



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
BIOLOGÍA**

**El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia para el subtema
“Mutaciones” de Biología V del plan de estudios de la Escuela Nacional
Preparatoria.**

TESIS

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACION MEDIA SUPERIOR EN
BIOLOGÍA**

PRESENTA:

Biól. Estefanía Libertad Cruz Cortés

TUTOR:

**M. en C. María Eugenia Isabel Heres y Pulido
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

México Junio 2018.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Contenido

LISTA DE ABREVIATURAS.....	5
RESUMEN	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
JUSTIFICACIÓN	10
OBJETIVO GENERAL.....	11
Objetivos Particulares	11
HIPÓTESIS.....	11
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR EN MÉXICO.....	12
Situación actual de la Educación Media Superior en México.	15
Escuela Nacional Preparatoria (ENP).....	16
Misión de la ENP.....	18
Visión de la ENP.....	18
Situación Actual de la ENP.....	19
La asignatura de Biología V en la Escuela Nacional Preparatoria.	20
Propósitos de la asignatura	20
Escuelas del nivel medio superior incorporadas a la UNAM	22
Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE)	22
MARCO TEÓRICO.....	23
La enseñanza tradicional vs ABP	23
Aprendizaje basado en problemas (ABP)	25
Características del ABP	26
El problema o escenario en el ABP.	31
La evaluación en el ABP.....	32
Ventajas del ABP	34
Diferencias entre la enseñanza tradicional y el ABP.....	35
Diferencias entre el al proceso de aprendizaje tradicional y por ABP.	36
EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN LA BIOLOGÍA.....	38
El aprendizaje basado en problemas y la asignatura de Biología V del Plan de Estudios de la ENP.	40
La enseñanza de las ciencias	41

METÓDO DE TRABAJO.....	44
Primera sesión.....	44
Segunda sesión.....	46
Tercera sesión	47
Cuarta sesión.....	48
Instrumentos de evaluación y recursos educativos.....	50
Escenario del problema para el ABP.....	50
Video	50
SQCAAP	51
C-Q-A.....	52
Bitácora COL.....	53
Cuestionario inicial y final	54
Rúbricas de evaluación.....	55
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	56
Análisis cuantitativo	56
Análisis cualitativo.....	56
Primera sesión.....	56
SQCAAP	56
Segunda sesión.....	60
C-Q-A.....	60
Bitácora COL.....	67
Tercera sesión	74
Bitácora COL.....	74
Cuarta sesión.....	80
Bitácora COL.....	80
Cuestionarios inicial y final	87
Rúbricas de evaluación.....	90
CONCLUSIONES	92
REFERENCIAS.....	94
ANEXOS	105
ANEXO I. Escenario del problema del ABP.	105
ANEXO II. SQCAAP	107

ANEXO III. C-Q-A.....	108
ANEXO IV. Bitácora COL.	109
ANEXO V. Cuestionario previo y posterior.	110
ANEXO VI. Instrumento de evaluación para la autoevaluación.	114
ANEXO VII. Instrumento de evaluación para la co-evaluación.	114
ANEXO VIII. Instrumento para la evaluación al estudiante.....	116
ANEXO IX. Instrumento para la evaluación al tutor.....	117
ANEXO X. Diagrama.....	118
ANEXO XI. Planeaciones didácticas.	119
Sesión 1	119
Sesión 2	120
Sesión 3	121
Sesión 4	122
ANEXO XII. Mutaciones	123
MUTACIONES	123
Mutaciones génicas.....	124
Sustituciones de bases	124
Inserciones y deleciones.....	125
Expansión por repetición de trinucleótidos.....	126
Mutaciones espontáneas e inducidas.	128
Mutaciones espontáneas y la replicación.....	128
Las mutaciones y los cambios químicos espontáneos	130
Mutaciones inducidas	132
ANEXO XIII.....	135
Investigaciones realizadas con la estrategia ABP sobre temas relacionados con genética en la Educación Media Superior.	135

LISTA DE ABREVIATURAS

ABP: Aprendizaje Basado en Problemas

ADN: Ácido desoxirribonucleico (Siglas en inglés, DNA)

Bitácora COL: Bitácora sobre la Comprensión Ordenada del Lenguaje.

C-Q-A: Corresponde a la preguntas ¿Qué **conozco** sobre el tema? (**C**), ¿Qué **quiero** aprender? (**Q**) y ¿Qué **aprendí**? (**A**).

EMS: Educación Media Superior

ENP: Escuela Nacional Preparatoria

PBL: Problem Based Learning (Aprendizaje Basado en Problemas).

RIEMS: Reforma Integral de la Educación Media Superior

SNB: Sistema Nacional de Bachillerato

SQCAAP: Corresponde a las preguntas, ¿Qué pensamos que **sabemos** sobre el tema? (**S**), ¿Qué **queremos** averiguar sobre el problema? (**Q**), ¿**Cómo** haremos para averiguarlo? (**C**), ¿Qué esperamos **aprender**? (**A**), ¿Cómo **aplicaremos** lo que hemos aprendido a otros temas? ¿A nuestras vidas personales? (**A**) y ¿Cuáles nuevas **preguntas** nos planteamos? (**P**).

RESUMEN

Una propuesta innovadora que ha sido utilizada en varios niveles educativos y áreas es la estrategia Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) que postula que el aprendizaje está centrado en el estudiante promoviendo que éste sea significativo, esta estrategia permite al alumno comprender los fenómenos sociales, biológicos, económicos, políticos, etcétera a partir de problemas reales. En la actualidad, los docentes en Biología se preocupan por la realidad que implica la enseñanza de la ciencia pues los temas resultan ser abstractos y de difícil comprensión (Pantoja y Covarrubias, 2013). De acuerdo a varios autores la Genética es uno de los apartados de la biología difíciles de entender por el alumnado y de los que reúne más dificultad conceptual. Por ello, se sugiere la aplicación de estrategias como el ABP que de acuerdo a sus características permite que los estudiantes construyan sus conocimientos por medio de un problema relacionado con la vida cotidiana y con la ayuda de un tutor. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue aplicar el ABP para la enseñanza del subtema mutaciones. La estrategia se llevó a cabo en cuatro sesiones y se utilizó como problema ABP el caso de un jugador de futbol americano que ha tenido cambios en el comportamiento, además tiene antecedentes familiares del Baile de San Vito. En el método de trabajo se utilizaron instrumentos de evaluación como un cuestionario inicial y final de opción múltiple, rúbricas de evaluación (autoevaluación, co-evaluación y heteroevaluación) C-Q-A, SQCAAP y la Bitácora COL. Los resultados obtenidos en el presente estudio fueron analizados cualitativamente con el programa ATLAS.ti.v7 y cuantitativamente con el software de análisis estadístico miniTAB v.17. Los cuestionarios iniciales y finales fueron analizados y mostraron diferencias significativas. El análisis cualitativo de C-Q-A y la Bitácora COL demostró que durante el proceso de aprendizaje los estudiantes lograron describir los contenidos de mutaciones y genética molecular. También los estudiantes demostraron emociones positivas que favorecen el proceso de aprendizaje. En conclusión, el presente trabajo propició el entendimiento del tema mutaciones, promovió el trabajo en equipo y actitudes positivas hacia el aprendizaje del tema. El trabajo aporta una estrategia que permite mejorar los resultados en el aprendizaje del tema mutaciones y puede ser una alternativa para abatir el índice de reprobación reportado por la Escuela Nacional Preparatoria, UNAM.

ABSTRACT

Problem Based Learning (PBL) is an innovative proposal that has been used in several educational levels. PBL postulates that learning is centered on the student promoting learning. PBL allows the student to understand social, biological, economic, political process etc. from real problems. Nowadays Biology teachers are concerned about the reality and science teaching implies (Pantoja and Covarrubias, 2013). According to several authors, Genetics is one of the most difficult sections of biology to understand by students and Genetics have the most conceptual difficulties. It is necessary to apply strategies such as PBL that allows students to build their knowledge through a real problem. Therefore, the objective research was to apply the PBL for teaching subtheme mutations. The strategy was carried out in four sessions. This research used a PBL problem. The PBL problem describes a case of a football player who has had behavior changes and he has a family history with St Vitus' dance disease. In the PBL method I used different evaluation instruments. I used as an initial and final multiple choice questionnaire, evaluation rubrics (self-evaluation, co-evaluation and hetero-evaluation), C-Q-A, SQCAAP and the COL Logbook. The research results were analyzed qualitatively with the ATLAS.ti.v7 program and quantitatively with the statistical analysis software miniTAB v.17. The initial and final questionnaires were analyzed and showed significant differences. In qualitative analysis of C-Q-A and COL logbook showed that students during the learning process were able to describe mutations and molecular genetics topics. The students demonstrated positive emotions. According to study positive emotions improves the learning process. Thus, this work demonstrated that PBL promote mutations learning, promoted teamwork and positive attitudes in learning mutation process. This project provides a strategy to improve learning in mutations topics and this work can be an alternative to improve failure range reported by Escuela Nacional Preparatoria, UNAM.

ESTRATEGIAS PARA EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON LA GENÉTICA EN LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR.

INTRODUCCIÓN

Las estrategias de enseñanza y aprendizaje son un conjunto de procedimientos, métodos, técnicas, procedimientos, instrumentos, actividades y recursos cognitivos que utilizan los profesores con la finalidad de generar en los estudiantes aprendizajes significativos (Acosta y Boscán, 2014, p. 4). Las estrategias de enseñanza y aprendizaje son procesos que se deben llevar al cabo entre el docente y el alumno, por lo tanto son secuencias de acciones conscientes, voluntarias, controladas y flexibles, que se convierten en hábitos para quien se instruye, cuyo propósito es el aprendizaje y la solución de problemas tanto en el ámbito académico como fuera de él (Díaz-Barriga y Hernández, 2007, p. 176). Esto quiere decir que las estrategias conllevan al alumno a un aprendizaje significativo y a la resolución de problemas. La investigación de estrategias de enseñanza ha abordado aspectos como los siguientes: diseño y empleo de objetivos e intenciones de enseñanza, preguntas insertadas, ilustraciones, modos de respuesta, organizadores previos, redes semánticas, mapas conceptuales y esquemas de estructuración de textos, entre otros (Dansereau, 1985, p.185). El tema de las estrategias de aprendizaje constituye una de las líneas de investigación más importantes, en los últimos años dentro de la Psicología de la Educación. En México, el estudio de las estrategias de aprendizaje toma especial relevancia a partir de la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) implementada en el 2011. La RIEMS señala que los y las estudiantes deben ser competentes para el aprendizaje. Este aprendizaje requiere que conozcan y usen distintas estrategias para motivarse, planificar, tomar decisiones, organizar información y controlar el contexto de estudio (Secretaría de Educación Pública,

2011). En la educación media superior algunos docentes suponen que los alumnos ya poseen las estrategias necesarias para tener resultados favorables en las materias, pero generalmente encuentran que no es así. Por ello, independientemente del grado escolar que enseñe, el docente debe asegurarse de que los estudiantes sepan utilizar las estrategias que facilitan su aprendizaje, o bien enseñar estas estrategias a sus estudiantes para que aprendan de manera independiente (Roux *et al.*, 2015, p. 2). Además, es habitual comprobar que los estudiantes suelen trabajar generalmente con la creencia de que sus fallos se deben más a la falta de capacidad que a su deficiente forma de estudiar (Valle, 2000, p. 427) y por el contrario, se debe a que no saben aplicar las estrategias correctas para poder adquirir el aprendizaje; además, algunas de las estrategias que aplican los docentes se limitan a comprobar la memorización de información y rara vez se ocupan de alcanzar niveles cognitivos como la comprensión (Morales y Landa, 2004, p. 146).

