocho respuestas correctas y 10 incorrectas.

En las respuestas a las preguntas: 3 ¿Cuál es la causa de la mutación ocurrida en la duplicación?,

5 ¿Qué son las SSBP y para qué sirven?,

8 ¿Qué función tiene la DNA polimerasa III?

10 ¿Qué es la horquilla de replicación?

Se aprecia el contenido que no quedó completamente claro, ya que tuvieron mayoría de respuestas incorrectas o incompletas. Por esto, al concluir la clase se abordaron dichos contenidos para poder dejar en claro los elementos que no fueron completamente comprendidos a través de la presentación del video. No obstante, la mayoría de las preguntas tuvieron siempre mayor

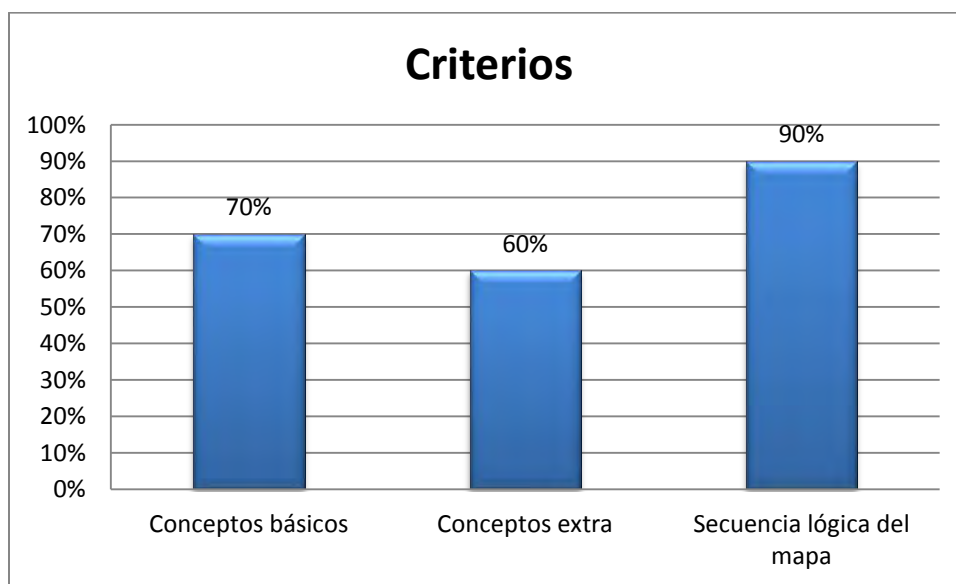
número de respuestas correctas que las incorrectas o incompletas, con excepción, de la pregunta 8, como ya se mencionó. Por lo anterior, se asumió que la mayoría de los alumnos comprendieron el contenido del video acerca del proceso de la replicación del DNA.

Respecto al video observado para la comprensión del proceso de la transcripción, los estudiantes elaboraron mapas conceptuales que permitieron determinar si se había comprendido la información brindada en el video, para evaluar los mismos se utilizaron los siguientes criterios:

1. Presencia de los conceptos básicos (dados por el docente)
2. Presencia de otros conceptos, que se relacionaran con los anteriores
3. Secuencia lógica del mapa; número de relaciones válidas; número relaciones inválidas.

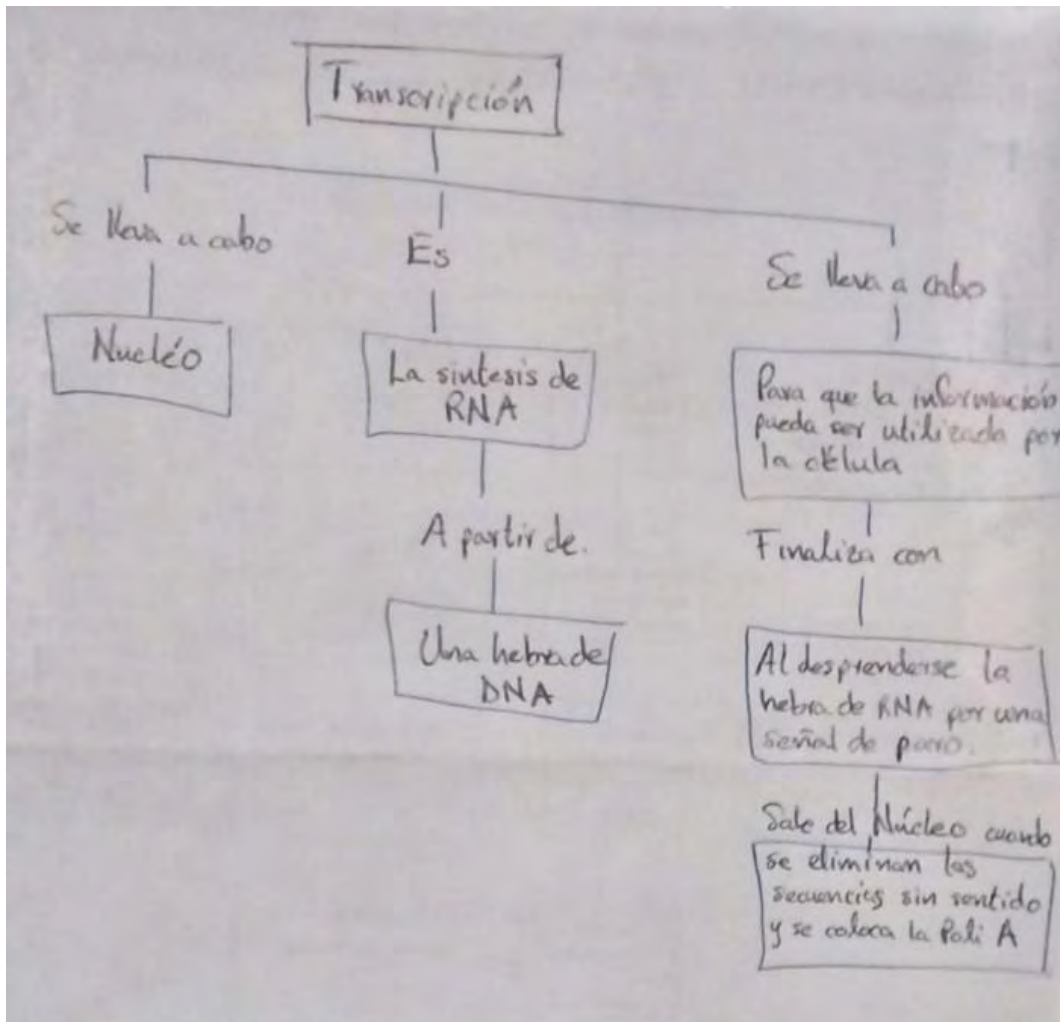
Se realizó una gráfica de los criterios, que se obtuvieron de manera global sobre la evaluación de los mapas conceptuales expresada en porcentajes. En la gráfica 4 se puede observar que los estudiantes tuvieron un 70% de conceptos básicos clave, por consiguiente, se evidenció la comprensión del concepto transcripción, es decir, qué es y dónde se lleva a cabo. Sin embargo, concluimos que no asimilaron cómo ocurre dicho proceso, debido a que no supieron distinguir dónde iniciaban y terminaban cada una de las etapas. En un porcentaje más bajo (60%), los estudiantes incluyeron información adicional relevante, como la inclusión de la manera en que el RNAm sale del núcleo y se realizan los procesos post-transcripcionales.

GRÁFICA 4. Criterios tomados en cuenta para evaluar los mapas conceptuales.



Finalmente, la mayoría de los estudiantes (90%), relacionaron de manera lógica los conceptos básicos en los mapas conceptuales; es decir, en general concretan las ideas expuestas en los mapas de manera correcta. Además, fueron capaces de insertarlos dentro de una estructura jerárquica de importancia, lo cual puede apreciarse en la figura 14.

A.



B.

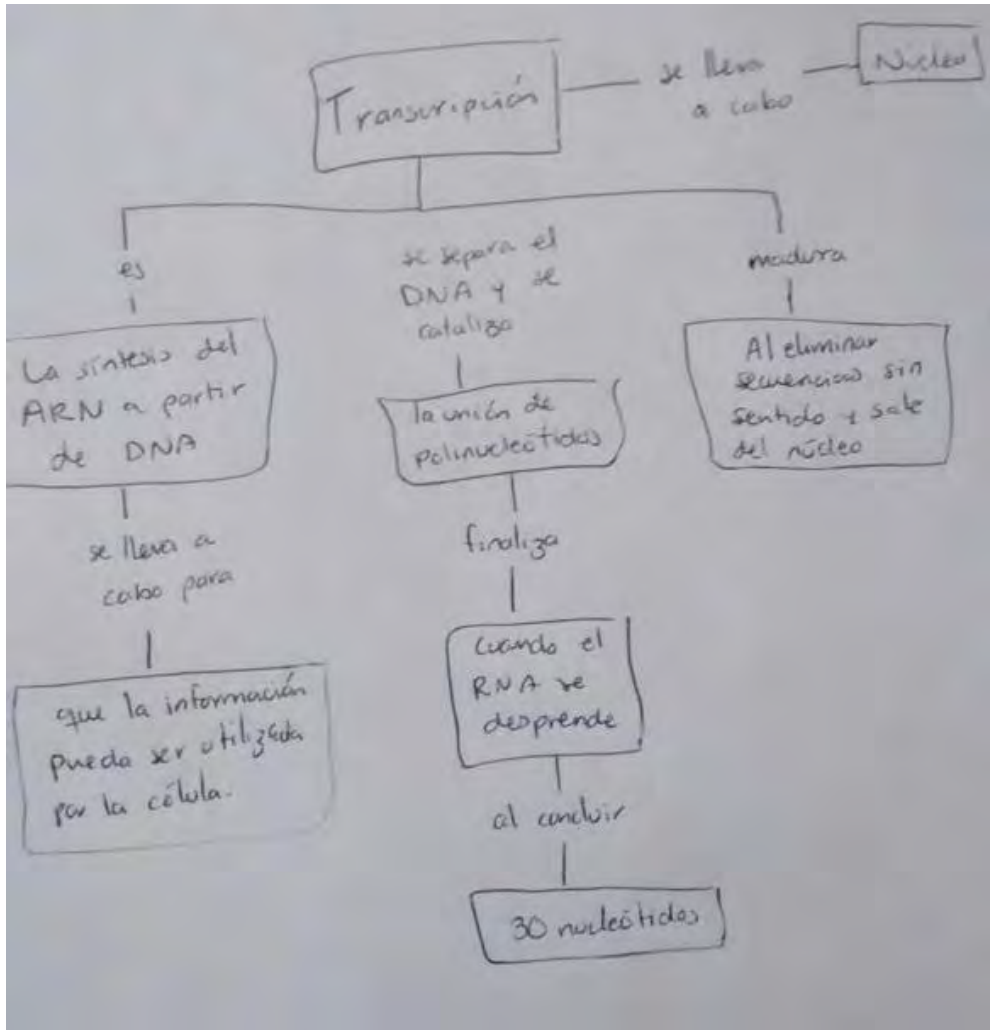


FIG 14. (A, B) Mapas elaborados por los alumnos sobre el proceso de la transcripción.

Por otro lado, es evidente que los alumnos saben seguir instrucciones, ya que los mapas contenían la información solicitada por el docente.

Para finalizar, se elaboró un mapa conceptual, por todo el grupo con las principales características del proceso de la transcripción con la finalidad de que todos los estudiantes tuvieran clara la misma información.

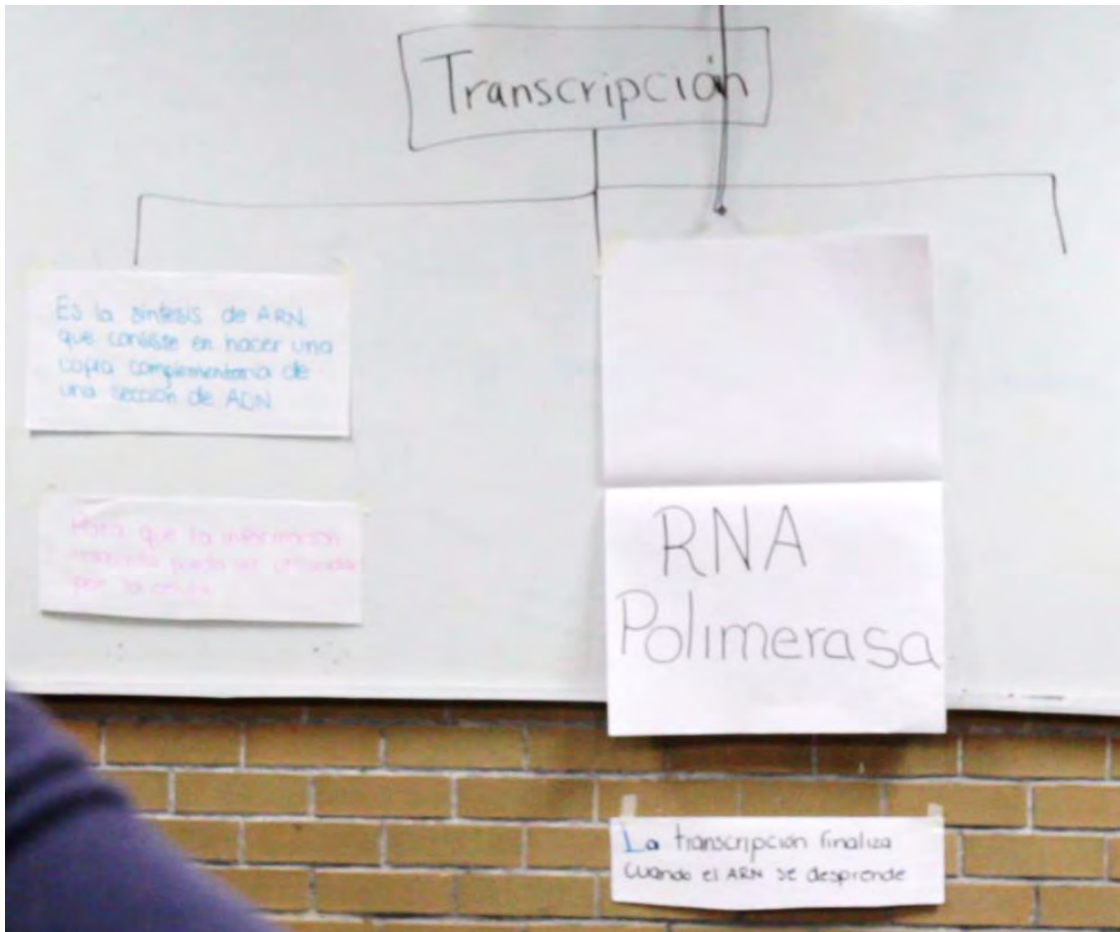


FIG 15. Proceso del mapa conceptual que se estaba elaborando de manera grupal.