Una estrategia que ha sido utilizada en varios niveles educativos y áreas es la estrategia del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) que postula que las estrategias estén centradas en el estudiante y que los conocimientos previos sean utilizados en los contextos, esta estrategia permite al alumno comprender los fenómenos sociales, biológicos, económicos, políticos, etcétera, a partir de situaciones reales.

En la actualidad los docentes en Biología se preocupan por la realidad que implica la enseñanza de la ciencia pues los temas resultan ser abstractos y de difícil comprensión (Pantoja y Covarrubias, 2013, p. 95).

La genética es uno de los apartados de la biología difíciles de entender por el alumnado y de los que reúne dificultad conceptual (Porrás y Oliván, 2013, p. 307) (Kibuka, 2007, p.58), sin embargo, es uno de los temas que puede llegar a atraer a los alumnos y esto se debe a que en mayor medida estos temas se encuentran relacionados con ciertas aplicaciones en la vida real como, por ejemplo, la obtención de alimentos transgénicos, los síndromes genéticos, la herencia mendeliana, etcétera. Los temas mutación y recombinación genética son vistos en todos los programas de EMS y se ha demostrado que los alumnos presentan

dificultades para obtener aprendizajes significativos. Además, los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias muestran que el aprendizaje de estos temas es poco significativo y que, pese a haber mediado instrucción, la genética continúa siendo escasamente comprendida por los estudiantes. El origen de las dificultades se debe a los conceptos de esta disciplina, los conocimientos y formas de razonamiento de los alumnos, las estrategias didácticas implementadas y las características de los libros de texto utilizados para enseñar y aprender estos contenidos (Figini y Micheli, 2005, p.10). Por lo tanto, es necesario el uso de estrategias como el ABP que permitan comprender los contenidos abstractos de la Biología, como las mutaciones. El ABP permite que los alumnos participen en el proceso de aprendizaje guiados por un tutor y que aprendan por medio de un problema relacionado con la vida cotidiana.

JUSTIFICACIÓN

La enseñanza en ciencias es un tema de preocupación en la investigación educativa ya que los contenidos de las materias como Biología resultan ser complicados y abstractos para los alumnos. En Biología, la genética es una de las áreas más difíciles de comprender debido a los temas que mayoritariamente son complejos (Caballero, 2008, p. 230) y que actualmente están relacionados con muchos temas de la vida cotidiana, como las mutaciones genéticas (Smith, 1988, p.116); por lo tanto, es necesario el uso de estrategias de enseñanza y aprendizaje que permitan promover el aprendizaje significativo que permita a los estudiantes comprender las mutaciones como tema abstracto y que además puedan manejar la información para poder tomar parte activa en las discusiones que se generan en estos campos. El ABP es una alternativa metodológica en la enseñanza de las ciencias biológicas ya que permite desarrollar habilidades cognitivas, se identifican las necesidades para buscar una solución y promueve la participación activa, así como el aprendizaje colaborativo y significativo a diferencia de la enseñanza magistral en la cual la información es meramente

unidireccional y no es importante el proceso de enseñanza. Por todo esto los objetivos del presente trabajo son:

OBJETIVO GENERAL

- Aplicar el ABP en la enseñanza del subtema mutaciones en la EMS.
- Propiciar el aprendizaje del subtema mutaciones a través de la metodología didáctica ABP.

Objetivos Particulares

- Evaluar la participación de los alumnos con la estrategia ABP y la influencia de esta estrategia en el desempeño académico y aprendizaje de los estudiantes.
- Promover en los estudiantes actitudes y valores que favorezcan al trabajo colaborativo.
- Promover en los estudiantes interés ante problemas genéticos que repercuten en la vida cotidiana.

HIPÓTESIS

- A través de la aplicación del ABP como estrategia didáctica se espera que los estudiantes aprendan y comprendan el subtema mutaciones del plan de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP).

EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR EN MÉXICO.

De acuerdo a la Ley General de la Educación existen distintos niveles educativos en el Sistema Educativo Mexicano (SEM) los cuales son preescolar, primaria, secundaria, medio superior y superior. El artículo 37 de la Ley General de la Educación menciona que la Educación Media Superior (EMS) incluye bachillerato, niveles equivalentes y la educación profesional técnica. EMS corresponde a un nivel posterior a la educación básica (preescolar, primaria y secundaria) y a un nivel previo a la licenciatura (educación superior).

La EMS está establecida en 52% de los municipios del país con distintos propósitos (McGinn *et al.*, 2014., p. 160). En el nivel medio superior, los planes de estudio tienen en su mayoría una duración de tres años y una minoría de dos y cuatro años (Alcántara y Zorilla 2010, p. 42). Los planes de estudio son administrados en periodos de tiempo semestral, cuatrimestral o anual. Los planes de estudio han sido desarrollados de acuerdo a las corrientes pedagógicas contemporáneas y a distintos documentos institucionales, gubernamentales, internacionales y administrativas federales. En general, el sistema educativo mexicano pretende que los estudiantes sean capaces de buscar, ordenar e interpretar la información de diferentes campos disciplinarios y que a su vez la información pueda ser aplicada a su vida cotidiana. Además, la mayoría de los contenidos y estructuras curriculares de la EMS están enfocados a la educación por competencias y centrada en el aprendizaje de los alumnos, no solo en contenidos sino que también se evalúan las habilidades y aptitudes de los estudiantes (Plan Educativo Nacional, 2012). Cabe mencionar que los objetivos de los planes de estudio, los contenidos y la estructura curricular dependerán del modelo de la institución educativa.

El sistema de EMS tiene tres modalidades las cuales son: bachillerato general, bachillerato bivalente y educación profesional técnica.

El bachillerato general consiste en que el alumno desarrolle sus estudios en distintas áreas como las científicas, humanísticas, tecnológicas, artísticas y

deportivas, con el propósito de estudiar al término del bachillerato el nivel superior o la licenciatura.

La segunda corriente corresponde al bachillerato bivalente, que se nombra así porque combina la educación profesional técnica con el bachillerato que pretende preparar a los alumnos para los estudios superiores. Un ejemplo es el Centro de Estudios Superiores y Tecnológicos (Cecyt) el cual pertenece al Instituto Politécnico Nacional (IPN). La formación profesional técnica que reciben los alumnos es reconocida por la Dirección General de Profesiones. El bachillerato pretende que los estudiantes se desarrollen en el campo laboral y que aspiren a la educación superior (Alcántara y Zorilla 2010, p. 50).

La tercera opinión corresponde a la educación profesional técnica que tiene como propósito que los estudiantes obtengan una carrera técnica que les permita incluirse en el campo laboral y profesional. Los títulos técnicos que ofrecen las instituciones de educación profesional técnica son reconocidos por la Dirección General de Profesiones. En México las instituciones que imparten la educación técnica son el Colegio Nacional de Estudios Profesionales (CONALEP) y los Centros de Estudios Superiores Tecnológicos e Industriales y de Servicios (CETIS).

Las modalidades del sistema educación media superior a su vez se componen de otras instituciones educativas las cuales son reguladas por otros organismos institucionales como la subsecretaria de Educación Media Superior (SEMPS) que pertenece a la SEP, el IPN y la Universidad Autónoma de México (UNAM). Es evidente que el sistema de EMS es diverso. A continuación se muestran las distintas instituciones de la EMS (Tabla I).

Tabla I. Escuelas, centros y centros de capacitación de la República Mexicana que pertenecen al nivel medio superior.

Organismo que regula y administra.	Escuelas, centros, colegios y centros de capacitación.
Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS)	Colegio de Bachilleres (COBACH), Centros de Capacitación para el Trabajo Industrial (CECATI), Centros de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTIS), Centros de Estudios Tecnológicos Industriales y de Servicios (CETIS), Colegios Nacional de Educación Profesional (CONALEP), Centros de Enseñanza Técnica (CETI), Dirección General de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar (DGE CyTM), Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI), Centros de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA), Centros de Bachillerato Tecnológico Forestal (CBTF) y los Tele-bachilleratos Comunitarios.
Instituto Politécnico Nacional (IPN)	Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT) y el Centro de Estudios Tecnológicos (CET).
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Escuela Nacional Preparatoria (ENP), Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), Bachilleratos a distancia, escuelas con Sistema Incorporado (SI) a la UNAM como el Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE) en el cual se realizó el presente trabajo.
Sistema de Bachillerato del Gobierno del Distrito Federal (SBGDF)	Instituto de Educación Media Superior del Distrito Federal (IEMS).

FUENTE: Elaboración propia. Datos tomados de la Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS), 2018.

Situación actual de la Educación Media Superior en México.

La demanda educativa de las instituciones del nivel medio superior se ha incrementado un 64% durante los últimos 33 años. A pesar de la alta demanda hacia las escuelas la eficiencia terminal es baja. En el bachillerato la eficiencia terminal ha disminuido aproximadamente un 6% y en la educación profesional técnica ha aumentado un 3%. El Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), en 2011, determinó que una de las causas por las que la eficiencia terminal ha disminuido se debe a que existe un rezago educativo debido a la baja aprobación de las asignaturas.

En la EMS, un problema prioritario para la Subsecretaría de Educación Media Superior es la tasa de abandono. Ésta consiste en que cada año, en México, 650 mil alumnos dejan la escuela del nivel medio superior. Un factor importante que determina el abandono escolar es que el alumno presente bajas calificaciones (Villa, 2014, p. 38) debido a circunstancias económicas, problemas personales y la ausencia de estrategias suficientes para el aprendizaje y la enseñanza, y a las prácticas profesionales de los docentes.

En los últimos seis años, en la EMS han surgido cambios regulados por diferentes sistemas de la República Mexicana. Por ejemplo, a partir del 20 de septiembre del 2011, el Senado de la República aprobó como nivel educativo obligatorio la EMS. Se pretende que en los años 2020 y 2021 el nivel medio superior esté presente en todo el país. Al convertirse obligatoria la EMS se deberá mejorar la calidad de la educación ofrecida a los estudiantes y que responda a las necesidades de la sociedad. Esto puede ser posible por medio del establecimiento de diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje para los estudiantes. Para cumplir con el objetivo el SNB (Sistema Nacional de Bachillerato) estableció la Reforma Integral de Educación Media Superior (RIEMS), la cual propone un nuevo marco de organización que promueva la existencia de bachilleratos que se adecúen a la realidad, contexto y necesidades de los jóvenes. Además la RIEMS señala que los

y las estudiantes deben ser competentes para el aprendizaje. Este aprendizaje, requiere que conozcan y usen distintas estrategias para motivarse, planificar, tomar decisiones, organizar información y controlar el contexto de estudio (Secretaría de Educación Pública, 2011). De acuerdo a Villar, 2014, para cumplir la meta propuesta por el SNB, es importante que las instituciones educativas mejoren de manera efectiva el aprendizaje de los alumnos por medio del trabajo de los docentes y la revisión de planes de estudio que permitan la mejora de las prácticas profesionales docentes.

De acuerdo a la SEMPS y a la RIEMS es necesaria la implementación de estrategias de enseñanza y aprendizaje que permitan el aprendizaje significativo en los jóvenes de la EMS.

Escuela Nacional Preparatoria (ENP).

La Escuela Nacional Preparatoria fue fundada en 1867 y actualmente es una institución que pertenece a la educación pública y media superior. Forma parte del sistema educativo mexicano y es uno de los subsistemas de la UNAM e imparte el nivel educativo de bachillerato y once opciones de formación técnica para los alumnos que deseen cursarla (González y Hernández, 2015, p. 64). El bachillerato años: cuarto , quinto y sexto año. El último año permite a los alumnos incorporarse a un área a fin a la carrera que elegirán al término del último año de preparatoria. Comprende cuatro áreas:

- Área I: Ciencias Físico - Matemáticas y de las Ingenierías.
- Área II: Ciencias Biológicas y de la Salud.
- Área III: Ciencias Sociales.
- Área IV: Las Humanidades y las Artes.

La ENP cuenta con un plan de estudios que pertenece al año 1996. El plan de estudios del bachillerato de la ENP se define en torno a tres núcleos del curriculum: núcleo básico, formativo cultural y propedéutico (Plan de Estudios, 1996). Cada núcleo está relacionado con la maduración cognitiva de los estudiantes y la complejidad de los contenidos, con una etapa y objetivo (Tabla II).

Tabla II. Núcleos del Plan de Estudios de la Escuela Nacional Preparatoria (1996).

Año	Núcleo	Etapas	Objetivo
Cuarto año	*Núcleo básico	Introducción	Formación de competencias básicas mediante planteamiento integrador de los contenidos como la comunicación, la organización de información y el análisis.
Quinto año	*Núcleo formativo cultural	Profundización	Maduración de sus estructuras cognitivas. Los alumnos y alumnas podrán desarrollar un nivel cognitivo más alto como el de comprensión, análisis, explicación e interpretación. El alumno podrá desarrollar su capacidad para planear y ejecutar la investigación científica.
Sexto año	Núcleo básico *Núcleo formativo cultural *Núcleo propedéutico	Orientación.	Atiende las necesidades cognitivas que el alumno requiere para el nivel superior.

FUENTE: Datos tomados del Plan de Estudios de la ENP, 1996.

De acuerdo al plan de estudios de ENP cada año que cursan los estudiantes son regidos por cuatro ejes de formación:

- Matemáticas,
- Ciencias naturales
- Histórico- social
- Lenguaje, comunicación y cultura.

Misión de la ENP

De acuerdo al Plan de Desarrollo Institucional del 2014-2018 la misión de la ENP es: brindar a los alumnos una educación de calidad que les permita incorporarse con éxito a los estudios superiores y así aprovechar diversas oportunidades y enfrentar los retos del mundo actual, mediante la adquisición de una formación integral que les proporcione:

- Una amplia cultura de aprecio por su entorno y la conservación y cuidado de sus valores.
- Una mentalidad analítica, dinámica y crítica que les permita ser conscientes de su realidad y comprometerse con la sociedad.
- La capacidad de obtener por sí mismos nuevos conocimientos, destrezas y habilidades, que les posibilite enfrentar los desafíos de la vida de manera positiva y responsable.

También parte de la misión de la ENP es realizar investigación educativa para desarrollar y aplicar nuevos métodos y técnicas avanzadas que eleven la calidad de los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Visión de la ENP

La visión de la ENP es consolidar la calidad de la formación integral (general y propedéutica) que ofrece (Plan de Desarrollo Institucional del 2014-2018).

Situación Actual de la ENP.

La ENP ha contado con un número significativo de modificaciones de sus planes de estudio que han sido orientados a las nuevas tendencias en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Plan de Desarrollo Institucional, 2010-2014), lo que ha permitido mejorar en varios aspectos educativos de la escuela. Sin embargo la ENP está relacionada con la baja eficiencia terminal que es uno de los problemas de gran interés para la Subsecretaría de Educación Media Superior. De acuerdo al Plan de Desarrollo de la ENP (2014-2018) la eficiencia terminal se ha mantenido durante los últimos años en un 71%.

Por lo anterior, la ENP ha realizado muchas modificaciones entre las que destacan las estrategias de enseñanza y aprendizaje tomando en cuenta el plan de estudios de 1996. La intención es reducir en las clases la estrategia de tipo expositiva lo que significa contemplar otras estrategias, como el estudio de casos, el aprendizaje basado en problemas (ABP), resolución de problemas, el uso de la tecnología de la educación o proyectos de investigación que permitan mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, promover aprendizajes autónomos y significativos (Plan de Desarrollo Institucional 2010-2014 y 2014-2018). Es importante mencionar que la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS) forma parte de una de las herramientas para cumplir los objetivos de los planes de desarrollo de la ENP ya que la maestría es considerada una garantía pedagógica y disciplinar que promueve el impacto y mejora de los resultados académicos.

La asignatura de Biología V en la Escuela Nacional Preparatoria.

La materia de Biología V forma parte del núcleo propedéutico y del eje de formación de las ciencias naturales del plan de estudios de 1996 de la ENP. La asignatura se ubica en el sexto año del bachillerato y es obligatoria para los estudiantes que cursan sus estudios en el Área II: Ciencias Biológicas y de la Salud.

Propósitos de la asignatura

De acuerdo al programa de estudios de la asignatura de Biología V del plan de estudios de 1996, la asignatura de Biología V tiene distintos propósitos (Figura 1) los cuales son:



Fig. 1. Propósitos de la asignatura Biología V.

FUENTE: Elaboración propia. Con datos tomados de la Dirección General de la Escuela Nacional Preparatoria (DGENP), 2017.

En la materia de Biología V se pretende que los alumnos del Área II adquieran las bases del conocimiento biológico y que a su vez obtengan una cultura general

sobre los fenómenos biológicos. El plan propone que durante las sesiones de clase se utilicen diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje como el planteamiento de problemas que favorecen el desarrollo de una actitud de investigación.

De acuerdo al programa de la materia el incremento de la actividad del proceso de aprendizaje en el alumno le promoverá mayor responsabilidad y autoaprendizaje. También menciona que es importante el trabajo docente con el alumno ya que permite que el estudiante desarrolle habilidades como la indagación, el análisis y la extracción de ideas centrales del texto.

El programa de estudios de Biología V está dividido en seis unidades (Tabla III), propone la revisión de contenidos básicos y que el desarrollo de las unidades esté centrado en los alumnos.

Tabla III. Unidades de la asignatura Biología V.

Unidad	Título de la unidad
Primera	Nutrición y estructura de los seres vivos.
Segunda	Metabolismo
Tercera	Regulación y continuidad de la vida
Cuarta	Comunicación y desarrollo en los seres vivos
Quinta	Interacción de los seres vivos con su ambiente
Sexta	Biología y sociedad

FUENTE: Elaboración propia. Con datos tomados de la Dirección General de la Escuela Nacional Preparatoria (DGENP), 2017.

Escuelas del nivel medio superior incorporadas a la UNAM

Las escuelas incorporadas a la UNAM son organismos con capacidad de ofrecer educación en algún nivel de estudios y pueden estar incorporadas a la ENP o al CCH. Todas se apegan a los planes de estudio y programas académicos esto quiere decir que cuentan con la calidad académica que ofrece la UNAM. Además las escuelas incorporadas constantemente son supervisadas ya que deben contar con requisitos de orden académico, administrativo y funcionalidad de las instalaciones físicas. También cuentan con la autorización de la Comisión Especial del Consejo Universitario de la propia UNAM (Suárez y Guillen, 1996, p. 4).

Actualmente en la UNAM existe la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios (DGIRE) que regula el funcionamiento del Sistema Incorporado (SI) que engloba a todas las escuelas incorporadas autorizadas. A su vez la DGIRE tiene como objetivo: “Otorgar validez académica a los estudios realizados en instituciones de educación, distintas a la UNAM, mediante la incorporación, la certificación, la revalidación y la equivalencia de planes y programas de estudios que cumplan con la normatividad universitaria” (DGIRE, 2017).

Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE)

El Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE) pertenece a la red de escuelas incorporadas de la UNAM, desde 1977. El IUCE es una institución de enseñanza media superior con un ambiente educativo de alto nivel académico y de carácter privado. También forma parte de la Universidad Salesiana A.C., instituto dedicado a la formación integral de la juventud mexicana (Reglamento del Instituto Universitario de Ciencias de la Educación, 2018, p.9).

La Universidad Salesiana pertenece a la Red de Universidades Salesianas con presencia en Europa, Asia y América, cuyo propósito es “formar buenos cristianos y honrados ciudadanos, en servicio de la sociedad y el país”.

MARCO TEÓRICO

La enseñanza tradicional vs ABP

La enseñanza tradicional es el modelo dominante en el sistema escolarizado donde el sujeto más activo es el docente al cual le corresponde organizar el conocimiento, aislar y elaborar lo que debe ser aprendido, así como trazar el camino por el que marcharán sus alumnos. El profesor es modelo y guía, al que se debe imitar; en el caso de los alumnos, recurren a la memorización sin que se utilicen conocimientos en situaciones de la vida real. Los conceptos se toman acríticamente sin que se desarrollen otros conocimientos. Se despliega un pensamiento empírico que tiene un carácter clasificador, ordenador, el alumno se orienta por las cualidades externas del objeto y por propiedades aisladas (Pérez, 2004, p. 49-50).

En la enseñanza tradicional se han utilizado los principios de la teoría de la comunicación (Griffin, 2006, p. 85 y Herrero, 2009, p. 48), donde se establece la existencia de un emisor, un mensaje y un receptor entonces el maestro es el transmisor, la información son los contenidos y el receptor es el alumno el cual nunca tendrá un papel activo en la clase. El papel del transmisor debe ser claro y con habilidades para mantener la atención de la audiencia que recibe el mensaje. El receptor, a su vez, debe prestar atención y concentrarse en comprender y asimilar la información recibida. También en este modelo de enseñanza no se considera el proceso de aprendizaje en los alumnos, por lo tanto no se plantean estrategias que el estudiante deba realizar, tampoco se controla cómo va ocurriendo ese proceso de adquisición del conocimiento. A pesar de lo anterior el modelo tradicional se mantiene en la actualidad de forma bastante generalizada (Belias *et al.*, 2013, p. 23).

Se ha comprobado que cuando los docentes desarrollan sus clases de una manera tradicional como la repetición continua de ejercicios y problemas de aplicación por parte del profesor, los estudiantes no interiorizan los conceptos expuestos, sino que solo memorizan procesos, lo que no les permite

contextualizar ese conocimiento en situaciones diferentes a las que han memorizado (Becerra, 2014, p.76).

De acuerdo a todo lo anterior se muestran a continuación las ventajas y desventajas del uso de este método de enseñanza (Tabla IV).

Tabla IV. Ventajas y desventajas de la enseñanza tradicional.

Ventajas	Desventajas
Se apoya de la experiencia del docente e inspira confianza.	Los expertos no necesariamente son buenos comunicadores.
Puede ser útil para tratar grupos grandes.	Es difícil determinar el aprendizaje logrado en los alumnos.
Permite presentar hechos de manera directa	La comunicación es unidireccional (hacia el alumno)
	La audiencia adopta una actitud predominante pasiva.
	Las clases pueden ser aburridas ya que la figura activa es solo el profesor.

FUENTE: Elaboración propia. Datos tomados de Gutiérrez *et al.*, 2012.

Aprendizaje basado en problemas (ABP)

El ABP tiene sus antecedentes en el llamado "método de entrenamiento en investigación" que se desarrolló por Richard Shuman en los 60's con fundamento en el aprendizaje por descubrimiento de Jerome Bruner y en los principios del método inductivo aplicado en el método científico (Pantoja y Covarrubias, 2013, p. 96-97).