Al realizar el mapa conceptual, de manera grupal, de dispararon dudas y se logró un cierre exitoso de la actividad, ya que fue evidente que los alumnos comprendieron los conceptos principales y lograron realizar un mapa conceptual. La figura 15 representa el proceso de cómo se realizaba el mapa conceptual de manera grupal; casi al concluir el mapa se colocaron los conectores, los cuales, los estudiantes no los estaban considerando y notaron que eran de gran ayuda para una mejor comprensión del tema.

6.3. Analogía

Las analogías constituyen una herramienta valiosa en el proceso de construcción de conocimientos. Sirven para aclarar conceptos e introducir nuevas ideas haciéndolas asequibles a la comprensión de los alumnos; pero para que las analogías sean eficaces en el proceso de aprendizaje es deseable que contemplen una serie de aspectos entre los que se encuentran (Dagher, 1995):

1. El análogo debe ser un sistema más familiar y más sencillo para el alumno que el objeto.
2. Los alumnos deben presentar actitudes positivas hacia el análogo.
3. Se deben adjuntar pautas de guía que sirvan para clarificar las relaciones que pueden establecerse entre el objeto y el análogo.
4. Los alumnos deben jugar un papel activo, estableciendo relaciones, aplicándolas para resolver diferentes situaciones o delimitando su campo de validez.

El uso de las analogías ha sido señalado como una de las contribuciones para la mejora de la enseñanza de las ciencias (Harrison, 1993) (Harrison, 1994). Respectivamente, un docente debe ser capaz de prever las posibles dificultades que pudieran presentarse en la comprensión del tema en los estudiantes y tener la capacidad de diseñar estrategias para contribuir en su resolución inmediata posibilitando a los mismos la comprensión del tema mediante la analogía (Glynn, 1998).

La analogía se trabajó en seis fases de acuerdo a Glynn (1998)

Fase 1. Introducción el concepto blanco

En un inicio se trabajó con una lluvia de ideas dirigida, que posibilitó la introducción del tema síntesis de proteínas.

Fase 2. Se presentó el análogo y se trabajó en el mismo

El análogo consistió en formar un nombre mediante una serie de signos y un código brindado, dicha actividad se realizó, ya que es un proceso análogo con la síntesis de proteínas, así se buscaba

que los estudiantes comprendieran de manera concreta un proceso celular con un nivel alto de abstracción.

Se formaron cinco equipos para iniciar el abordaje de la analogía con la finalidad de que trabajaran de una manera colaborativa para llegar a un resultado en común mediado por discusión y acuerdos.

Los nombres formados por los cinco equipos quedaron de la siguiente manera:

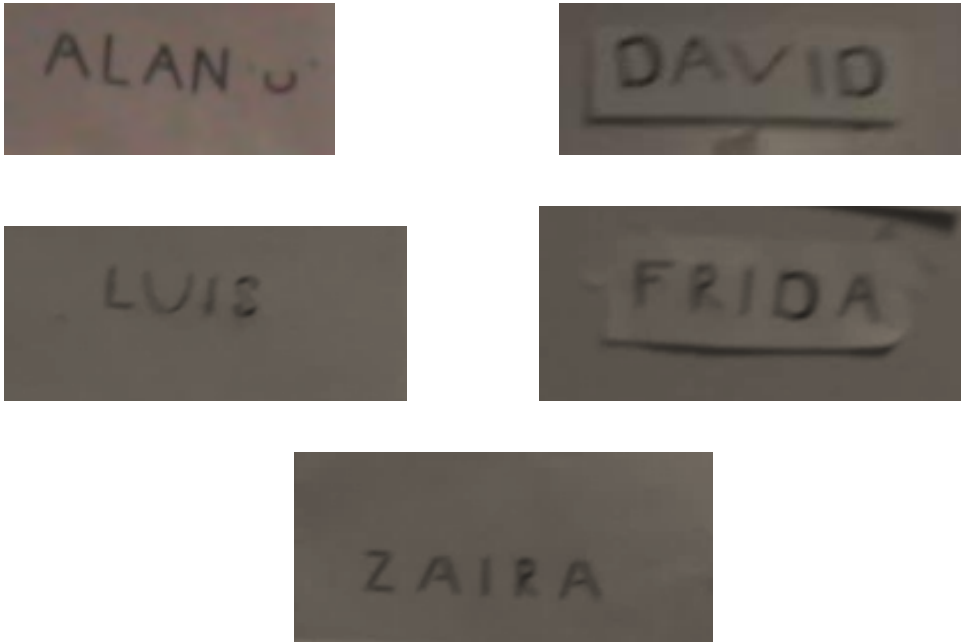


FIG 16. Nombres formados por los alumnos de acuerdo al código que se les dio.

Cada equipo decidió qué nombre formaría, posteriormente los estudiantes, de una manera grupal discutieron el proceso que habían seguido paso por paso para formar el nombre seleccionado.

FASE 3. Se identificaron características relevantes del análogo.

Pasos enumerados de acuerdo a la secuencia que llevó la formación del nombre (consenso grupal).

1. Escogieron el nombre
2. Eligieron los signos
3. Recortaron

4. Acomodaron para formar el nombre
5. Pegaron

Fase 4. Mapeo cartografiado de similitudes y/o diferencias

Posterior a concientizar la secuencia de pasos llevados a cabo para la formación del nombre de manera grupal, los alumnos leyeron un texto sobre el proceso de la síntesis de proteínas y realizaron una actividad que incluía analizar las diferencias y similitudes de la elaboración del nombre y la síntesis de proteínas.

Se determinó que los alumnos encontraron, en general, similitudes, pero no diferencias respecto a la analogía que se realizó.

En la tabla 6 se presentan las similitudes que encontraron

TABLA 6. Similitudes entre la elaboración del nombre y la síntesis de proteínas.

Acción	Elaboración del nombre	Síntesis de proteínas
Para cortar	Tijeras	
Para pegar	Pritt	RNA de transferencia
Código	El abecedario	Código genético universal
Patrón	Hoja de signos	RNA mensajero
		Es un proceso cíclico que se desarrolla en el ribosoma

Fase 5. Indicación de dónde se rompe la analogía

Se mencionaron las diferencias entre el análogo y el blanco, además de que se centró a los estudiantes en el plano científico y se registraron las diversas concepciones que se habían generado para promover la eliminación de las mismas.

Fase 6. Extracciones de conclusiones

Se registró el concepto y el proceso de la síntesis de proteínas, se trabajó con ejemplos y ejercicios para la correcta asimilación del concepto

Finalmente, los estudiantes concluyeron, por equipos, que si les había funcionado la analogía para la comprensión del tema “síntesis de proteínas”.

Sí, porque en los dos se construyen, no se nos hizo difícil

Esto facilitó nuestro aprendizaje porque de una manera, se busca una manera de entender el significado de los símbolos/signos utilizados en los temas.

Un poco porque asocia lo de la vida diaria con la biología.

Sí, porque hay una pequeña similitud, porque complejamente no se sabe.

Debido a lo anterior, es claro que la analogía facilitó la comprensión del tema síntesis de proteínas, puesto que los estudiantes fueron capaces de encontrar similitudes (principalmente) entre el concepto análogo y el concepto blanco, ello, facilitó la comprensión del tema en cuestión (síntesis de proteínas), ya que permitió llevar un concepto abstracto al plano concreto, haciendo el tema comprensible para los estudiantes. Es significativo mencionar que el uso adecuado de esta analogía guio a los estudiantes a la construcción de un modelo mental inicial de la síntesis de proteínas basado en algo familiar, ya que los mismos estudiantes fueron capaces de brindar la definición del concepto síntesis de proteínas.

6.4. Modelo

Con diversos materiales como limpiapipas, unicel, plastilina, hojas de colores, etcétera, los estudiantes crearon las representaciones de los procesos de replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas con la finalidad de determinar qué tan claros les habían quedado los conceptos; ésta fue la manera en que se les evaluó la comprensión de los temas.

Se conformaron seis equipos de entre 3 y 4 personas al azar y se les entregó la rúbrica, junto con el tema a elaborar.

Modelos de replicación del DNA

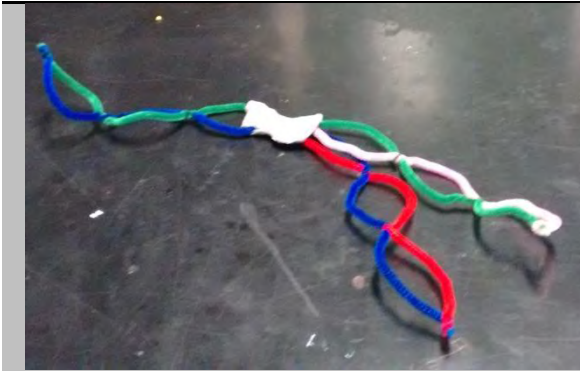


FIG 17. Representación de la replicación del DNA.



FIG 18. Representación de la replicación del DNA.

En dicho modelo se puede observar claramente que las hebras molde están representadas por los colores azul y verde y la manera en que se replica el DNA, haciendo el proceso semiconservativo, la plastilina blanca representa la helicasa que es la proteína que abre la hebra del DNA.

Esta representación, de igual manera que la anterior, representa la replicación del DNA, en este modelo incluyeron más proteínas como la polimerasa y la helicasa, aunque no se logran apreciar por la excesiva luz de la foto.

Ambos modelos representan la idea central de la replicación, pero es claro que en la representación del modelo aún faltan detalles del proceso, un ejemplo de lo anterior es la diferencia en cada una de las hebras de replicación.

Modelos de transcripción



FIG 19. Representación de la transcripción.



FIG 20. Representación de la transcripción.

La figura 19 representa el modelo de la transcripción, en la que mediante colores representaron a los dos pares de bases, mismas que son complementarias entre sí, así se obtuvo una hebra simple llamada RNA.

De igual manera que la figura anterior, en la presente imagen se observa que a través de la doble hélice de DNA sale una hebra representada como el RNA.

El modelo del proceso de la transcripción es poco claro, ya que solo se representa una doble hélice (DNA) y una cadena simple (RNA), sin embargo los estudiantes lograron representar la meta del proceso que es la transcripción, es decir, a partir de la doble hélice del DNA formar una hebra sencilla de RNA.

Modelos de traducción



FIG 21. Representación de la traducción.

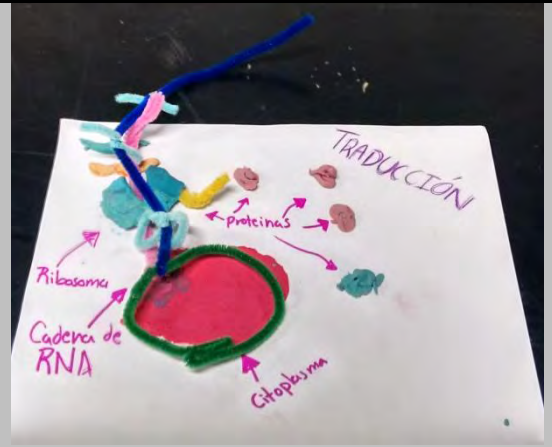


FIG 22. Representación de la traducción.

Se observa con mucho detalle la representación del RNAt, y la manera en que los aminoácidos se van uniendo, para formar una proteína; también se puede considerar que el limpiapipas azul es el RNAm mediante el cual se va haciendo la lectura para formar proteínas y con colores diferentes de plastilina la formación del ribosoma (subunidad mayor y menor).

En dicho modelo se puede observar claramente la función del ribosoma y dentro del mismo el RNAm (elementos importantes en la síntesis de proteínas), sin embargo no está presente el RNAt y en dicha representación solo se observa la salida de proteínas sin una comprensión clara del proceso de su formación

En ambas representaciones faltan detalles de lo que ocurre en el RNAm, dejando de lado la manera en que se lee el código; sin embargo, los estudiantes comprenden el fin último de la síntesis de proteínas que es la formación de las mismas.

RÚBRICA

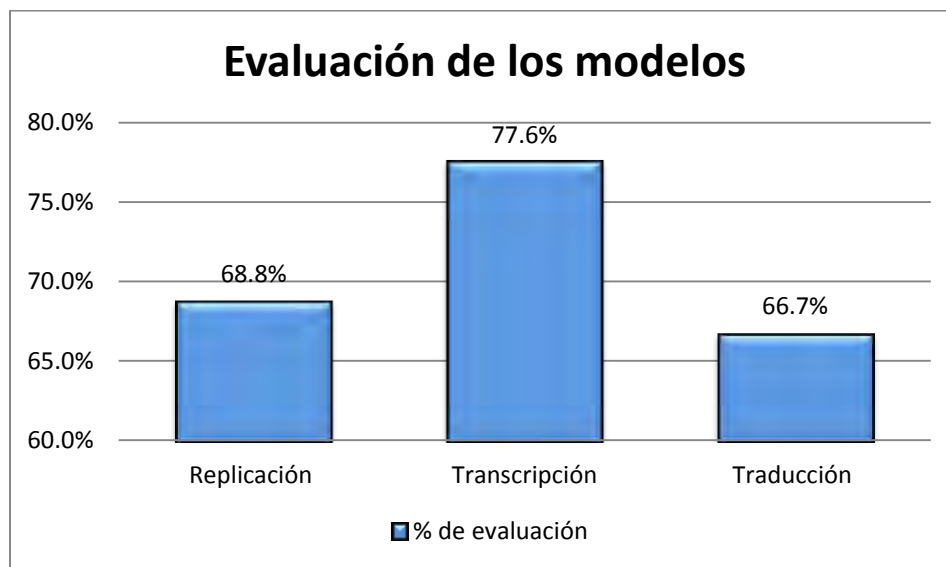
Gracias a la rúbrica elaborada (Anexo 7), se evaluó el desempeño general de la construcción del modelo, así mismo su explicación al grupo, lo cual permitió determinar aspectos importantes que no fueron evidentes en los modelos, debido a que la rúbrica, incluyó criterios de contenidos conceptuales (al realizarles preguntas y observar características que presentó el modelo en sí);

procedimentales (la manera de cómo lo realizaron, creatividad, tiempo en que lo desarrollaron, entre otras) y además contenidos actitudinales (interacción con compañeros).

La evaluación mediante la rúbrica demostró que los conocimientos adquiridos no fueron en su totalidad plasmados en los modelos, pero con la misma, se pudo establecer que el conocimiento quedó comprendido, lo cual se evidenció en las respuestas de los alumnos durante la presentación de sus modelos.

De acuerdo con la respuesta adecuada a las preguntas, se realizó el siguiente gráfico donde se demuestra que el tema mejor comprendido es el de la transcripción (77.6%), aunque el modelo fuera poco explicativo a simple vista, en segundo lugar, con un porcentaje de 68.8%, se colocó la replicación y finalmente la traducción con el porcentaje más bajo de 66.7%; sin embargo, los modelos de estos últimos fueron mejor desarrollados (gráfico 5).

GRÁFICA 5. Porcentaje, por equipo, que contestó correctamente a las preguntas que fueron realizadas por la docente y los alumnos. Transcripción (77.6%), replicación (68.8%) y traducción (66.7%), respectivamente.

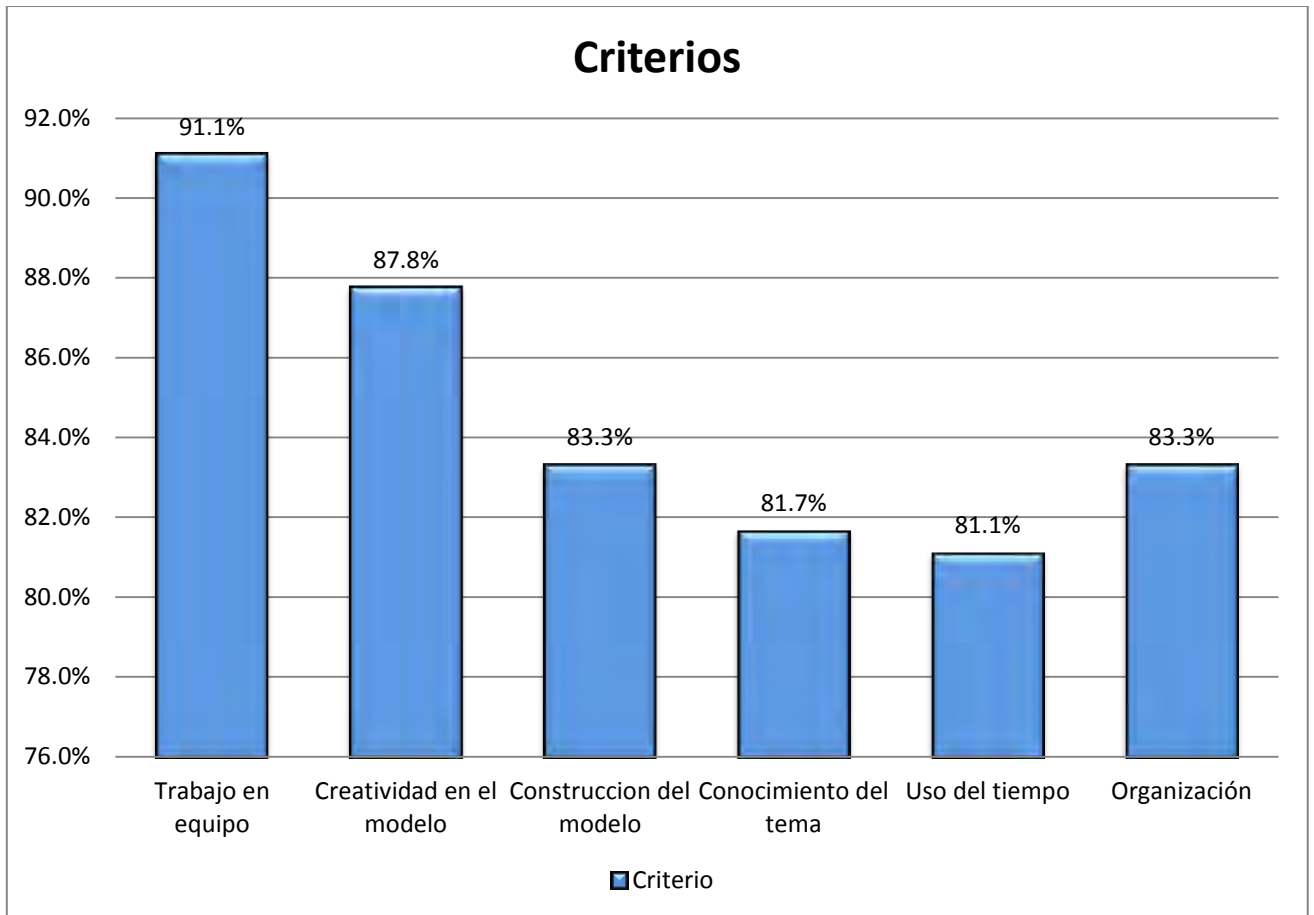


Tanto la elaboración del modelo como la resolución correcta de preguntas muestra que los estudiantes tienen diversas formas de representar un mismo concepto por las cuales deben ser evaluados con un conjunto de características que permitan demostrar de forma clara su conocimiento adquirido sobre los temas explicados previamente en clase, además de que posibilita a los docentes acceder a las ideas de los estudiantes y comprender de qué manera visualizan su entorno e incorporan nuevas ideas.

Como se mencionó al inicio de la sección, en la rúbrica se tomaron criterios que hicieron posible un acercamiento mayor a la comprensión de los temas replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas. Estos criterios apoyaron a la comprensión, por parte del docente, de las diversas ideas que se asimilaron en los alumnos, al contestar las preguntas hechas hacia cada equipo sobre los temas antes mencionados, además se pudo evaluar el trabajo en equipo, la creatividad del modelo, el uso del tiempo y la organización (gráfica 6).

En la gráfica 6 claramente se aprecia que un alto porcentaje de estudiantes (91.1%), se integró en el trabajo en equipo; por lo tanto los porcentajes más bajos, ambos con 81.1%, aunque nada despreciables, se notaron en conocimiento del tema y uso del tiempo. Elementos trascendentales a evaluar también fueron la creatividad de los modelos con un 87.8%, y la manera en la que fue construido el modelo (83.3%), este último criterio se refiere a la claridad inicial de la representación mental de los estudiantes, lo que determinó no cambiar los elementos con que elaboraron el modelo favoreciendo con esto la organización y trabajo en equipo.

GRÁFICA 6. Porcentaje obtenido del total de alumnos de acuerdo con el desempeño logrado en la elaboración del modelo y resolución de preguntas.



6.5. Pre-test y pos-test

Para evaluar si ocurrió un cambio en las concepciones de los estudiantes, se utilizó el diseño de pre y pos-test. Este diseño implica dos mediciones (medición del conocimiento previo y posterior), de ahí pre-test y pos-test. En este tipo de diseño, cada alumno actúa como autocontrol y las comparaciones antes y después de la estrategia son los conocimientos adquiridos.

Por lo tanto, se asume que las diferencias entre el pre-test y el pos-test son debidas a la aplicación de la estrategia, sin embargo, en el presente trabajo también se incluyó un grupo testigo con la finalidad de evaluar si el nivel de conocimiento adquirido en el grupo experimental se debía a la estrategia didáctica en la cual se trabajó con analogías y modelos (Gorenc, 1991).

En este sentido, el diseño del pre-test y pos-test se utilizó para medir la variable dependiente, luego se lleva a cabo la aplicación del tratamiento o variable independiente y, por último, se realiza la aplicación, de nuevo (pos-test) para medir la variable dependiente.

El instrumento diseñado como pre-test y pos-test fue un cuestionario que incluía dos secciones, la primera constó de 12 preguntas de opción múltiple (4 opciones), las cuales se muestran en la TABLA 9 y 5 reactivos abiertos (Anexo 8), con los cuales podían obtenerse un total de 20 puntos, ya que las últimas respuestas valían más puntos por ser preguntas que requerían más información.

El pre-test fue aplicado antes de entrar de lleno en el tema, pues su principal función fue conocer las ideas previas y el grado de dominio de los conocimientos que tenían los alumnos antes de comenzar, así como dar un valor numérico a cada uno de los test, el cual nos ayudó más adelante a realizar una comparación cuantitativa.

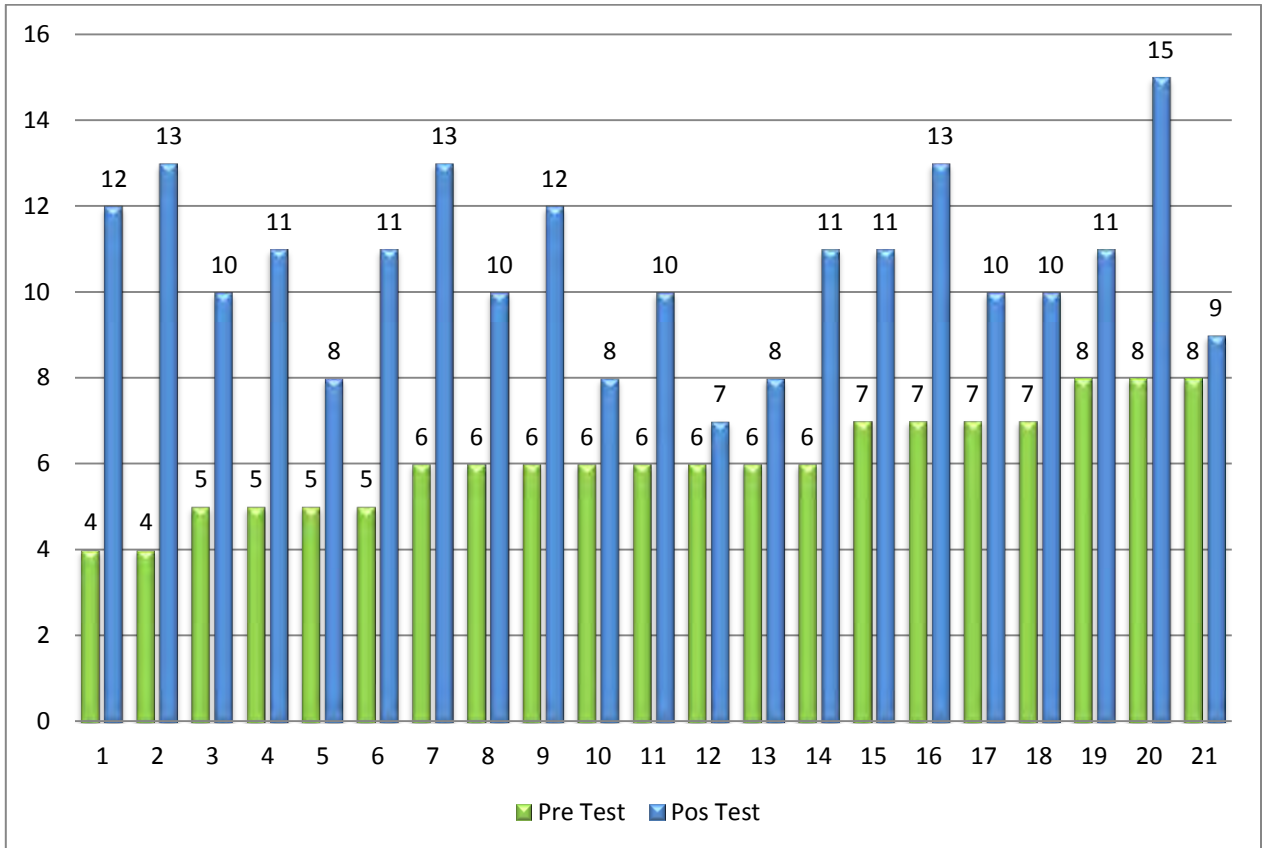
Se compararon las respuestas generadas por los alumnos de ambos grupos (1 y 2), para lo cual se realizó una categorización de los resultados obtenidos (Carrasco, 2000).

A continuación se muestran los resultados de los cuestionarios pre-test y pos-test, obtenidos de los grupos testigo y experimental.

TABLA 7. Datos de la calificación del pre-test, pos-test y diferencias entre ambos del grupo testigo.

Alumno	Pre-Test	Post-Test	Diferencia
1	4	12	8
2	4	13	9
3	5	10	5
4	5	11	6
5	5	8	3
6	5	11	6
7	6	13	7
8	6	10	4
9	6	12	6
10	6	8	2
11	6	10	4
12	6	7	1
13	6	8	2
14	6	11	5
15	7	11	4
16	7	13	6
17	7	10	3
18	7	10	3
19	8	11	3
20	8	15	7
21	8	9	1

GRÁFICA 7. Pre-test vs pos-test por alumno del grupo testigo.