La estrategia del ABP tiene sus primeras aplicaciones y desarrollo en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Mc Master en Canadá en los años 60's (Barrows y Tamblyn, 1980, p.9). El objetivo que esta facultad quiso desarrollar fue mejorar la educación médica cambiando el modo de enseñanza que consistía en una acumulación de temas y exposiciones docentes a uno en el cual se aprendiera con problemas de la vida real, donde confluyeran otras disciplinas que podrían ayudar a dar solución a los problemas, posteriormente esta estrategia dio buenos resultados (Gutiérrez *et al.*, 2013, p.6). Actualmente, los planes de estudio de escuelas de medicina en muchas partes del mundo están estructurados de conformidad con el ABP, como el de Limburg en Maastricht, Holanda, Nuevo México, en EE.UU. y New Castle, en Australia han logrado un notable prestigio a nivel internacional. Se ha demostrado que el ABP no se limita a las escuelas de medicina, pues actualmente es utilizada en carreras profesionales, en educación media superior, superior y posgrados (Chair Problem Based Learning, 2008).

El ABP es una herramienta que ha sido empleada en América Latina, en especial en la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad de Colima y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (Olivares, 2001; Díaz-Barriga, 2006, p.183).

Esta estrategia es definida de acuerdo a Barrows (1986, p.158) como un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición de nuevos conocimientos; también es definido como un proceso didáctico que se basa en la enseñanza denominada aprendizaje por descubrimiento, que contrasta con la estrategia tradicional o magistral. Si en la estrategia magistral el docente es el gran protagonista del proceso enseñanza-

aprendizaje, en el ABP es el estudiante quien se apropia del proceso, busca la información, la selecciona, organiza e intenta resolver con ella los problemas enfrentados. El docente es un orientador, un expositor de problemas, sugiere fuentes de información y colabora con las necesidades del estudiante por lo tanto se define como una estrategia de enseñanza-aprendizaje.

Características del ABP

El ABP ha sido fundamentado en teorías educativas de la psicología y aportaciones de Piaget, Ausbel y Vigostsky. La psicología cognitiva y el paradigma del constructivismo proporciona bases que han formado esta estrategia (Matus *et al.*, 2005, p.25)

Se parte de las ideas de que el aprendizaje es un proceso de construcción del nuevo conocimiento sobre la base de un conocimiento previo, es un proceso no receptivo, por lo tanto es constructivo; los factores sociales y contextuales tienen influencia sobre el aprendizaje y la metacognición que conlleva a la reflexión de los conocimientos y de cómo se aprende (Glaser, 1991, p.133). La metacognición es importante ya que permite la autorregulación y la autodirección por parte de los alumnos para que desarrollen habilidades que permitan hacer frente a la gran cantidad de información disponible y que sean capaces de continuar su aprendizaje (Medrano *et al.*, 2015, p. 6-7).

El constructivismo es un paradigma que no solo permite que el alumno adquiera conocimiento conceptual sino también destrezas y habilidades para la construcción de las nociones y procesos que orientan al sujeto a las ciencias (Alvarado y Flores, 2010, p. 11).

El ABP por lo tanto parte de los siguientes principios constructivistas:

- El conflicto cognitivo cuando el alumno se enfrenta a una nueva situación estimula el aprendizaje.
- El entendimiento surge de las interacciones del medio ambiente y el reconocimiento de los procesos sociales.

De acuerdo a los puntos anteriores el ABP pretende que el alumno tenga un enfoque integral (filosófico, social, histórico, científico).

Además en el ABP se llevan a cabo interacciones sociales que de acuerdo a Vygotsky (1978, p.138), Bandura (1986, p.89), Carretero y Velaz (1994, p.19) y Loya (2014, p.32) reconocen la importancia de los procesos sociales para el aprendizaje. El primer autor enfatiza que la interacción social es un factor importante para el desarrollo de la cognición, mientras que la teoría de Bandura postula la importancia de la observación, el modelado de los comportamientos, actitudes y reacciones emocionales de los demás para aprender (p. 312). Loya (p.33), Carretero y Velaz (p.75) conciben que el aprendizaje es una construcción que se logra por medio de la interacción entre factores sociales e individuales. La construcción del conocimiento entre individuos se debe al intercambio de información y a los conflictos cognitivos que se generan en el proceso de aprendizaje.

Ambos autores acentúan que las interacciones sociales forman parte de una estrategia que permiten el aprendizaje significativo para los seres humanos (Medrano *et al.*, 2015, p.8). En la psicología evolutiva se argumenta que es posible que hayamos evolucionado culturalmente por medio de la observación e imitación en los grupos (Sweller y Sweller, 2006, p. 450).

El ABP es definido como un desafío para el estudiante ya que contribuye a que "aprenda a aprender" por medio de un problema real, el cual resulta en un conflicto cognitivo que le permite plantearse interrogantes y buscar respuestas a ellas; por lo tanto, unas de las características principales del ABP está en facilitar el aprendizaje significativo (Curin, 2016, p. 4-5) y fomentar en el alumno la actitud positiva hacia el aprendizaje y la autonomía. A partir del problema, los alumnos desarrollan preguntas que permiten llegar a nuevos conocimientos (Morales y Landa, 2004, p.146).

A diferencia de la enseñanza tradicional la transferencia de información hacia el alumno es eliminada en la estrategia ABP, ya que la información se vierte en el

grupo y además es buscada, aportada y discutida en el mismo grupo (López, 2008, p. 210); esta estrategia posee otras características las cuales se muestran a continuación (Figura 2).

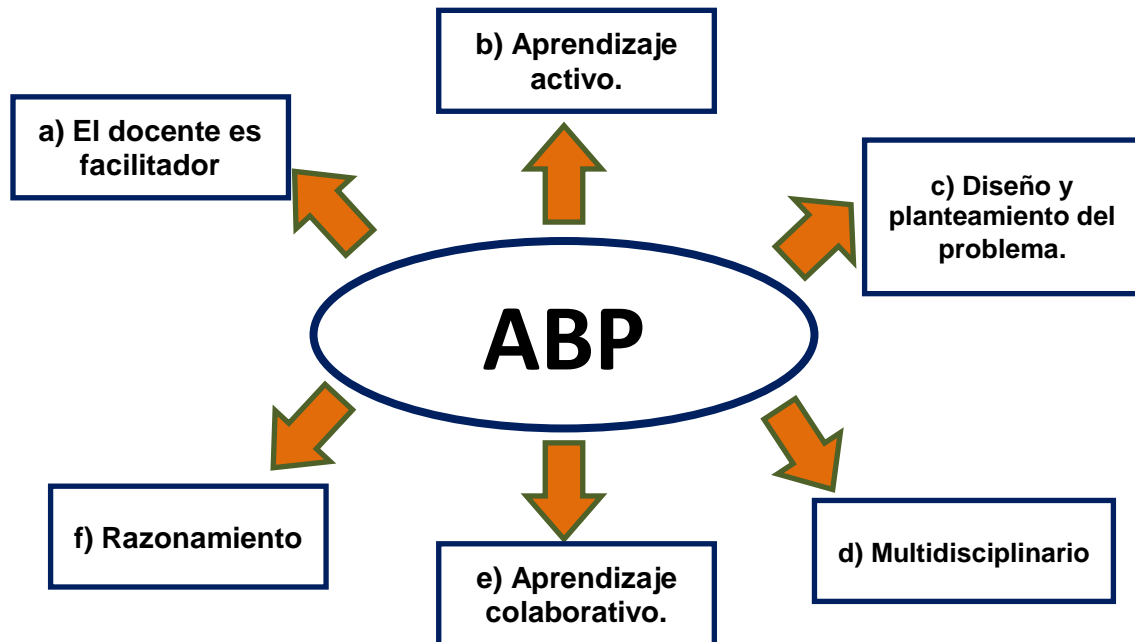


Fig. 2. Principales características del ABP.

FUENTE: Elaboración propia. Datos tomados de López, 2008.

- a) **El docente es el facilitador** o tutor del aprendizaje por lo tanto debe formular preguntas lógicamente concatenadas para afinar la hipótesis y, de allí, partir hacia la búsqueda de nuevos conocimientos. El facilitador tiene un papel importante en el proceso del ABP ya que ayuda a los alumnos en su proceso de aprendizaje y desarrollo de la estrategia. Esto quiere decir que el tutor debe lograr que el aprendizaje se centre en los estudiantes y no en el profesor. El facilitador en el ABP debe conocer bien los contenidos disciplinarios, mostrar flexibilidad frente al pensamiento de los alumnos, conocer y manejar el método del ABP y saber manejar grupos de aprendizaje (Gómez *et al.*, 2011, p.46).

- b) **El aprendizaje es activo**, esto quiere decir que se centra en el alumno y no en el profesor o sólo en contenidos, el estudiante se ve “obligado”, de manera espontánea y sin presión externa, a formular una respuesta hipotética de acuerdo con sus conocimientos previos, por lo tanto los estudiantes toman la responsabilidad de su propio aprendizaje, identificando lo que necesitan saber para comprender tema (Morales y Landa, 2004).
- c) **Diseño de problemas**: El problema en el ABP está relacionado con la vida real, es seleccionado o diseñado para lograr el aprendizaje de ciertos objetivos; el problema motiva a los estudiantes a la búsqueda de nuevos conocimientos. Se espera que los estudiantes aprendan a partir de los conocimientos del problema real y de la experiencia para buscar información por medio del trabajo de investigación. Como los problemas del ABP permiten diferentes aproximaciones en la búsqueda de su solución, se requiere tomar una decisión con base en los conocimientos previos y las pistas que ofrece el propio problema. esta característica del ABP es importante. Los nuevos conocimientos son para aplicarse, no para archivarse.
- d) **Multidisciplinario**: El trabajo motiva el uso de otras disciplinas para formular hipótesis y encontrar una solución.
- e) **Aprendizaje en grupos**: Se lleva a cabo en pequeños grupos lo que permite la participación de todos los alumnos; además, permite que el alumno intercambie conocimientos, experiencias y adquiera habilidades. En el desarrollo del ABP es fundamental el trabajo en grupos ya que el alumno puede identificar sus necesidades de aprendizaje, promover con los demás muestras de aprendizajes, participar como un miembro colegial del grupo tutorial, demostrar un nivel de compromiso con el problema, recibir apoyo y

motivación de los compañeros, reconocer y respetar las formas de pensar del resto del grupo (Gómez *et al.*, 2011, p.38).

- f) **Razonamiento:** Se utiliza el tercer nivel cognitivo de la taxonomía de Bloom. La estrategia está enfocada al proceso y la memorización viene por añadidura.

El problema o escenario en el ABP.

El ABP es una estrategia metodológica didáctica que provoca en el estudiante la necesidad de investigar a partir de sus propios cuestionamientos con el fin de adquirir conocimientos utilizando situaciones problemáticas basadas en la vida real (Loya, 2014, p. 39) por lo tanto es importante que el problema por medio del cual se desarrollará el ABP sea bien planteado y diseñado. El problema es el centro de todo el proceso, se considera medular ya que es el medio para motivar a los estudiantes para que realicen la búsqueda de la información a partir de sus conocimientos previos y para construir nuevos conocimientos. Debido a que el problema para motivar al alumno debe estar relacionado con el tema y describir un escenario de la vida real, se pueden utilizar temas como eventos mundiales, noticias actuales y aspectos de la vida de los estudiantes. También el problema debe presentar pistas y preguntas retadoras (Dolmans *et al.*, 1993, p. 210).