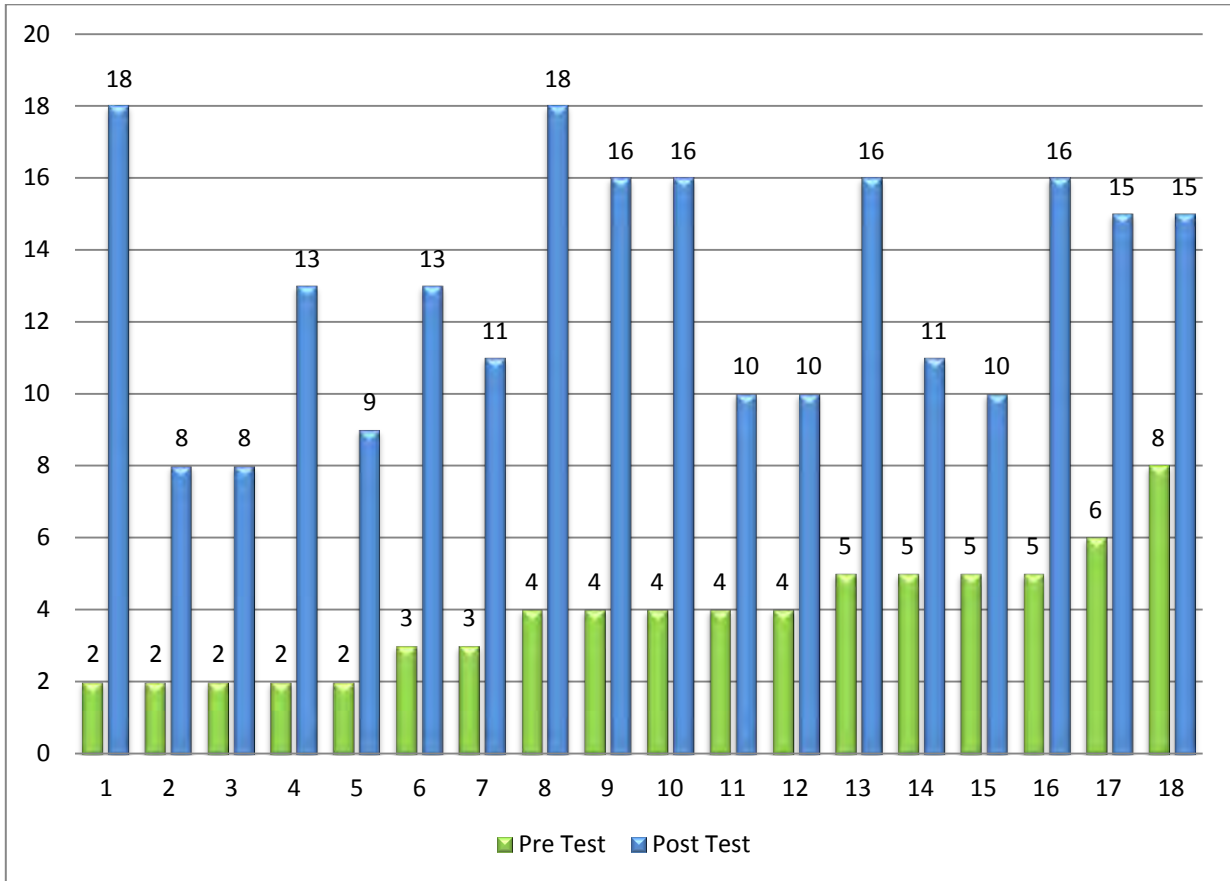


Como se puede observar en la gráfica 7, las calificaciones del grupo testigo incrementaron considerablemente respecto al pre-test. Se obtuvo una media de 6.095 ± 1.179 para el caso del pre-test, 10.619 ± 1.986 respecto al pos-test y la diferencia entre cada uno fue de 4.523 ± 2.249 , lo que determina que hubo un aumento de cuatro puntos en promedio por estudiante (Tabla 7).

TABLA 8. Datos de la calificación del pre-test, pos-test y diferencias entre ambos del grupo experimental.

Alumno	Pre-Test	Post-Test	Diferencia
1	2	18	16
2	2	8	6
3	2	8	6
4	2	13	11
5	2	9	7
6	3	13	10
7	3	11	8
8	4	18	14
9	4	16	12
10	4	16	12
11	4	10	6
12	4	10	6
13	5	16	11
14	5	11	6
15	5	10	5
16	5	16	11
17	6	15	9
18	8	15	7

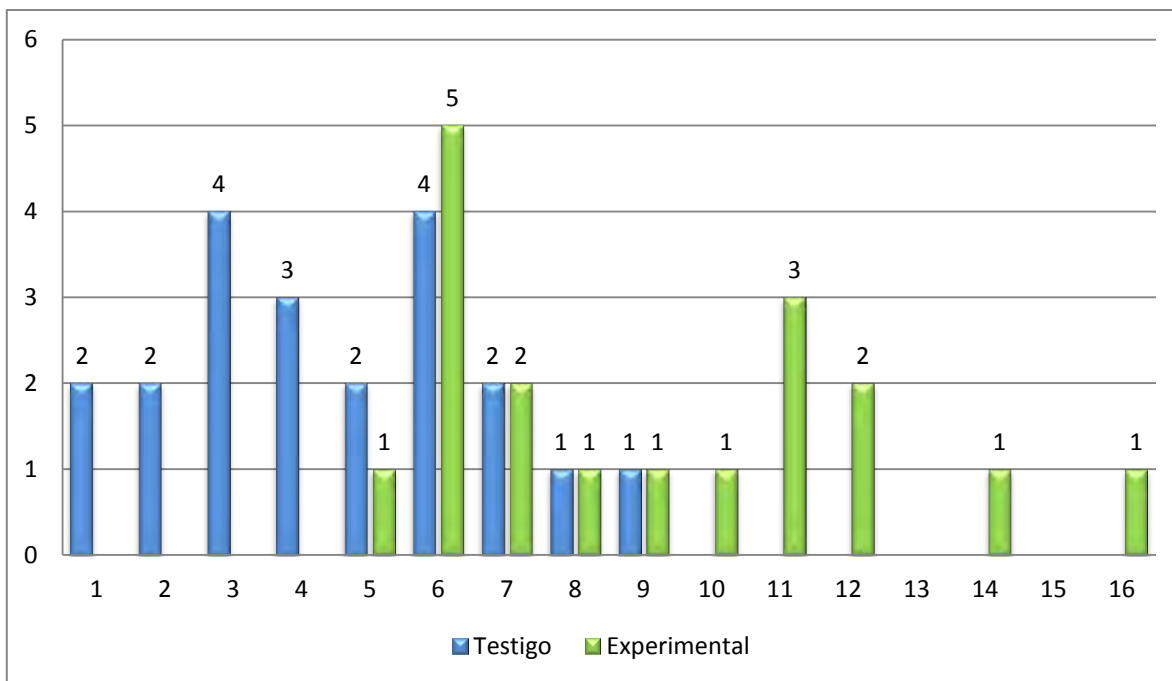
GRÁFICA 8. Pre-test vs pos-test por alumno del grupo experimental.



Como se puede observar en la gráfica 8, las calificaciones del grupo experimental incrementaron considerablemente respecto al pre-test. Se obtuvo una media de 3.88 ± 1.640 para el caso del pre-test, 12.944 ± 3.386 respecto al pos-test y la diferencia fue de 9.055 ± 3.207 , lo que determina que hubo un aumento de 9 puntos en promedio por estudiante (Tabla 8) lo que sugiere una mejor comprensión respecto a la apropiación de los contenidos.

Para llevar a cabo el análisis estadístico se tomó en cuenta la diferencia entre la calificación final (pos-test) y la calificación inicial (pre-test), en ambos grupos, tanto testigo como experimental, de los estudiantes que participaron en la aplicación de ambos instrumentos (gráfica 9).

GRAFICA 9. Frecuencias obtenidas a partir del pre-test y pos-test por alumno de ambos grupos (testigo y experimental). Nótese como en el grupo testigo las diferencias son menores a las del grupo experimental.



En ambos casos, tanto para el grupo experimental como el grupo testigo se observó un incremento respecto al pre-test, lo que sugiere que en ambos grupos se manifestaron más conceptos al terminar el tema, que antes de ser abordado en clase, pero es claro que las diferencias son mayores en el grupo experimental con respecto a 4 puntos (4.523 ± 2.249) del grupo testigo.

Posteriormente se realizó una prueba “t de Student” a partir de las diferencias entre el grupo testigo y el grupo experimental con la finalidad de determinar si las diferencias encontradas entre ambos grupos eran significativas o no.

La prueba de “t de Student”, arrojó un valor de 5.163 contra 1.657, siendo este el valor crítico que aparece en la tabla, tomando como base el alfa de 0.05, respecto a 37 grados de libertad. Así pues, se determinó que las diferencias son significativas, ya que el valor de t obtenido es mayor al valor t correspondiente a $p=0.05$ y 37 grados de libertad. Por lo tanto, la diferencia de calificaciones es significativamente mayor en el grupo experimental, indicando que este grupo

tuvo mayor incremento en la resolución correcta del cuestionario con respecto al grupo testigo o sin intervención.

Cabe recalcar que este resultado es más significativo puesto que los valores del pre-test son más altos en el grupo testigo que en el experimental.

EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO

Para verificar la pertinencia del instrumento utilizado en la evaluación del pre-test y pos-test se realizó la revisión por pregunta (solo la sección de opción múltiple) y se determinó qué conceptos fueron los mejor comprendidos por los estudiante, y cuáles requerían un refuerzo.

TABLA 9. Preguntas de opción múltiple del instrumento de evaluación para realizar el pre-test y pos-test (Anexo 8).

	Preguntas
1	¿Cuáles son las bases nitrogenadas que forman parte de la molécula del DNA?
2	De las siguientes bases nitrogenadas ¿Cuál no forma parte del ARN?
3	¿Los procesos de síntesis de ARN a partir de ADN se denominan?
4	¿El proceso de síntesis de una proteína a partir de una información contenida en un ARNm se denomina?
5	¿La ARN polimerasa sintetiza el ADN en dirección?
6	¿Los codones están constituidos por?
7	¿Todas las proteínas comienzan por?
8	Si la secuencia de ADN en la hebra 1 (5'-3') que va a replicarse es ATTCGGCATAACGGACTTACG ¿Cuál será la secuencia de ADN?
9	¿Cuál es la importancia del proceso de replicación de DNA?
10	¿Cómo se denominan los fragmentos de ADN replicados en la cadena discontinua?
11	¿Dónde se lleva a cabo la replicación del DNA?
12	¿Cómo se denomina a la enzima de la replicación del ADN?

TABLA 10. Respuestas obtenidas por los alumnos, en donde: 1=a, 2=b, 3=c, 4=d y 0=NC, no contestó.

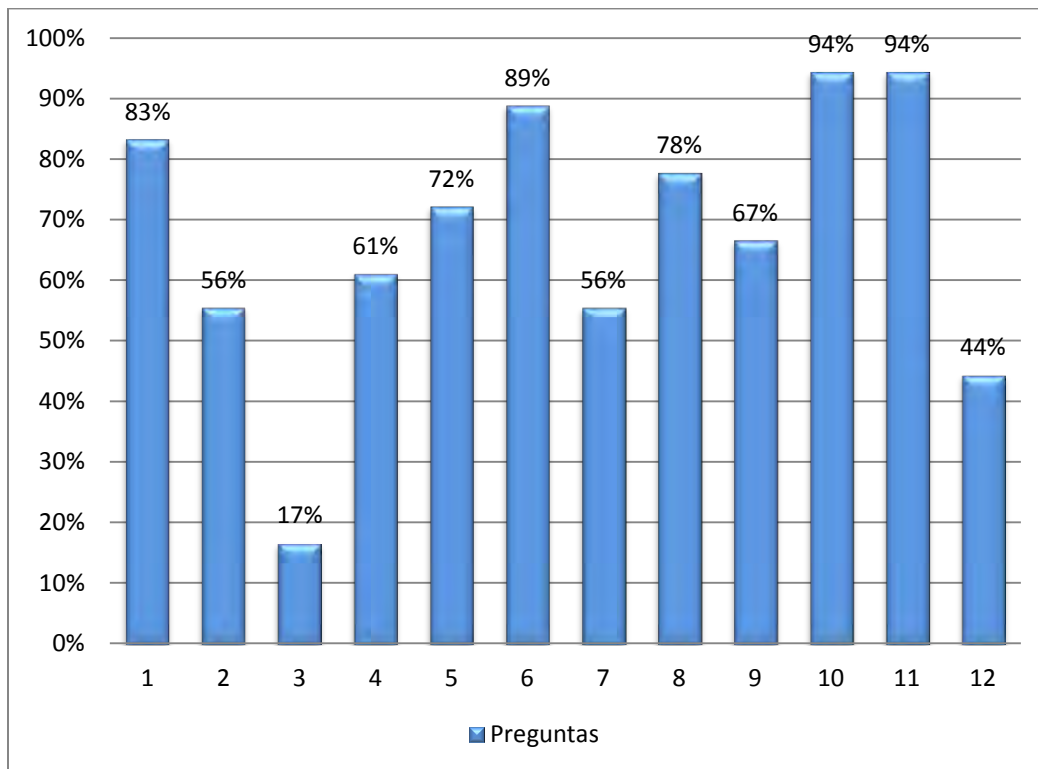
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3
2	4	1	4	4	4	3	4	3	4	4	4	2	4	1	3	2	4	2
3	1	2	1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	2	1
4	3	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	2
5	1	1	1	1	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1	3	1	0	3
6	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1
7	2	3	2	2	2	2	3	3	4	3	2	3	2	2	3	3	2	2
8	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	0	0	4
9	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4	3
10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4
11	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	3	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	2	3	3	2	3	2	2

Posterior a determinar las respuestas obtenidas por los alumnos se realizó la suma del total de respuestas a, b, c, d y NC y se comparó con la respuesta correcta (ROK), para determinar el porcentaje de alumnos que la seleccionó.

TABLA 11. Total de incisos seleccionados por alumno en cada pregunta, en donde: 1=a, 2=b, 3=c, 4=d, 0=NC, no contestó, suma= Σ , y respuesta correcta=ROK, así mismo en diferencia de colores se observan los porcentajes (%) en que la respuesta de los alumnos fue correcta.

	Respuestas					Σ	ROK	%
	0	1	2	3	4			
	NC	a	b	c	d			
1	0	15	1	2	0	18	1	83%
2	0	2	3	3	10	18	4	56%
3	0	13	3	1	1	18	2	17%
4	0	0	7	11	0	18	3	61%
5	1	13	1	2	1	18	1	72%
6	0	16	0	1	1	18	1	89%
7	0	0	10	7	1	18	2	56%
8	2	0	1	1	14	18	4	78%
9	0	0	0	6	12	18	4	67%
10	0	1	0	0	17	18	4	94%
11	0	17	0	1	0	18	1	94%
12	0	0	10	8	0	18	3	44%

GRAFICA 10. Representación gráfica de los porcentajes obtenidos para cada pregunta.



Por su parte, el comportamiento de cada una de las preguntas del cuestionario revela porcentajes bajos, que van desde el 17% hasta el 56%, que revelan, ya sea, una mala estructuración en la pregunta, una incorrecta comprensión lectora, o un conocimiento mal explicado, por ende mal comprendido, pero también existe la posibilidad de que la asimilación de la información transmitida acerca de los temas de replicación del DNA y síntesis de proteínas se esté asimilando paulatinamente, ya que como se mencionó anteriormente el cambio conceptual es un proceso lento y gradual (Gráfica 10).

- ✓ El bajo porcentaje de aciertos en la pregunta 3 (17%) (*¿Los procesos de síntesis de ARN a partir de ADN se denominan?*) pudo deberse a una confusión o lectura rápida entre el DNA y RNA, ya que al elaborar sus modelos claramente comprendían las diferencias entre los procesos.
- ✓ Solo tuvo 44% de respuestas correctas la pregunta 12mo se denomina a la enzima de la replicación del ADN? En este sentido, se observó no solo a través de este instrumento, sino

también mediante el modelo que elaboraron, que los alumnos confundieron el papel de la molécula helicasa por el de la DNA polimerasa, las cuales, a pesar de que se encuentran en el mismo proceso, son moléculas que presentan funciones distintas.

- ✓ La pregunta 2 *De las siguientes bases nitrogenadas ¿Cuál no forma parte del ARN?* obtuvo 56% de respuestas correctas El cual quizá no se debe a un conocimiento no comprendido, sino a la escasa comprensión lectora, ya que la mayoría de los alumnos seleccionó la opción “d”, que corresponde a “timina”, contestando correctamente la respuesta anterior, que va ligada a esta pregunta.
- ✓ La pregunta 7 *¿Todas las proteínas comienzan por?*, también con un 56% de aciertos mostró que los alumnos confunden fácilmente un aminoácido con una base nitrogenada.

Las restantes ocho preguntas presentaron porcentajes elevados de respuestas correctas, lo que sugiere un aumento en el conocimiento, el cual, promueve aprendizaje, ya que entre otras cosas, los estudiantes comprenden que bases nitrogenadas forman parte tanto del DNA como del RNA, así mismo, saben dónde se realiza cada uno de los procesos dentro de la célula y son capaces de replicar, transcribir y traducir una secuencia.

CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN

Uno de los objetivos esenciales de la enseñanza de las ciencias, es favorecer el aprendizaje significativo de los alumnos en sus distintas vertientes: conceptual, procedimental y actitudinal; dicha labor comporta una tarea extraordinariamente compleja, que exige que podamos disponer del mayor número posible de recursos en el aula.

Hasta el momento, la alternativa metodológica en la que se han inspirado los modelos de cambio conceptual, han sido las estrategias de conflicto cognitivo, sin embargo, algunos trabajos recientes reclaman la necesidad de mecanismos alternativos que eludan los problemas que aparecen cuando se utiliza este tipo de estrategias de forma unilateral y, por lo tanto, en la presente estrategia se trabajó a través de analogías y modelos, lo que llevó a realizar una valoración continua de los procesos de enseñanza y de aprendizaje en la cual los factores constantes fueron los criterios compartidos y públicos, la retroalimentación permanente y las oportunidades frecuentes para la reflexión, durante el proceso de aprendizaje por parte del docente. Esta retroalimentación se realizó de manera informal y se registró en qué medida comprendían o no los aspectos particulares de los temas enseñados, a través de diversos instrumentos de evaluación, finalizando con la elaboración de un modelo por parte de los alumnos.

Para llevar a cabo esta propuesta se trabajó con dos grupos (testigo y experimental), ambos pertenecientes al tercer semestre de la ENCCH, con los cuales se abordaron los temas de replicación del DNA y síntesis de proteínas, que corresponde a la 2ª unidad del programa de la materia de Biología I.

La mayor diferencia en las calificaciones del grupo experimental se atribuye a que los estudiantes de este grupo utilizaron en su proceso de aprendizaje la analogía y los modelos, en los que de manera individual y por equipo, los estudiantes pudieron plasmar, procesar, visualizar y relacionar lo aprendido en clase, para poder pasar del plano abstracto al concreto y viceversa, lo que les permitió lograr un nivel alto de conocimientos, traducido en la promoción del aprendizaje de los temas de replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas, de manera que, podemos asumir que bajo este resultado se logró el objetivo; sin embargo, es importante resaltar que

utilizar una analogía y elaborar modelos de manera aislada, no permite estos resultados, sino que más bien es la estrategia didáctica elaborada a través de muchos componentes, la que permite que el objetivo se haya logrado.

Por otra parte, y el que no se haya obtenido un 100% de contestaciones correctas en los cuestionarios, no implica que los estudiantes no hayan comprendido los temas, sino, que más bien, que en muchos casos es compleja la asimilación de la información a corto plazo, más aun, y enfocándonos en las investigaciones sobre ideas previas, se ha reportado algunos estudiantes solo son capaces de realizar pequeños cambios en sus redes o esquemas, ya que el cambio conceptual es gradual y muchas veces es también parcial y limitado por el contexto social y fuertemente determinado por aspectos afectivos. Consiguientemente, erradicar algunas ideas ya establecidas en los estudiantes, es una labor que requiere de muchos años y cambios conceptuales constantes y precisos, que les permitan concebir su entorno de una manera diferente.

Por ello, es muy importante conocer los esquemas representacionales de los estudiantes y reflexionar sobre la importancia que tienen dichos esquemas en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. Los investigadores de la educación han coincidido en la necesidad de transformarlos en conceptos más cercanos a las concepciones científicas, de esta manera, es necesario que los profesores aborden explícitamente las ideas previas de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Adelante se discute a detalle cada actividad que se llevó a cabo dentro de la estrategia implementada para la temática de replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas.

7.1. Ideas previas

Algunos de los obstáculos encontrados en el cuestionario aplicado a los estudiantes, sobre algunas problemáticas de replicación del DNA y síntesis de proteínas, arrojaron que los alumnos aún no se apropian de un lenguaje científico y siguen utilizando el lenguaje cotidiano, coloquial o de uso común en asignaturas de índole científico, donde lo adecuado es usar un lenguaje científico.

Por otra parte, al no tener el conocimiento claro, los estudiantes utilizan lenguaje tautológico, es decir, las respuestas emplean términos similares o iguales a los mencionados en las preguntas, lo cual no permite que se añada nada nuevo a la respuesta y solo parafraseen la pregunta, dejando en claro la limitada concepción que tienen de las ciencias e imposibilitando la comprensión de los fenómenos al no tener conocimientos claros. Asimismo, es evidente en algunos estudiantes que a pesar de que contestan de manera correcta a las preguntas, la justificación de su respuesta no es clara, lo que demuestra su limitada comprensión del tema.

Es importante resaltar que dichas ideas (adecuadas o no), posibilitaron brindar un panorama de lo que los estudiantes conciben, y lo anterior fue tomado para tener un referente para el diseño de la estrategia didáctica. Otro punto importante a considerar es la pertinencia en cuanto a claridad del instrumento, dado que la manera en que estaban planteadas las preguntas pudo sesgar las respuestas de los estudiantes.

Es importante mencionar, bajo este análisis, en el que se les pidió que representaran gráficamente la síntesis del VIH, que los estudiantes manejan representaciones gráficas antropomorfas, es decir, sus representaciones víricas y/o del DNA, tienen formas humanas, ya que lo dibujan con ojos y boca y hasta en muchos casos sonriendo, aunado a que se van más por cómo se contagia, es decir, visualizan la salud sexual, más que pensar en lo que ocurre en la célula posterior al contagio, lo que indica que conceptos, como estructura del DNA, proteínas, virus, reproducción, función y estructura celular, son temas que aún no quedan completamente claros en los estudiantes, ya que se encontró dificultad para diferenciar la estructura celular, componentes y funciones; dificultad para explicar el proceso y dificultad para ubicar el proceso de síntesis de proteínas a nivel celular.

Finalmente, la identificación de las ideas previas permitió tener un panorama de los conocimientos pre-conceptuales de los alumnos, con esto, se realizaron ajustes a la información planeada para la clase, conformando una estrategia más efectiva y mejor articulada.

7.2. Videos educativos

Para explicar el proceso de la replicación del DNA y transcripción, se recurrió a los videos educativos, ya que los mismos, son un medio didáctico que, adecuadamente empleado, sirven para facilitar a los docentes la transmisión de conocimientos y a los estudiantes la asimilación de éstos.

Así pues, se tiene que tomar en cuenta que los videos no van a brindar el aprendizaje por si solos, ya que requieren una guía para lograr el aprendizaje de los estudiantes respecto al tema, por ello, se determinó evaluar la comprensión de los alumnos a través de un cuestionario y la elaboración de un mapa conceptual para los temas de replicación del DNA y transcripción respectivamente. Así se pudo demostrar qué tipo de información fue más fácil de apropiarse cada uno de los estudiantes y las dudas que tenían en cada caso.

Respecto al cuestionario de preguntas abiertas, que se elaboró para evaluar la comprensión de la replicación del DNA, pudimos percatarnos que los estudiantes comprendieron en dónde se lleva a cabo el proceso, que tipo de células lo realizan, la diferencia que existe en la replicación de las dos hebras y cómo es que se unen los fragmentos de Okasaki. No fue el caso de una correcta asimilación de la diferencia entre las proteínas que juegan un papel importante en la replicación del DNA, ya que las confundieron en varios casos. Considero que los estudiantes llegan a confundirlas, porque solo cambian en el número, es decir, casi todas las proteínas presentes en la replicación del DNA son denominadas DNA polimerasas, ya sea I, II o III, lo cual complica la diferenciación entre cada una. Cabe mencionar que los estudiantes si sabían que las proteínas eran las polimerasas, pero se equivocaban en el número.

Igualmente fue el caso de la elaboración de mapas conceptuales, en los que sus principales debilidades fueron las fases del proceso; sin embargo, de una manera general, comprendieron el proceso de la transcripción, que es parte de los objetivos que se planeaban cumplir.

Por consiguiente, se asume que incorporar videos educativos como un modelo dentro de una estrategia didáctica, promueve el aprendizaje y beneficia la participación activa de los estudiantes en el salón de clases, además de permitir visualizar de una manera clara, conceptos abstractos, que más tarde permitirán modelar diversidad de contenidos científicos. Finalmente, los videos educativos dentro de esta estrategia didáctica permitieron aprender significativamente una diversidad de conceptos que fueron corroborados con los resultados obtenidos con el cuestionario y la elaboración de mapas conceptuales.

7.3. Analogía

En general, puede considerarse que una adecuada analogía es aquella que permite establecer relaciones entre los nuevos conceptos con lo que el estudiante ya conoce; en consecuencia, las mejores analogías serán las que induzcan a los estudiantes a conectar conceptos relacionados y promuevan la formación de sistemas conceptuales; y, por otro lado, una mala analogía es aquella en la que es difícil identificar y mapear las características relevantes, compartidas por los objetos en cuestión. Se tomó en cuenta la elaboración de una analogía para acercar a los estudiantes a temas abstractos, como: la síntesis de proteínas, posibilitando su adecuada comprensión. Es claro que la analogía no funciona por sí sola, sino que requiere una adecuada planeación que incluya una exploración del valor cognitivo, que se conozcan sus alcances y limitaciones, que pudieran presentar para, de esta manera, ser el foco detonador de la comprensión del tema, en este caso, la traducción de RNAm a proteínas. Por lo mismos, la analogía no es la finalidad del aprendizaje, sino un instrumento de anclaje que sirve para alcanzar metas más altas como elaborar un modelo.

Si la analogía propuesta no se llegase a comprender del todo, es posible que el entendimiento del tema no se logre. En nuestro caso, a partir de los resultados, se determinó que la analogía funcionó de una manera satisfactoria, ya que a los estudiantes les pareció relativamente sencillo

elaborar el nombre elegido, bajo un código universal dado, y la posterior a la lectura de un texto sobre síntesis de proteínas, aterrizar lo realizado, comparando el desarrollo de cada uno de los procesos. Así se estableció que los estudiantes fueron capaces de determinar similitudes y diferencias entre los procesos (el que ellos llevaron a cabo y la síntesis de proteínas, mediante la lectura del texto); y comprender la síntesis de proteínas de un modo concreto. Lo anterior es un claro ejemplo de que al utilizar de una forma adecuada una analogía, es factible propiciar una reestructuración conceptual en cuanto a comprender el proceso, ampliar el lenguaje científico en los estudiantes y más tarde, poder elaborar analogías que les permitan de una forma cotidiana apropiarse del conocimiento y transmitirlo.

7.4. Modelo

En la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias se acude con frecuencia a numerosos recursos simbólicos mediante sistemas de representación externa, tales como enunciados, diagramas, ilustraciones, gráficas cartesianas, ecuaciones, etcétera. En ellos, los estímulos visuales, textuales y gráficos son significantes que dotan de sentido al objeto representado.

En la práctica, la enseñanza de contenidos relativos a las células y los procesos que ocurren en ellas, son complejos y problemáticos, tanto para su enseñanza como para su aprendizaje y, por esa razón, los recursos didácticos que incluyen imágenes externas (*por ejemplo*, dibujos, esquemas, gráficas y fotografías) ocupan un papel importante, debido a la naturaleza de su contenido, ya que permiten mostrar hechos, fenómenos y estructuras que no pueden observarse directamente. En este marco, el empleo de modelos requiere una estructuración mental que sea capaz de pasar de lo particular a lo general, de lo concreto a lo abstracto y viceversa.

Los modelos elaborados por parte de los estudiantes, como parte de la estrategia didáctica propuesta, fueron una gran herramienta para evaluar la comprensión de los temas replicación del DNA, traducción y síntesis de proteínas, ya que no solo se valoraron conocimientos conceptuales sino también procedimentales y actitudinales; y al evaluarlos con una rúbrica previamente

elaborada, se apreció que los estudiantes fueron capaces de integrar información adquirida con los videos y trabajar con analogías.