Los problemas deben caracterizarse por originalidad, piezas faltantes que el estudiante debe descubrir y buscar (Villalobos *et al.*, 2016., 561). La comprensión del escenario debe ser motivadora para el alumno, ya que no solo se toman en cuenta situaciones de la vida real sino también los contenidos disciplinares que se pretende que el alumno aprenda. Por lo tanto el problema debe plantearse con las siguientes características fundamentales:

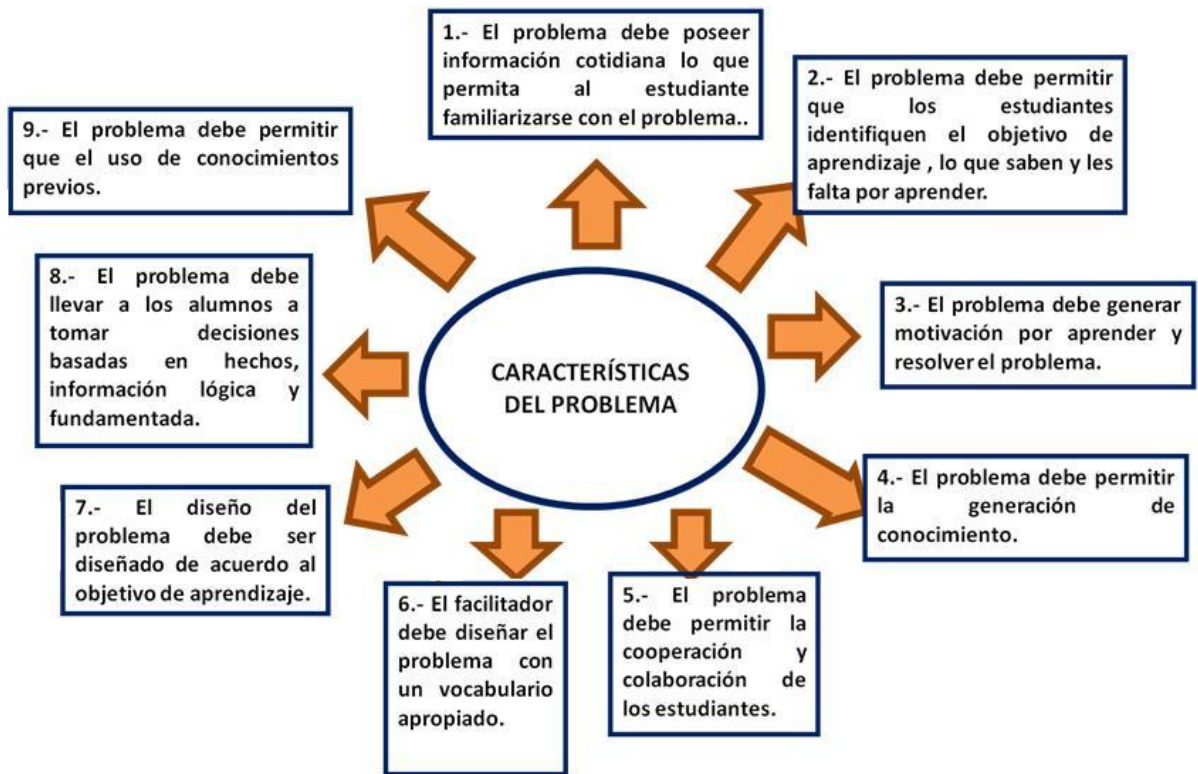


Fig. 3. Características principales del escenario o problema ABP.

FUENTE: Elaboración propia. Modificada y tomada de Loya, 2014 y Escribano y Del Valle, 2015.

La evaluación en el ABP.

En la estrategia ABP la evaluación forma parte del mismo proceso por lo tanto no es independiente de las acciones del profesor. La evaluación es una actividad compleja ya que en el ABP se evalúa a los estudiantes, a los compañeros del grupo y al tutor o facilitador. Esto quiere decir que debe existir la autoevaluación, la heteroevaluación y la coevaluación. La evaluación permitirá reflexionar y mejorar las actividades que se realizaron en el desarrollo del ABP. La evaluación debe considerar la metodología que se empleó para la recopilación de la información, dar a conocer a los alumnos cómo se les evaluará, tomar en cuenta los parámetros y los instrumentos de evaluación como matrices, rúbricas, listas de cotejo, etc.

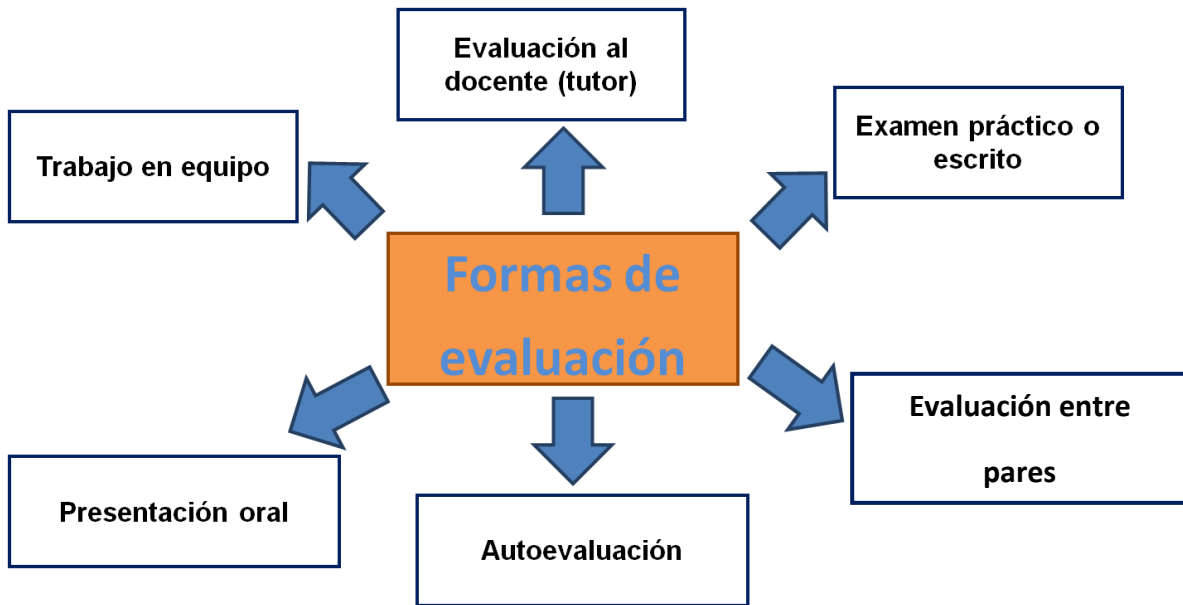


Fig. 4. Formas de evaluación en la estrategia ABP.

FUENTE: Modificada y tomada de Loya, 2014 y Escribano y Del Valle, 2015.

Ventajas del ABP

Para muchos investigadores educativos (Loya, 2014, p.68; Escribano y Del Valle, 2015, p. 139., ITSEM, 1999) y docentes es atractivo aplicar el ABP en la enseñanza porque:

- a) Promueve una cultura de trabajo cooperativo y colaborativo en el cual participan todos los miembros de un grupo.
- b) Promueve la interacción promoviendo el desarrollo de habilidades interpersonales como el trabajo en equipo, la evaluación de los compañeros, la presentación y defensa de la solución del problema.
- c) Promueve la interacción entre el tutor y el estudiante.
- d) Favorece a los procesos de pensar y aprender de forma consciente.
- e) Promueve el pensamiento crítico.
- f) Permite la autoevaluación a partir de procesos metacognitivos.
- g) Promueve el interés y preocupación por problemas actuales y comunes.
- h) Genera en los alumnos motivación y la voluntad por aprender.
- i) Promueve en el estudiante el interés por involucrarse más en el proceso de aprendizaje.
- j) El estudiante percibe la importancia de aprender por medio de la resolución de problemas de la vida cotidiana.
- k) La nueva información generada durante el ABP se integra a las redes existentes (conocimientos previos).
- l) Genera conflictos cognitivos en el estudiante y en el tutor.

Diferencias entre la enseñanza tradicional y el ABP

De acuerdo a la información planteada en Tabla V se muestran las diferencias entre la estrategia tradicional y el ABP.

Tabla V. Diferencias de acuerdo a las características (Gutiérrez *et al.*, 2013,p11)

Tradicional	ABP
El docente asume el rol de autoridad formal y él transmite la información a los alumnos.	El docente asume el rol de facilitador, tutor, guía. Se realiza una alianza entre alumno y docente.
Los profesores realizan el curso por exposiciones.	El docente organiza el curso basados en problemas reales.
Los alumnos son receptores pasivos.	El docente motiva a los alumnos los cuales son vistos como sujetos autónomos.
La información se transmite de forma unidireccional (docente →alumnos).	Los alumnos trabajan en equipos para resolverlos problemas a partir de la búsqueda de recursos y el docente guía en este proceso.
Los alumnos memorizan, transcriben y repiten información sobre actividades específicas.	Los alumnos identifican necesidades de aprendizaje (investigan, aprenden, aplican y resuelven).
El aprendizaje es individual y de competencia.	Los alumnos aprenden en un ambiente cooperativo.
Los profesores aceptan una sola respuesta correcta.	No hay una sola respuesta se formulan alternativas y se toman decisiones.
La evaluación es sumatoria y el profesor es el único evaluador.	Los alumnos evalúan su propio desempeño así como el resto del grupo. El docente se interesa en el proceso.

Diferencias entre el al proceso de aprendizaje tradicional y por ABP.

Entre el método tradicional se transmite información en forma unidireccional y no se enfoca en el proceso de aprendizaje, sino en la memorización, lo que no promueve el aprendizaje colaborativo y significativo, ya que no se toma en cuenta el contexto del alumno (Hernández *et al.*, 2003, p. 69) (ITSEM, 1999) (Figura 2). En cambio en el ABP el proceso de aprendizaje es cíclico (Figura 5) ya que a partir del problema que se plantea, el alumno puede generar conocimiento y nuevas preguntas. El ABP toma en cuenta el contexto del estudiante y promueve el aprendizaje colaborativo. Es importante mencionar que de acuerdo a Sola, 2006 y Loya, 2014 (p.40) el ABP no debe ser considerado como una receta mágica para el aprendizaje sino como una estrategia que proporciona la metodología, el sentido y la dirección correcta en el proceso de enseñanza y aprendizaje (p.40).