El empleo de la rúbrica para evaluar el modelo y su explicación posterior, permitió determinar la comprensión del tema, identificar dudas y tener la posibilidad de disiparlas. Con este instrumento, se mostró que los estudiantes comprendieron de una mejor manera el proceso de la transcripción (77.6%), aunque en la elaboración de su modelo no consideran muchos detalles, esto debido, quizá a la diversidad de habilidades que tienen cada uno de los estudiantes. El tema que presentó más dudas y en el que hubo poca claridad, fue el de síntesis de proteínas (68.8%).

Lo anterior demuestra que los estudiantes tienen diversas formas de representar los conocimientos, por lo cual deben ser evaluados de diferentes maneras para poder señalar de forma clara el conocimiento adecuado sobre los temas explicados previamente en clase. Bajo este contexto, se puede asumir que utilizar una herramienta, como la elaboración de modelos, incorporado a una rúbrica, facilita conocer el grado de comprensión del tema, por lo tanto, es una herramienta adecuada para evaluar el desempeño logrado por parte de los estudiantes.

La rúbrica, como se mencionó anteriormente, no solo abordó conocimientos conceptuales sino también procedimentales y actitudinales como el trabajar en equipo. Con ella se evidenció que los estudiantes son capaces de organizarse rápido, de aprovechar de una manera satisfactoria el tiempo y de manifestar mucha creatividad para elaborar los modelos.

7.5. Pre-test y pos-test

Para llevar a cabo esta propuesta se trabajó con dos grupos (testigo y experimental), de la ENCCH-Sur, el grupo testigo pertenecía al turno matutino y el grupo experimental al turno vespertino, ambos del tercer semestre, en los cuales se abordaron los temas de replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas, de la segunda unidad del programa de la materia de biología I.

Cabe mencionar algunas de las circunstancias que se consideran influyeron negativamente en el proceso de aplicación de esta propuesta didáctica, entre las de mayor importancia se tienen: el tiempo y por lo mismo el ausentismo, ya que el tema se abordó cuando están iniciando las festividades del 2 de noviembre, situación que no permitió que en el curso de la propuesta, estuvieran todos los alumnos presentes, por lo tanto se implementaron criterios de eliminación.

Los cuestionarios que se aplicaron para evaluar el grado de los conocimientos antes y después (pre-test y pos-test) en esta estrategia didáctica tuvieron dos propósitos esenciales:

- Evaluar los principales conceptos de los temas replicación del DNA y síntesis de proteínas.
- Conocer el dominio de cada uno de los conceptos, lo cual es indispensable para el logro de aprendizaje significativo (Ausubel, 1986).

Al constatar los resultados obtenidos entre el pre-test y el pos-test de ambos grupos, se obtuvo una diferencia significativa en las calificaciones a favor del grupo experimental (9.055 ± 3.207), en el que se aplicó la estrategia didáctica, utilizando tanto la analogía como los modelos, con una diferencia de cinco puntos respecto al grupo testigo (4.523 ± 2.249).

Es importante señalar que ambos grupos tuvieron diferencias, respecto al pre-test, reflejadas en aumento desde un punto hasta 16, este último en el caso solo del grupo experimental, sin embargo, y aunque hubo diferencias entre ambos grupos entre el pre-test y el pos-test, es importante señalar que estas diferencias son mucho más marcadas en el caso del grupo experimental, lo que indica que la información que los estudiantes tienen respecto a estos temas se encuentra mucho más estructurada, posibilitando un aprendizaje adecuado de los procesos de replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas.

Así pues, podemos afirmar que tanto las analogías como los modelos aplicados dentro de una estrategia didáctica, son capaces de promover el aprendizaje. Sumado a lo anterior, también es pertinente mencionar que el cuestionario fue la herramienta óptima para evaluar las diferencias entre el grupo testigo y el experimental, afirmando que el grupo experimental obtuvo un mayor puntaje debido al nivel de explicaciones que lograron a través de la construcción de los modelos

de la replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas, por lo tanto, la planeación de dicha estrategia favoreció el aprendizaje de los temas antes mencionados.

CAPÍTULO 8. CONCLUSIÓN

El presente trabajo, como cada día dentro del aula, comprueba que es indispensable diseñar y aplicar estrategias de enseñanza-aprendizaje adecuadas para promover el aprendizaje en los estudiantes, por ello la estrategia didáctica fue diseñada teniendo en cuenta la complejidad del proceso de la replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas, así como las ideas previas que se tienen acerca de dichos procesos, a través de ejemplos que los estudiantes conocen por ser cotidianos.

Además, dicha estrategia tuvo diferentes actividades metacognitivas que buscaron que los estudiantes adquirieran habilidades para planear, monitorear y evaluar su propio aprendizaje, para así mejorar significativamente todo el proceso del mismo, un ejemplo de lo anterior dentro de la estrategia didáctica, fue al final, cuando se les pidió que elaboraran un modelo de cómo era cada uno de los procesos (replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas), al ser evaluados con una rúbrica además permitió, al estudiante ser capaz de evaluar su propio desempeño y el de sus compañeros.

Como se refirió en la introducción, diversos cuestionamientos motivaron el diseño, puesta en práctica y evaluación de esta propuesta didáctica; la misma tuvo como finalidad concreta el diseño de una estrategia de enseñanza tendiente a colaborar en el proceso de aprendizaje de la replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas.

Durante las clases, planificadas para la comprensión, se promovieron oportunidades para que los estudiantes explicarían, interpretarían y aplicarían los conceptos comprendidos; tuvieron la posibilidad de volver sobre los conceptos, para lograr gradualmente una comprensión adecuada de los contenidos trabajados favoreciendo su apropiación.

Después de codificar y analizar las respuestas de los estudiantes sobre sus ideas previas respecto a los conceptos de replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas se encontró que presentan una gran variedad de pensamientos con respecto al origen, función y forma en que se llevan a cabo los procesos, pero no los saben identificar claramente, por lo tanto, se hace evidente

que los estudiantes en realidad no tienen una idea clara sobre los conceptos, manejan un lenguaje coloquial en asignaturas de índole científico y sus respuestas son muy ambiguas.

Para promover la comprensión de los temas replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas, esta estrategia incorporó una analogía y modelos (videos y elaboración de modelos propios), que propiciaron el cambio conceptual, debido al desafío que representó para los estudiantes el análisis y descripción de la analogía y los modelos.

La elaboración de los modelos de los procesos de replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas, con diversos materiales permitió a los estudiantes involucrarse de otro modo en su proceso de aprendizaje, utilizando la información adquirida, verificar sus propias comprensiones y corregir sus errores lo cual fue evidente en la explicación de los modelos y con la aplicación de la rúbrica para la evaluación de estos. De esta manera se está contribuyendo a una mejor comprensión de las ciencias y, posiblemente, evitando repeticiones de conceptos fácilmente olvidables.

Por último, la evaluación diagnóstica permitió una retroalimentación entre el antes y el después de la aplicación de la estrategia y brindó numerosas oportunidades para la reflexión de la misma. En este sentido, es posible concluir que la estrategia didáctica implementada, mostró resultados favorables en los estudiantes que participaron en este estudio, respecto a la calidad de los aprendizajes logrados y los niveles de desempeño. Aunque fue evidente una diferencia positiva en ambos grupos fue mayor la del grupo en el cual se implementó la estrategia, por lo tanto, se asume que fue la estrategia la que promovió un nivel mayor de comprensión de los temas replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas, posibilitando un aprendizaje significativo.

PERSPECTIVAS

- ❖ Divulgar la estrategia y material utilizado, con el propósito de que puedan ser empleados por otros docentes que impartan la asignatura de biología y valorar si en estas condiciones les facilitan la comprensión de los temas replicación del DNA, transcripción y síntesis de proteínas a los estudiantes.
- ❖ Implementar la presente estrategia en otras instituciones con la finalidad de ampliar los resultados.
- ❖ Generalizar el empleo de la estrategia a temas de alto nivel de abstracción en esta y otras asignaturas afines.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J. A. (2004). Fundamentos y líneas de trabajo. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía,. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1): 3-16.
- Alberts. (2003). DNA replication and recombination. *Nature* , 421: 431-445.
- Alonso, J. (1991). *Motivación y aprendizaje en el aula*. Madrid: Santillana.
- Alonso, J. (2005). *Motivación para el aprendizaje: la perspectiva de los alumnos. Ministerio de educación y ciencia. La orientación escolar en centros educativos*. Madrid.
- Annunziato, A. (2008). DNA packaging: Nucleosomes and chromatin. *Nature Education*, 1(1):26.
- Ansari, A. Z. (2007). Chemical crosshairs on the central dogma. *Nature Chemical Biology*, 3: 2-7.
- Apple, M. (1993). *Official Knowledge: Democratic Education in a Conservative Age*. Nueva York: Routledge.
- Aragón, M. (1998). Las analogías como estrategia didáctica en la enseñanza de la Física y de la química. *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias*, III: 29-35.
- Ausubel, D. N. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View*. Nueva York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. N. (1997). *Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo*. Trillas. pp. 623.
- Barca, L. (2012). Motivación escolar y rendimiento: impacto de metas académicas. *Estrategias de aprendizaje y autoeficacia anales de psicología*, vol. 28(3), 848-859.
- Bello. (2003). Las ideas previas en la enseñanza y aprendizaje de la química. *Taller T-20. III Jornadas internacionales y VI Nacionales de enseñanza Universitaria de la Química*. La plata, Argentina.
- Bello. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación química*, 15 (3): 210-217.
- Bello. (2007). ¿Qué piensan los estudiantes de química sobre el enlace químico? *Revista cubana de química*, XIX (2): 71-73.
- Best, J. (2001). *Psicología cognitiva*. España: International Thompson.
- Biología, A. i. (2008). *Material de trabajo y actividades*. Estado de Morelos: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Blythe, T. (1999). *La enseñanza para la comprensión guía para el docente*. Argentina: Paidós.

- Brown, D. (1993). An A-B-C of protein biosynthesis. *Biochemistry Molecular Biology Education*, 21: 37-39.
- Brown, D. C. (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, 18: 237-261.
- Caballero, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las ciencias*, 26 (2): 227-244.
- Campanario, M. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Las principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2): 179-192.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge.
- Carrasco, J. (2000). *Aprendo a investigar en educación*. Madrid: Ediciones Rialp.
- Carretero, M. (2006). *Cambio conceptual y educación*. Buenos aires: Grupo Aique.
- CCH. (2003). *Programa de estudio de biología del CCH, UNAM*. Obtenido de http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_biologia.pdf
- CCH-UNAM. (2014). *Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. Breve historia del CCH*. Obtenido de <http://cch.unam.mx/historia>
- Chi, M. e. (2003). The process and challenges of conceptual change. En M. Limón, *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (págs. 3-27). London: Kluwer Academic Publishers.
- Clancy, S. &. (2008). Translation: DNA to mRNA to Protein. . *Nature Education*, 1(1):101.
- Coll, C. (1992). *Psicología y currículum. Una aproximación psicopedagógica a la elaboración del currículum escolar*. México: Paidós Mexicana, 1a. reimpresión.
- Comenio, J. (1998). *Didáctica Magna*. México: Porrúa.
- Dagher, Z. R. (1995). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. *Science education*, 3 (79): 295-312.
- Das-Bradoo, S. &. (2010). DNA Replication and Checkpoint Control in S Phase. . *Nature Education* , 3(9):50.
- De Vega, M. (1986). *Introducción a la psicología cognitiva*. México: Alianza Psicología, 2a. edición.
- Diaz-Barriga, F. y. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: Mc Graw Hill.

- Diez-Escribano, D. (2004). Imágenes externas de geny cromosoma en materiales instruccionales para la enseñanza de la biología en el sistema educativo venezolano. *Revista brasileña en educación en ciencias*, 4 (2).
- Doménech. (1999). *El proceso de enseñanza-aprendizaje universitario: aspectos teóricos y prácticos*. Universitat Jaume.
- Faroh, A. C. (2007). Cognición en el adolescente según Piaget y Vygotski. ¿ Dos caras de la misma moneda? . *Boletín Academia Paulista de Psicología*, XXVII (2).
- Figini, E. y. (2005). La enseñanza de la genética en el nivel medio y la educación polimodal: contenidos conceptuales en las actividades de los libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias. Número extra VII Cngreso*.
- Flores, F. e. (2002). *Ideas previas*. Obtenido de <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048>
- Gaceta. (1971). *Gaceta UNAM*. Obtenido de <http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/actualizacion2012/Gacetamarilla.pdf>
- Galagovsky. (2009). Uso de analogías para el "aprendizaje sustentable": El caso de la enseñanza de los niveles de organización en sistemas biológicos y sus propiedades emergentes. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, Año 4, Nro. especial 1.
- Galagovsky, L. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. *Enseñanza de las ciencias*, 19 (2): 231-242.
- Gallego Gallardo, A. J. (2009). La motivación a lo largo del proceso escolar: aplicaciones didácticas. Innovación y experiencias educativas. *Innovación y experiencias educativas, revista digital*, 24.
- García, R. (2005). *Los modelos como organizadores del currículo en biología Departament de didáctica de les matemàtiques i de les ciències experimentals*. Universitat Autònoma de Barcelona: Enseñanza de las ciencias.
- Giere, R. (1988). *Explaining Science: A Cognitive Approach*. Chicago: University of Chicago Press.
- Glynn. (1998). *Teaching science with analogies: A resource for teachers and textbook*. University of Georgia.
- Golombek, D. (2008). Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa. *IV Foro Latinoamericano de Educación. Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades Enseñanza de las Ciencias*. Fundación Santillana.
- Gonzalez, B. (2010). La secuencia didáctica, herramienta pedagógica del modelo educativo ENFACE Universidades. *LX (46): 27-33*.

- Gorenc, K.-D. (1991). La utilización del pre y post-test para evaluar un taller de diseño de investigación aplicado en América Latina: Reposrte de los resultados. *Neuro-Psiquiatría*, 54: 29-40.
- Gutiérrez, L. (2009). El devenir de la educación media superior. El caso del estado de México. *Tiempo de Educar*, 10 (19): 171-204.
- Harrison. (1993). Teching with analogies: A case study in grade-10 optics. *Journal of research in science teaching*, 30: 1291-1307.
- Harrison. (1994). Science analogies. *The science teacher*, 61: 40-43.
- Harrison, A. T. (2000). A typology of school science models. *International Journal of science education*. , 22 (9): 1011-1026.
- Heraldo, E. (2007). La importancia de la planeación didáctica en la labor docente. *Docencia Vanguardista*.
- Hervé Roy, M. I. (2006). Molecular biology: Sticky end in protein synthesis. *Nature*, 443: 41-42.
- Iñiguez-Porras, F. J. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genetica en la educación secundaria. *Eureka*, 10 (3): 307-327.
- Jensen, J. (2008). *Adolescencia y adultez emergente*. Pearson.
- Lawson, A. E. (1993). The importance of analogy: A prelude to the special issue. *Journal of research in the science teaching*, 30 (10): 1213-1214.
- Leahey, T. (1998). *Aprendizaje y cognición*. Madrid: Prentice- Hall Internacional.
- Lemke, J. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, 24 (1): 5-12.
- Litwin, E. (2008). *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos*. Buenos Aires: Paidos.
- Litwin, E. (2010). *¿Como evaluar la innovación en el aula?* Mundo Docente.
- Luria. (1981). *Language and Cognition*. New York: Wiley & Sons.
- Marín, N. (1999). Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*.
- Martínez-García, M. V. (2006). Analysis of molecular genetics content in Spanish secondary school textbooks. *Journal of biological education*, 40 (2): 53-60.
- Masse, C. (2002). *La complejidad en las ciencias: Método, institucionalización y enseñanza*. Edo d México: El colegio mexiquense A.C.

- Mateu, M. (2005). Enseñar y aprender ciencias en la escuela. *Fuente Tinta Fresca*.
- Maturano, C. (2008). Conversión de imágenes al lenguaje escrito: un desafío para el estudiante de Ciencias Naturales. *Eureka enseñanza divulgación de las ciencias*, 6 (1): 63-78.
- Montalvo, F. (2010). *Diseño y uso de estrategias didácticas en los mecanismos y patrones evolutivos que explican la biodiversidad*. Tesis MADEMS, UNAM.
- Mortimer, F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science and Education*, 4: 267-285.
- Oliva, J. (2004). El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 3 (3): 363-384.
- Olivia. (1998). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias*.
- Olivia, J. M. (2001). Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3): 453-470.
- Olivia, J. M. (2003). Rutinas y guiones del profesorado de ciencias ante el uso de analogías como recurso de aula. *Revista electrónica de enseñanza de las Ciencias*, 2 (1).
- Pearson, E. (2007). *The biology place*. Obtenido de http://www.phschool.com/science/biology_place/biocoach/transcription/overview.html
- Piaget, J. (1970). *Manual of Child Psychology*. New York: Wiley & Sons.
- Pimienta, P. J. (2011). Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias en educación superior. *Instructional sequences: learning & evaluation of competences in Higher Education* (págs. 77-92). México: Universidad Anáhuac .
- Posner. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science education, New York* , 66: 211-227.
- Posner, G. S. (1982). Accomodation of scientific conception toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66: 211-227.
- Pozo, J. e. (2007). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias*. Boadilla del Monte (Madrid).
- Raffini, J. P. (1993). *100 maneras de incrementar la motivación en la clase*. Troquel.
- Rasilla, C. O. (2011). Formación de docentes en didáctica de las ciencias experimentales. *Congreso Internacional de Educación Superior*. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez Chiapas. México.

- Raviolo. (2004). Utilización de un modelo analógico para facilitar la comprensión del proceso de preparación de disoluciones. *Enseñanza de las ciencias*, 22 (3): 379-388.
- Raviolo, A. (2009). Modelos, analogías y metáforas en la enseñanza de la química. *Educación química*, 13-16.
- Richard, K. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International journal of science education*, 27 (2): 183-198.
- Rodríguez, C. (2007). *Didáctica de las ciencias*. www.eumed.net/libros/2007c/322/.
- Rotbain, Y. (2005). Understanding molecular genetics through a drawing-based activity. *Journal of biological education*, 39 (4): 174-178.
- Salinas, F. D. (s.f.). ¿Que hago el lunes? *Departamento de didáctica y organización escolar*.
- Sans. (2004). Metodologías de investigación empírico-analíticas.
- Santrock, J. (2004). *Psicología del desarrollo en la adolescencia*. McGraw-Hill.
- Santrock, J. (2011). *Psicología de la educación*. España: Mc. Graw-Hill 4ta edición.
- SEP. (2013). *Secretaría de Educación Pública SEMS*. Obtenido de <http://www.sems.gob.mx/>
- Templin, M. A. (2002). A working model of protein synthesis using Lego TM building blocks. *The american biology teacher*, 64 (9): 673-678.
- Topcu, M. S. (2009). Difficulties in learning genetics concepts. *Journal turkish science education*, 6 (2): 55-62.
- Toranzos, L. (2000). *Evaluación educativa: Una aproximación conceptual*. Buenos Aires.
- Treagust, D. D. (1992). Science teachers use of analogies: observations from classroom practice. *International journal of science education*, 14 (4): 413-422.
- Venville, G. (2008). How pupils use a model for abstract concepts in genetics. *Journal of biological education*, 43 (1): 6-14.
- Vygotsky, L. (1979). *Desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Grijalbo.
- Watson, J. D. (1953). A structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature*, 171: 737-738.
- Woolfolk. (2010). *Psicología educativa*. México: Pearson. 11ava edición.

Anexo 1

Actividad de inducción

1. Posterior al saludo del profesor
2. Se repartirán unos gafetes con una estrella al centro impresa a cada alumno en donde en cada pico de la estrella escribirán lo que se pide y en el centro de la estrella tu nombre.



- A. Edad
- B. ¿Cuál es tu comida favorita?
- C. ¿Qué es lo que más te gusta hacer?
- D. Da un rasgo que te defina
- E. ¿Cuál es tu color favorito?

Nota. La estrella funcionará como gafete a lo largo de las sesiones.

Anexo 2

Segunda unidad: ¿Cómo se lleva a cabo la regulación,
conservación y reproducción de los sistemas vivos?
Tema II: Procesos de conservación
Subtema V y VI



Nombre del alumno: _____ Fecha: _____

Responde cada una de las siguientes preguntas usando el espacio disponible.

Según los siguientes planteamientos, responde si estás completamente de acuerdo (CA), de acuerdo (A), en desacuerdo (D) o completamente en desacuerdo (CD) y justifica tu elección.

1. Algunos creen que cuando las personas mueren, el cabello y las uñas siguen creciendo.

CA _____ A _____ D _____ CD _____

Justifica la respuesta:

2. Las células del páncreas y del corazón pueden formar la insulina, que es una hormona proteica

CA _____ A _____ D _____ CD _____

Justifica la respuesta:

3. El virus VIH es el virus que produce SIDA. Representa gráficamente cómo crees que se reproduce el VIH en el cuerpo humano.



4. A partir de la representación de la reproducción del virus VIH, explica la manera cómo se reproduce este virus

Anexo 3

Nombre del alumno: _____ Fecha: _____

Teniendo en cuenta cada uno de los videos observados responde las siguientes preguntas:

1. ¿En qué lugar se lleva a cabo la replicación del DNA?

2. ¿La replicación solamente se lleva a cabo en células eucariotas? ¿Por qué?

3. ¿Cuál es la causa de la mutación ocurrida en la duplicación que muestra el video? ¿Cuál es la definición de mutación? ¿Todas las mutaciones se originan de esta manera?

4. ¿Cómo comienza la replicación del DNA? Y ¿Qué enzima la lleva a cabo?

5. ¿Qué son las SSBP y para qué sirven?

6. ¿Cómo se llama la enzima que replica la hebra molde de dirección 3'-5' y en qué sentido lo hace?

7. ¿Por qué la hebra molde dirección 5'-3' no puede replicarse de manera continua?

8. ¿Qué sintetiza la DNA polimerasa III?

9. ¿Qué enzima sella el eje de azúcar fosfato?

Anexo 4

Realiza una lectura atenta y comprensiva de los siguientes párrafos sobre las etapas de la síntesis de proteínas.

La síntesis de proteínas en todas las células eucariotas se lleva a cabo en el citoplasma celular. Los ribosomas son los orgánulos encargados de traducir la secuencia de nucleótidos de los ARNm en secuencias de aminoácidos específicos y éstos posteriormente en cadenas polipeptídicas (Gil, *et al*; 2010).

La traducción del ARNm inicia en el codón AUG más próximo al extremo 5', con la incorporación del correspondiente ARNt-met y la traducción se realiza en dirección 5' a 3' y finaliza cuando se encuentra con alguno de éstos tres codones: UAA, UAG y UGA; concluye con la formación del extremo carboxilo terminal de la proteína. Cabe aclarar que existen dos tipos de ARNt-met, uno codifica para el codón de iniciación y el otro ARNt-met' codifica para metioninas internas del polipéptido (Gil, *et al*; 2010).

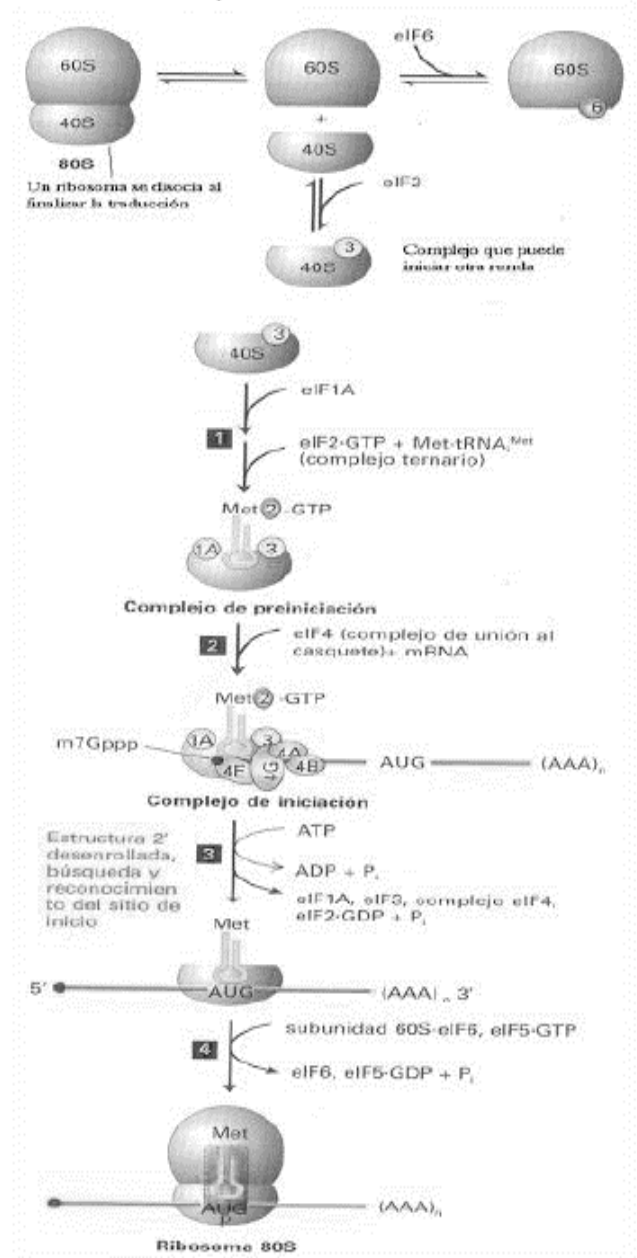
Iniciación

Para llevar a cabo la iniciación de la síntesis proteica se requieren varios elementos, tales como las tres formas de ARN, 10 factores proteicos de iniciación (eIF: Eukariotic Initiation Factors), moléculas energéticas como GTP y ATP, y los aminoácidos (Gil, *et al*; 2010).

Ángel Gil y colaboradores mencionan que la iniciación se subdivide en cuatro subetapas:

1. *Disociación del ribosoma en las subunidades 40S y 60S.*
2. *Unión del complejo ternario constituido por ARNt-met, GTP y eIF-2 a la partícula ribosomal 40S, para formar un complejo de preiniciación.*
3. *Unión del ARNm al complejo de preiniciación para formar un complejo 43S.*
4. *Combinación del complejo de iniciación 43S con la subunidad 60S del ribosoma para dar lugar al complejo de iniciación 80S*

A continuación se aprecia todo el proceso de iniciación, con cada una de sus subetapas y los factores implicados en cada una de ellas:



Al asociarse el complejo 43S con la caperuza del ARNm y fijarse al extremo 5', éste complejo escanea el ARNm hasta encontrar la secuencia AUG (Gil, *et al*, 2010). La unión de las subunidades 40S y 60S para formar el ribosoma 80S, libera los factores de iniciación, y el ARNt-met se posiciona sobre el sitio P del ribosoma,

dando de ésta forma paso a la fase de elongación (Gil, et al, 2010).

Elongación

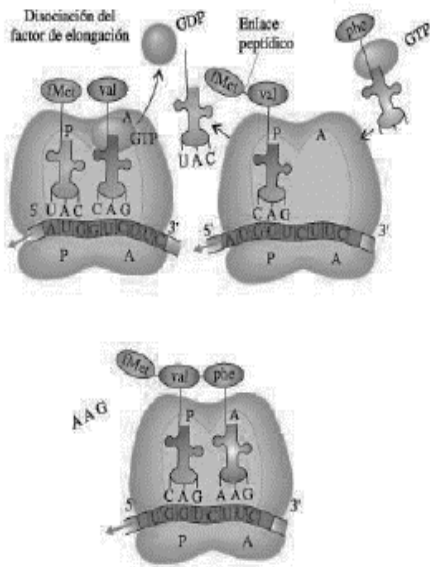
Es un proceso cíclico que se desarrolla en el ribosoma, en cada ciclo un aminoácido se una a la cadena proteica naciente. La secuencia peptídica está dada por el orden de los codones en el ARNm. Los factores proteicos implicados en ésta fase se denominan “factores proteicos de elongación” (EF) (Gil, et al, 2010).