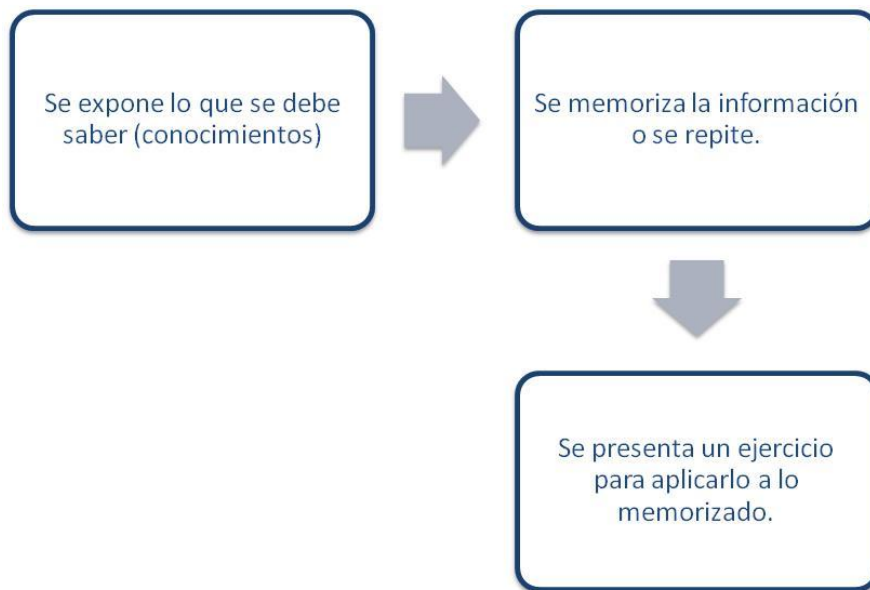


Fig. 5. Proceso de aprendizaje de acuerdo al método tradicional

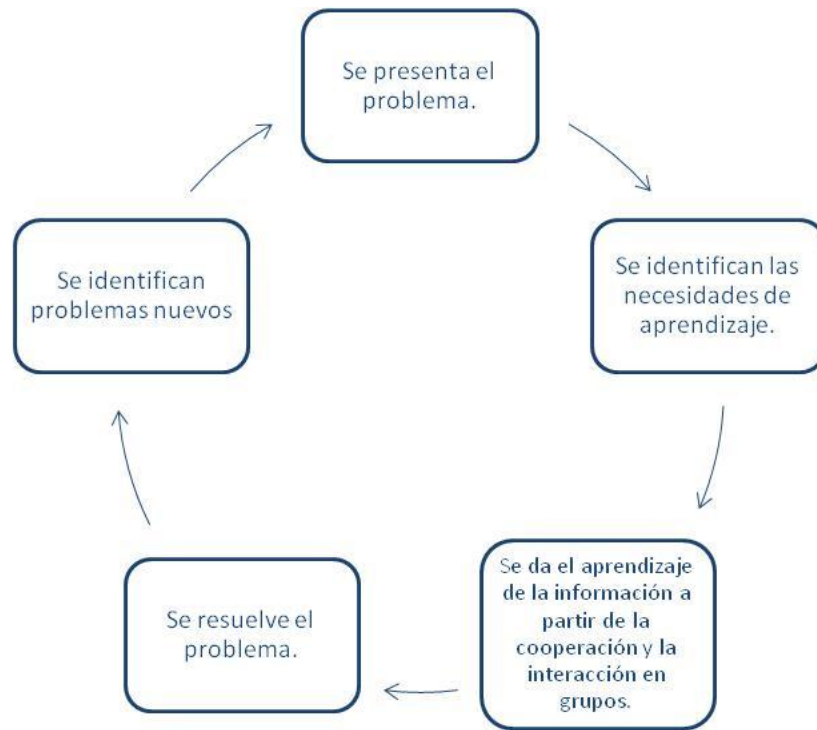


Fig. 6. Proceso de aprendizaje de acuerdo al ABP.

EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN LA BIOLOGÍA

El ABP es una estrategia que ha sido utilizada en distintos estudios para generar aprendizaje en los alumnos. El método de trabajo del ABP ha demostrado que los alumnos desarrollan diferentes habilidades y aprenden durante el proceso de ABP. Además el ABP toma en cuenta los conocimientos previos de los alumnos y el contexto de los alumnos, lo que permite que los alumnos estén interesados por el escenario o problema que se plantea.

El ABP se ha aplicado en distintas áreas del conocimiento como el área de las ciencias biológicas. En la asignatura de Biología se ha utilizado el ABP para distintos temas como la biodiversidad, evolución, metabolismo, genética, ecología, biología celular etc. En el área de la genética existen estudios que han demostrado resultados favorables en el aprendizaje de los estudiantes de educación media superior (Díaz, 2015., Zúnun, 2015., Uribe, 2012, Ríos, 2009) Las investigaciones que se han realizado se enfocan en distintos subtemas relacionados con la genética y pocos han sido enfocados en el subtema de mutaciones (Tabla VI).

El aprendizaje basado en problemas y la asignatura de Biología V del Plan de Estudios de la ENP.

En el ABP la construcción del conocimiento es entre individuos ya que durante el proceso los estudiantes realizan intercambio de información para llegar a la solución del problema o escenario. Actualmente, estas características empatan con los intereses de distintas instituciones de la EMS que buscan mejorar el proceso de aprendizaje. La estrategia ABP cuenta con las características que son requeridas por el Plan de Desarrollo Institucional de la ENP (2014-2018) y la asignatura de Biología V (1996) para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, por lo tanto es una estrategia pertinente para cumplir los objetivos del programa de la asignatura.

El programa de estudios de la asignatura de Biología V plantea propósitos como fortalecer la aplicación de los conocimientos biológicos, adquiridos en las actividades cotidianas de los alumnos para mejorar su calidad de vida y la de los demás, que el alumno emplee la metodología científica para resolver los problemas cotidianos y de la disciplina, que el alumno desarrolle la capacidad de trabajar en equipo y generar interés en el alumno por la Biología. Todos los propósitos de la asignatura son parte de los fundamentos y objetivos del ABP. Por lo tanto es una estrategia conveniente para los procesos de aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Biología V.

Cabe destacar que el uso de estrategias como el ABP es importante ya que de acuerdo al Informe de Actividades 2015-2016 y 2016-2017 de la ENP, la materia de Biología V se encuentra dentro de las asignaturas con alto porcentaje de reprobación.

La enseñanza de las ciencias

Actualmente, en el debate educativo, uno de los temas que ha tenido importancia es la enseñanza de las ciencias (Alvarado y Flores, 2010). La crisis de la educación científica no sólo se manifiesta en las aulas, sino también en los resultados de diferentes investigaciones en didáctica de la ciencia (Pozo y Gómez, 2012, p.18). Las investigaciones realizadas en educación han identificado que los problemas principales son las dificultades en el proceso de aprendizaje en las ciencias, esto se debe a la estructura de los contenidos conceptuales (Campanario, 1999, p.321), el nivel de exigencia formal de los mismos, las influencias de los conocimientos previos y las preconcepciones de los alumnos (Campanario, 2003, p. 189). Para los alumnos el conocimiento científico consiste en ecuaciones y definiciones que tienen que ser memorizadas, éstas son ideas y obstáculos para la enseñanza de las ciencias (Linder, 1993, p. 295).

De acuerdo a estudios realizados por Pozo y Gómez en 2012 (p.21) los estudiantes tienen distintas creencias acerca del aprendizaje de la ciencia. Se ha reportado que los alumnos creen que no deben tratar de encontrar sus propias respuestas, sino aceptar lo que dice el profesor, otros manifestaron que el aprender ciencia consiste en repetir varias veces lo que el profesor explica en la clase. En general, los alumnos en ciencias no saben acerca de estrategias de aprendizaje y dedican el tiempo a memorizar nombres, fechas, eventos que deben reproducir con fidelidad y que muchas veces no son comprendidos realmente (Pantoja y Covarrubias *et al.*, 2013, p. 94).

Otro obstáculo es que en la mayoría de los escenarios educativos no se ha logrado ir más allá de la enseñanza tradicional en las ciencias y esto se debe a que los docentes de cada materia del modelo tradicional parten de las suposiciones inadecuadas como: el enseñar es una tarea fácil y no se requiere preparación, el proceso de enseñanza y aprendizaje se reduce a una simple transmisión o recepción de conocimientos y el fracaso de los alumnos se debe a su falta de capacidad y nivel intelectual (Calatayud *et al.*, 1992, p. 76). Además la enseñanza tradicional de las ciencias genera escaso interés en los estudiantes

debido a que los contenidos y los problemas que plantea el profesor suelen reducir la motivación, ya que la información está descontextualizada para los alumnos (Pozo y Gómez, 2012, p.24). En cambio, cuando los profesores fomentan la construcción de explicaciones contextualizadas en los alumnos tomando en cuenta su cultura científica y cotidiana se genera la participación activa de los estudiantes y el cambio de las concepciones de los alumnos hacia la ciencia (Pozo y Flores, 2007, p.266).

De acuerdo a Alvarado y Flores, en 2010, otro factor importante que interviene en la enseñanza de las ciencias son las ideas que los profesores tienen acerca de los procesos de enseñanza-aprendizaje; como resultado de su trabajo se obtuvo que los docentes creen que los obstáculos para el aprendizaje son los propios alumnos ya que no tienen las herramientas, el bagaje teórico y el interés por la ciencia.

Las materias del nivel medio superior, como Biología se caracterizan por tener contenidos de naturaleza compleja y potencialmente abstractos (Pantoja y Covarrubias, 2013, p. 95); si el docente no aplica una estrategia para enseñar los temas, éstos pueden parecer aburridos, densos y fuera de su contexto para los alumnos; lo anterior hace que con frecuencia se dificulte el aprendizaje y que los estudiantes se sientan frustrados e incluso en ocasiones abandonen la materia (Gutiérrez *et al.*, 2013, p.40).

Sin embargo, en la investigación educativa se ha demostrado que los alumnos que se enfrentan al aprendizaje por medio de las estrategias como el ABC y el ABP obtienen mejores resultados ya que éstas engloban recursos cognitivos que incorporan la disposición y motivación del estudiante, como son las actividades de planificación, dirección y control que el sujeto pone en marcha cuando se enfrenta al aprendizaje (Núñez *et al.*, 1998, p.100). El uso de estrategias suele ser sinónimo de "cómo aprender". Las estrategias didácticas como el ABP que resultan ser positivas (Zunún, 2014, p.22) para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, caracterizadas por tener una planificación detallada por parte del profesor, requieren de una mayor participación por parte de los alumnos ya que se sienten identificados con el problema que se plantea, promueve la comprensión y retención de conceptos que pueden ser utilizados para resolver otros problemas

de la vida cotidiana además, de acuerdo a Birch (1986)(p.80) el ABP es el mejor medio disponible para el desarrollo de las potencialidades generales de los alumnos. En el caso de la enseñanza en ciencias, el ABP es ideal ya que la riqueza de los problemas biológicos que pueden ser utilizados resultan ser un recurso educativo con mucho potencial (Tirado, 1994, p. 6). El ABP tiene otra característica importante que consiste en que la estrategia fomenta la construcción de explicaciones contextualizadas en los alumnos tomando en cuenta su cultura científica y cotidiana. Esta característica es importante para el aprendizaje de la ciencias de acuerdo a Gil, 2005 (p.130).

METÓDO DE TRABAJO

La estrategia se llevó a cabo en el Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE). La escuela pertenece al sistema incorporado de la UNAM y el Plan de Estudios que la escuela usa como referencia para llevar a cabo las actividades académicas es el de la Escuela Nacional Preparatoria del año 1996.

Población

La intervención educativa se realizó en un grupo del Área II: Ciencias Biológicas y de la Salud pertenecientes al sexto año de preparatoria; el grupo estuvo conformado por 32 alumnos del turno matutino.

Aplicación de la estrategia

Antes de la intervención se llevó a cabo la planeación y elaboración de los instrumentos de evaluación, los recursos educativos, la construcción del problema para la estrategia ABP y las planeaciones didácticas (ANEXO XI).