La elongación se lleva a cabo en tres subetapas (Gil, et al, 2010).

1. Unión del aminoacil-ARNt al sitio A del ribosoma.
2. Formación del enlace peptídico.
3. Translocación.

“Durante el proceso de elongación tiene lugar el crecimiento de la cadena polipeptídica desde el extremo amino hasta el carboxilo terminal, con la participación de los factores proteicos de elongación (FE-T y FE-G en los procariontos, y eFE-1 y eFE-2, en los eucariotas), y de la actividad peptidil transferasa responsable de la formación de los enlaces peptídicos que unen unos aminoácidos con otros a lo largo de la cadena” (Herráez & Sánchez, 2012)

En la siguiente figura se observan las fases de la elongación con los factores implicados en ésta. Los ciclos se realizan por cada codón de la secuencia.



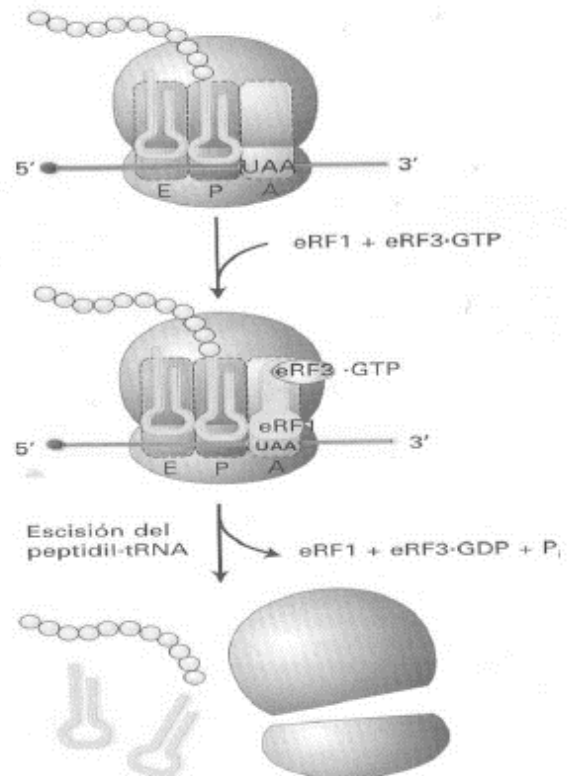
La formación de un enlace peptídico implica una gran demanda energética, porque deben ser hidrolizadas dos

moléculas de ATP hasta ADP y dos moléculas de GTP hasta GDP, lo cual es equivalente a la hidrólisis de 4 enlaces fosfato de alta energía (Gil, et al, 2010).

Terminación

Ésta etapa es más simple en comparación con las dos primeras. La síntesis de la cadena polipeptídica concluye cuando se encuentra en el ARNm uno de los tres codones de terminación (UAA, UAG o UGA), debido a que no hay un ARNt con un anticodón que reconozca la señal de terminación. Para llevar a cabo la terminación, se cuenta con la acción del factor de liberación de la cadena polipeptídica en el sitio A del ribosoma, posteriormente se hidroliza el enlace entre el péptido y el ARNt del sitio P y finalmente el ribosoma 80S se disocia en las subunidades 40S y 60S (Gil, et al, 2010).

En la siguiente figura se observa paso a paso la terminación de la síntesis proteica.



Anexo 5

Segunda unidad: ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?

Tema II: Procesos de conservación

Subtema V y VI



Nombre del alumno: _____ Fecha: _____

Completa la información de la tabla, respecto a similitudes y diferencias entre el nombre que elaboraron y la lectura realizada sobre las etapas de la síntesis de proteínas.

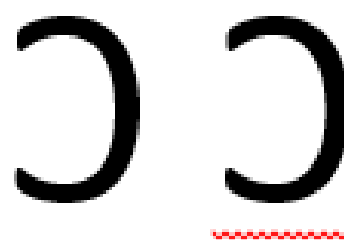
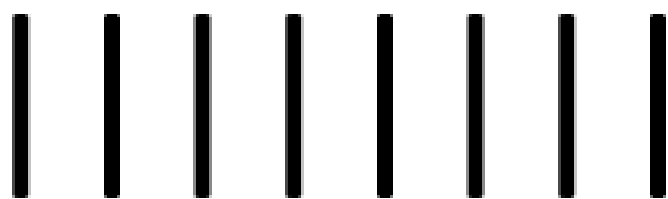
Características	Nombre que tu armaste	Síntesis de proteínas
Similitudes	Tijeras	
	Pegamento	
	Código	
	Hoja de signos	
Diferencias	Tijeras	
	Pegamento	
	Código	
	Hoja de signos	
Conclusiones		

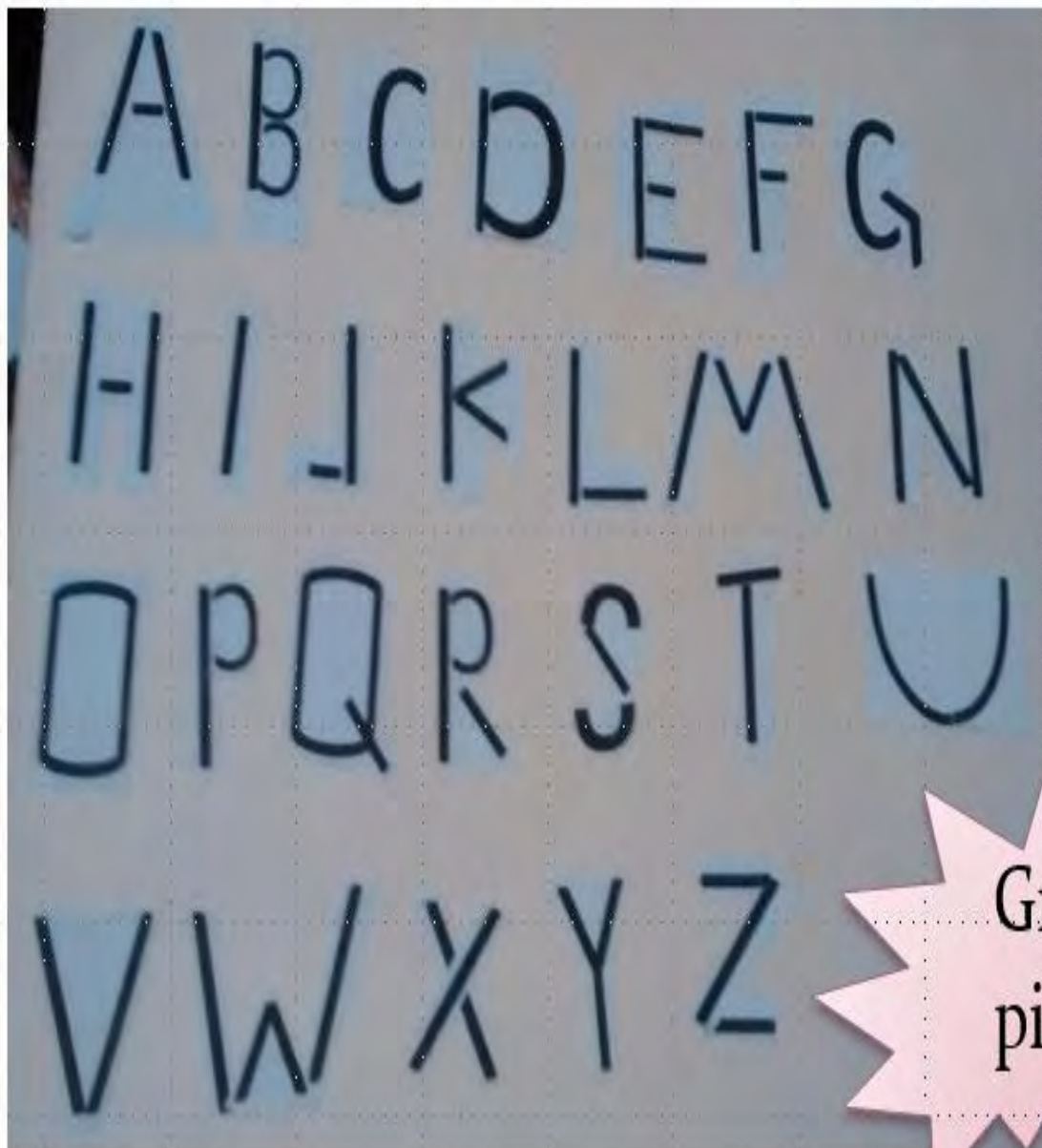
¿Crees que las comparaciones analógicas entre el nombre que tu armaste a través del código y la síntesis de proteínas facilitan el aprendizaje del concepto?

Anexo 6

Instrucciones:

Recorta y pega en una hoja los símbolos necesarios con los que puedas construir tu nombre.





Anexo 7

RUBRICA PARA EVALUAR LOS MODELOS REALIZADOS POR LOS ALUMNOS.

Rubrica para evaluación del modelo				Puntuación por equipos					
Criterio	Muy Satisfactorio 5%	Aceptable 3%	No Aceptable 1%	1	2	3	4	5	6
Trabajo en Equipo	Es muy notorio el trabajo en equipo realizado por todos los integrantes.	Algunos de los integrantes del grupo no se les mira conectividad con los demás del grupo	Los integrantes del grupo han trabajado por separado.						
Creatividad en el modelo	El modelo es creativo, sin necesidad de la comunicación oral se entiende de qué proceso se trata.	El modelo es creativo sin embargo le faltan elementos para ser completamente entendido a simple vista.	El modelo carece de creatividad y no se entiende en ningún sentido lo que se observa a simple vista.						
Construcción del modelo	Su modelo explica claramente todos los elementos centrales.	Su modelo carece de uno o dos elementos centrales.	Su modelo carece de más de tres elementos centrales.						
Conocimiento del tema	Demuestra un conocimiento completo del tema.	Demuestra un buen conocimiento del tema.	No parece conocer muy bien el tema.						
Contestar preguntas	El estudiante puede con precisión contestar todas las preguntas planteadas sobre el tema.	El estudiante puede con precisión contestar la mayoría de las preguntas planteadas sobre el tema.	El estudiante no puede contestar las preguntas planteadas sobre el tema por sus compañeros de clase.						
Uso del tiempo	Utiliza el tiempo adecuadamente y logra concluir el modelo en el tiempo solicitado.	Utiliza el tiempo adecuadamente pero al final tiene que cubrir algunos tópicos con prisa.	Confronta problemas mayores en el uso del tiempo (termina muy pronto o no logra finalizar el modelo).						
Organización	Se presenta la información de forma lógica e interesante que la audiencia puede entender el modelo.	Se presenta la información utilizando una secuencia lógica a pesar de que falten pasos de incluir.	La audiencia no puede entender el modelo visualmente debido a que no sigue un orden adecuado.						
TOTAL DE PUNTOS POR EQUIPO									

Anexo 8

Nombre del alumno: _____

Elije la respuesta correcta (20 pts)

1. ¿Cuáles son las bases nitrogenadas que forman parte de la molécula de ADN?
 - a) Adenina, Guanina, Citosina y Timina
 - b) Adenina, Citosina, Timina y Uracilo
 - c) Adenina, Guanina, Timina y Uracilo
 - d) Citosina, Guanina, Timina y Uracilo

2. De las siguientes bases nitrogenadas, ¿cuál no forma parte del ARN?
 - a) Adenina
 - b) Citosina
 - c) Uracilo
 - d) Timina

3. Los procesos de síntesis de ARN a partir del ADN se denominan...
 - a) Replicación del ADN
 - b) Transcripción
 - c) Traducción
 - d) Tanto transcripción como traducción.

4. El proceso de síntesis de una proteína a partir de la información contenida en un ARNm se denomina...
 - a) Replicación del ADN
 - b) Transcripción
 - c) Traducción

Tanto transcripción como traducción

5. La ARNpolimerasa sinteriza el ADN en dirección...
 - a) 5'→ 3'
 - b) 3'→ 5'
 - c) Del aminoácido amino terminal al aminoácido carboxilo terminal del ARNm.
 - d) Depende de cómo esté situada la región codificadora.

6. Los codones están constituidos por...
 - a) 3 bases o nucleótidos
 - b) 2 bases
 - c) 1 base
 - d) 4 bases.

7. Todas las proteínas comienzan por...
 - a) Glicocola
 - b) Metionina
 - c) Una base nitrogenada
 - d) Valina.

8. Si la secuencia de ADN en la hebra 1 (5'-3') que va a replicarse es: ATTCGGCATAACGGACTTACG
¿Cuál será la secuencia de ADN replicada de esa cadena?
- ATTCGGCATAACGGACTTACG
 - UAAGCCGUAUUGCCUGAAUGC
 - AUUCGGCAUAACGGACUUACG
 - TAAGCCGTATTGCCTGAATGC
9. ¿Cuál es la importancia del proceso de replicación del ADN?
- La apertura de las hebras de la alfa-hélice
 - La compactación del ADN
 - La inserción de nucleótidos en la nueva cadena de ADN
 - La transmisión de información genética de una célula madre a las células hijas
10. ¿Cómo se denominan los fragmentos de ADN replicados en la cadena discontinua?
- Nagasaki
 - Yokohama
 - Kioto
 - Okazaki

11. ¿Dónde se lleva a cabo la replicación del DNA?

- En el núcleo
- En el citoplasma
- En el ribosoma
- En la membrana

12. ¿Cómo se denomina a la enzima de la replicación del ADN?

- ADN transcriptasa
- Helicasa
- ADN polimerasa
- Exonucleasa

Responde lo que se te indica.

13. Realiza la réplica de la cadena de DNA.

ATTACGATCTGCACAAGATCCT
Banda de ADN

14. Utilizando la hebra molde transcribe a RNA.

15. Señala en donde debe de iniciar la traducción en la cadena de RNA (3 ptos)

16. Traduce la hebra (2 ptos)

17. ¿Cuántos aminoácidos se encuentran, es una proteína? (2 ptos)

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