La estrategia se aplicó durante los días 22, 23, 28 y 29 de Noviembre del ciclo escolar 2016-2017; en un total de 7 horas clase distribuidas en cuatro sesiones. Como se muestra en el ANEXO XI cada sesión fue regulada por medio de las planeaciones didácticas

Primera sesión

La primera sesión consistió en una hora. La profesora se presentó y explicó los motivos de su intervención pedagógica. Posteriormente, se evaluaron los contenidos declarativos previos de los alumnos por medio de un cuestionario con trece preguntas y con respuestas de opción múltiple. Al término de la evaluación diagnóstica la profesora presentó un video el cual mostraba imágenes relacionadas con el problema. Después se formaron equipos y a los alumnos se les entregó un documento con el escenario del problema de ABP. Cada alumno leyó el escenario y describió lo que conocía y desconocía sobre el problema. Los

resultados de cada alumno fueron comentados en el equipo al que pertenecían y a través de las cuatro preguntas: ¿Qué pensamos que sabemos sobre el problema?, ¿Qué queremos averiguar sobre él?, ¿Cómo le haremos para averiguarlo? y ¿Qué esperamos aprender? Del instrumento SQCAAP (ANEXO II); por equipo se determinaron los datos que se conocían sobre el problema, las posibles causas de éste, los recursos necesarios para resolverlo y lo que los alumnos esperaban aprender. De acuerdo a las respuestas del SQCAAP cada equipo determinó la información que consideró necesaria para resolver el problema. Posteriormente, se mencionaron los elementos necesarios para resolverlo y con apoyo del “Diagrama de integración de conceptos” (ANEXO X) en plenaria y en consenso se decidieron los recursos e información necesaria para su resolución. De acuerdo al diagrama y al consenso grupal cada equipo se organizó para llevar a cabo la búsqueda de información y presentarla en la siguiente sesión.

A continuación se presenta un diagrama que muestra en forma resumida las actividades que se llevaron a cabo en la primera sesión (Figura 7).

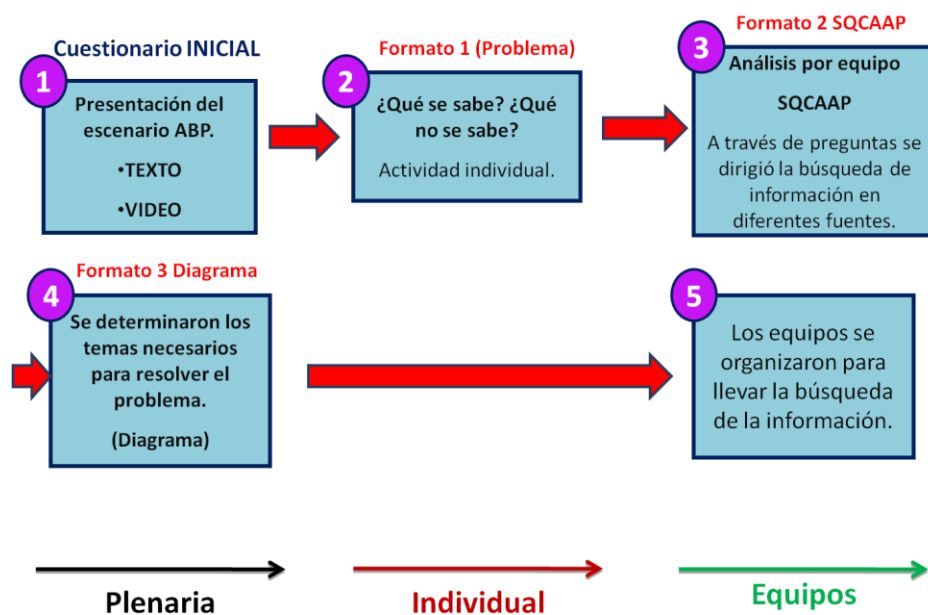


Fig. 7. Primera sesión.

FUENTE: Elaboración propia.

Segunda sesión

La segunda sesión se desarrolló en dos horas. La profesora proporcionó a los alumnos el instrumento C-Q-A (ANEXO III) y les explicó en qué consistía el instrumento. Los alumnos contestaron las preguntas pertenecientes a la letra C (¿Qué conozco del problema? y Q (¿Qué quiero aprender?). Después los equipos organizaron los datos del problema y la información que cada alumno investigó. Cada equipo discutió la información que provenía de diferentes fuentes como libros, artículos científicos y noticias. Posteriormente por equipo se elaboró un cartel que representaba los resultados del equipo de acuerdo al problema del ABP. Durante las actividades la profesora intervino aclarando dudas, realizando preguntas y comentarios, además, la profesora presentó la rúbrica de evaluación para las exposiciones que se llevarían a cabo en la siguiente sesión. Al finalizar la elaboración del cartel los alumnos contestaron la última pregunta del instrumento C-Q-A: ¿Qué aprendí? y las preguntas de la Bitácora COL del primer nivel (ANEXO IV).

Se presenta un diagrama que muestra en forma resumida las actividades que se llevaron a cabo en la segunda sesión (Figura 8).

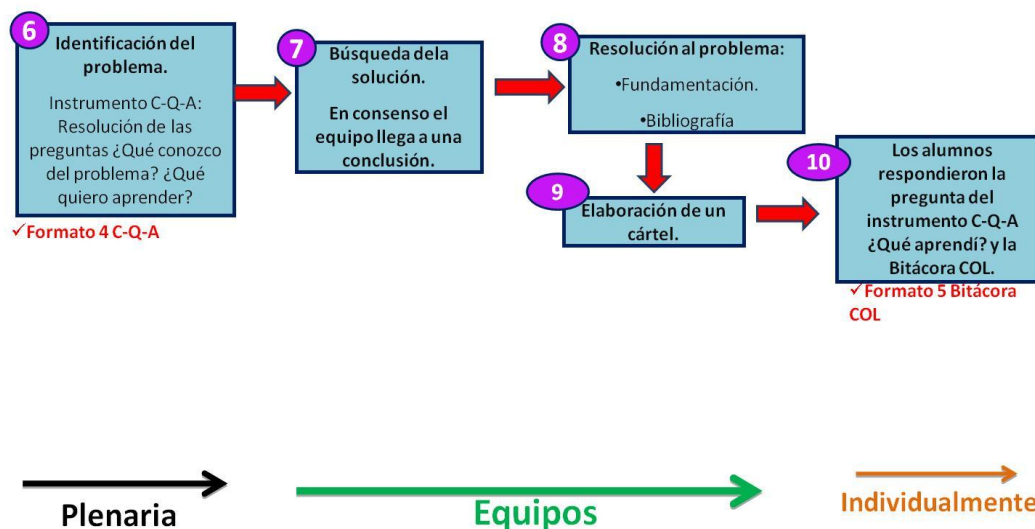


Fig. 8. Segunda sesión.

FUENTE: Elaboración propia.

Tercera sesión

En la tercera sesión de dos horas, cada integrante del equipo se le entregó un gafete con su nombre con el fin de evaluar con mayor facilidad por medio de la rúbrica. Cada equipo presentó sus resultados oralmente y los fundamentó por medio del cartel que fue elaborado en la sesión anterior. Durante cada exposición la profesora elaboró preguntas a los equipos y a los alumnos, aclaró dudas, evaluó a los equipos y a los alumnos por medio de rúbricas (ANEXO VIII), y escribió en el pizarrón las aportaciones que cada equipo hizo a la clase. Después de las exposiciones, por medio de lluvia de ideas, preguntas dirigidas a los alumnos y en plenaria, se construyó una conclusión grupal. Posteriormente los alumnos contestaron la Bitácora COL del primer nivel y terminaron de resolver las últimas preguntas del instrumento SQCAAP.

A continuación se presenta un diagrama que muestra en forma resumida las actividades que se llevaron a cabo en la tercera sesión (Figura 9).

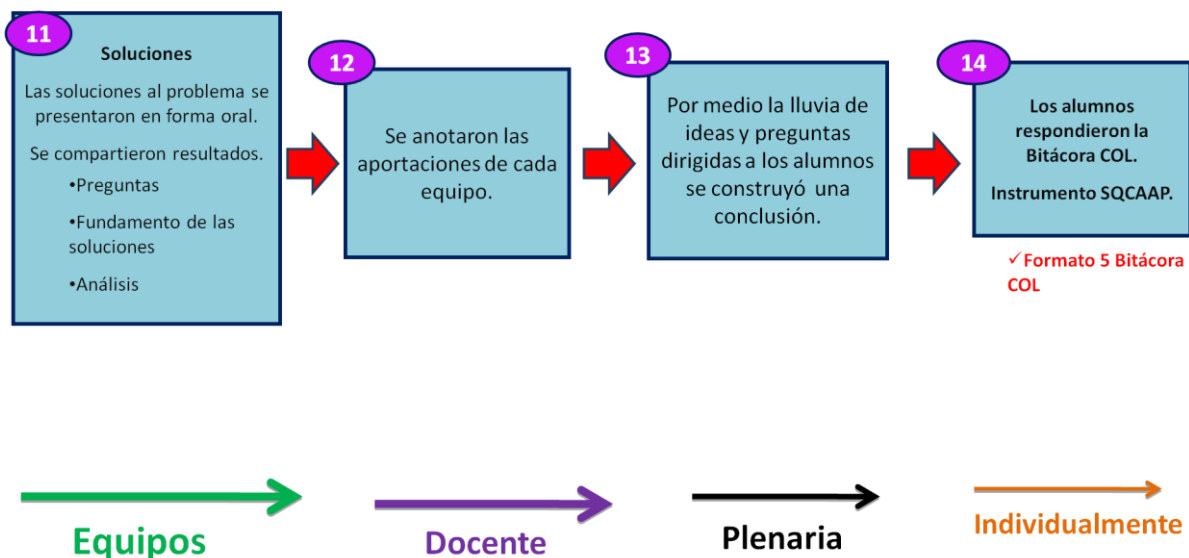


Fig. 9. Tercera sesión.

FUENTE: Elaboración propia.

Cuarta sesión

La cuarta sesión consistió en una hora. Los alumnos resolvieron el mismo cuestionario de la sesión uno. Además se solicitó a cada estudiante que se autoevaluara, evaluaran a sus compañeros de equipo (Co-evaluación) y al profesor o tutor por medio de rúbricas (ANEXOS VI, VI, IX, respectivamente). Después de la actividad de evaluación los alumnos contestaron la Bitácora COL.

A continuación se presenta un diagrama que muestra en forma resumida las actividades que se llevaron a cabo en la cuarta sesión (Figura 10).

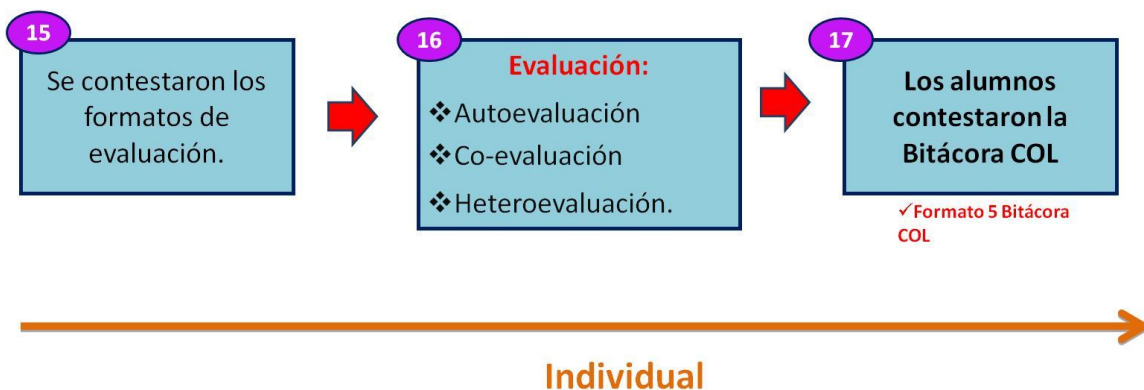


Fig. 10. Cuarta sesión.

FUENTE: Elaboración propia.

Proceso del método de trabajo para la estrategia ABP

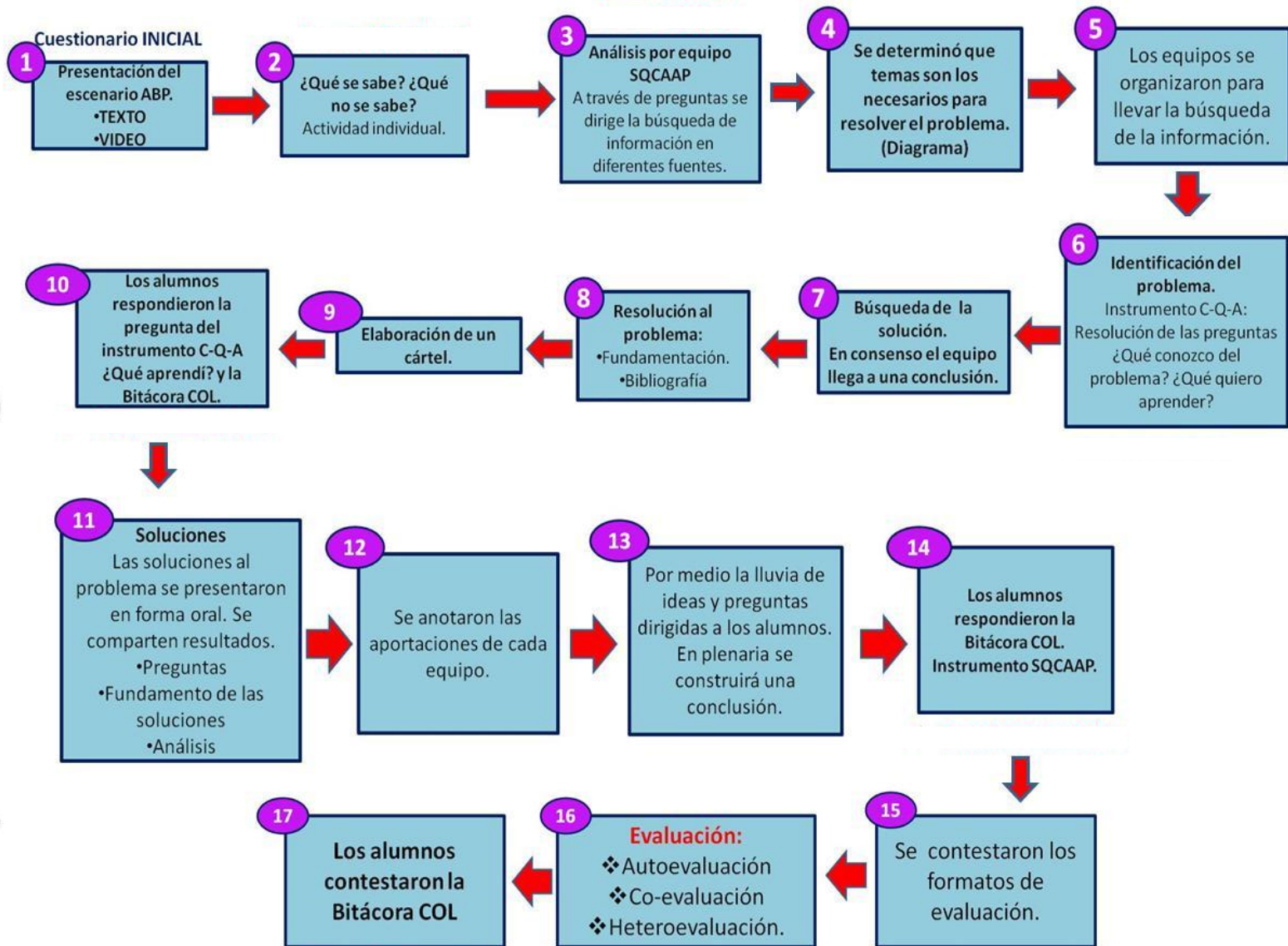


Fig. 11. Procesos que se llevaron al cabo para la aplicación de la estrategia ABP.

FUENTE: Elaboración propia.

Instrumentos de evaluación y recursos educativos.

Escenario del problema para el ABP

Como ya se ha comentado, para la aplicación de la estrategia ABP se presentó a los estudiantes un problema (ANEXO I) basado en varios aspectos como un problema de la vida real relacionado con su vida cotidiana, los contenidos y propósitos del programa de Biología V de la ENP.

El problema consiste en un jugador de futbol americano que sufre de cambios emocionales y en la conducta, así como movimientos involuntarios. El jugador tiene antecedentes familiares de la enfermedad del Baile de San Vito y en la dinámica cotidiana de su actividad deportiva recibe golpes frecuentemente. Por lo tanto el "Coach" del equipo de futbol americano le recomienda asistir al Centro de Investigación en Ciencias Biológicas, en el que la NFL ha realizado inversiones significativas para investigar problemas de salud de los jugadores. El jugador entonces pide asesoría a los investigadores del instituto. El problema del ABP permite que el alumno asuma el rol de investigador.

El problema fue realizado bajo la asesoría de la tutora principal de este trabajo, M. en C. María Eugenia Isabel Heres y Pulido. De acuerdo al trabajo realizado por Zúnun (2014) es importante que la construcción del problema ABP sea elaborado por expertos en el área.

Video

En la estrategia ABP es importante la motivación ya que provoca en el estudiante la necesidad de investigar a partir de sus propios cuestionamientos con el fin de adquirir conocimientos utilizando situaciones problemáticas basadas en situaciones de la vida real (Galindo *et al.*, 2011, p.331). Por lo tanto, se decidió

utilizar un video para generar motivación en el alumno y éste consistió en presentar un ejemplo de la dinámica cotidiana de un jugador de fútbol americano. Al inicio se presentaron escenas del medio tiempo del Super Bowl 50 en el cual canta un grupo musical que conoce la mayoría de los adolescentes, posteriormente se presentaron escenas de los golpes que los jugadores de fútbol americano reciben. De acuerdo a López (2008) (p. 223) el uso de recursos como los videos son los adecuados para llevar a cabo la estrategia de ABP.

SQCAAP

El instrumento SQCAAP permite que el docente y los estudiantes dirijan y estructuren el proceso de investigación del ABP por medio de preguntas. El SQCAAP permite que los estudiantes resalten sus conocimientos previos y observen detalladamente el problema del ABP. Las iniciales del instrumento SQCAAP corresponden a las siguientes preguntas:

- **S** ¿Qué pensamos que **sabemos** sobre el tema?
- **Q** ¿Qué **queremos/necesitamos** averiguar sobre él?
- **C** ¿**Cómo** haremos para averiguarlo?
- **A** ¿Qué esperamos **aprender**?
- **A** ¿**Cómo aplicaremos** lo que hemos aprendido a otros temas? ¿A nuestras vidas personales?
- **P** ¿**Cuáles nuevas preguntas** nos planteamos después de la investigación?

Por medio de las preguntas los docentes conocen los nuevos aprendizajes que conducen a nuevas preguntas, los alumnos identifican las aplicaciones para su vida cotidiana y guían su proceso de investigación. El SQCAAP tiene varias ventajas: el docente identifica los conocimientos previos y concepciones erróneas de los alumnos. Los estudiantes tienen la oportunidad de vincular el tema de estudio con sus propias curiosidades y aspectos de su vida cotidiana (Barell, 2007, p.135). Barell considera que es un instrumento que brinda apoyo al docente y a los

alumnos para el desarrollo de la estrategia ABP. De acuerdo a los fundamentos y ventajas del instrumento SQCAAP se determinó que era importante su uso para este estudio (ANEXO II).

C-Q-A

Otro instrumento utilizado en este estudio fue el C-Q-A(ANEXO III), desarrollado por Ogle (1990) para activar el conocimiento previo, conocer las dudas o inquietudes y lo que aprendieron los alumnos (Zambrano, 2016, p. 58).

Tabla. VII. Preguntas del instrumento C-Q-A.

C ¿Qué conozco sobre el tema?	Q ¿Qué quiero aprender?	A ¿Qué aprendí?

Las preguntas correspondientes a las letras C y Q permiten activar los conocimientos previos de los alumnos. La última pregunta permite conocer lo que el alumno aprendió en la sesión. El C-Q-A tiene ventajas como organizar y evaluar el aprendizaje. Por ejemplo, a través de la primera y la tercera pregunta se puede hacer una comparación y relación para establecer un enlace entre los conocimientos previos y el reconocimiento de la información nueva lo que permite que los alumnos también utilicen el C-Q-A como instrumento de autoevaluación de su aprendizaje (Díaz-Barriga y Hernández Rojas, 2010, p.146).

Bitácora COL

En este estudio se utilizó la Bitácora Comprensión Ordenada del Lenguaje (COL) (ANEXO IV) para evaluar cualitativamente lo que los alumnos aprendieron y las actitudes positivas y negativas que expresaron. La Bitácora COL de acuerdo a Campirán (2000) es una “estrategia didáctica que consiste en un apunte que recoge a manera de diario de campo la cual despierta, desarrolla y perfecciona ciertas habilidades y actitudes en quien lo hace”. La Bitácora COL consiste en un recuento de lo que sucedió en una sesión, por lo tanto los estudiantes por medio del instrumento ejercitan la observación, la repetición y el manejo de información (Flores y Gómez, 2009, p. 138).

La bitácora COL se compone de preguntas y se clasifica en tres niveles.

Tabla. VIII. Preguntas del instrumento Bitácora COL.

¿Qué pasó?	¿Qué sentí?	¿Qué aprendí?

Las preguntas permiten que el estudiante organice y autoevalúe sus conocimientos, sentimientos y actitudes además por medio de la observación el alumno describe lo que sucedió en la clase. También la bitácora presenta una ventaja como instrumento de evaluación que permite detectar cambios en el proceso de aprendizaje.

Cuestionario inicial y final

De manera individual se aplicó un cuestionario con preguntas de opción múltiple (POM) al inicio y al final de la estrategia con el propósito de comparar los resultados y determinar si existen diferencias significativas (ANEXO V). El cuestionario consiste en trece preguntas, cada una con cuatro posibles respuestas. De acuerdo a los estudios realizados por Salazar *et al.* (2015) (p. 309) cuatro opciones es el número adecuado para las POM.

El cuestionario se construyó a partir del programa de Biología V, los propósitos y contenidos de: Tercera Unidad: Regulación y continuidad de la vida

- Tema regulación y herencia de los procesos biológicos
- Subtema mutaciones

Es importante mencionar que antes de la aplicación del cuestionario a los estudiantes del grupo 602 se realizó un pilotaje con el grupo de quinto año de preparatoria perteneciente a la misma escuela, con el propósito de determinar cuáles eran los reactivos y opciones que necesitaban ser modificados. Después de la aplicación del cuestionario al grupo de quinto año los resultados obtenidos fueron analizados por medio del programa Software Remark 2016. El programa determinó cuáles eran las opciones que tenían que ser modificadas ya que no eran distractores adecuados para los reactivos. El uso y manejo del programa se llevó a cabo gracias a la colaboración de la Dra. Martha Martínez García bajo el programa PAPIMEPE 205215 de la UNAM. De acuerdo a Jurado *et al.*, 2013 (p. 203) el uso apropiado de distractores u opciones incorrectas tienen una función educativa importante para el proceso de evaluación.

Posteriormente, se realizaron las modificaciones de acuerdo a las recomendaciones del programa y a las recomendaciones teóricas de Frola, 2016 (p.39). La construcción de las POM fue de acuerdo a los fundamentos teóricos que marca la autora Binda (2006) y Frola (2016, p.38).

Se consideró adecuada la aplicación de un cuestionario con POM ya que de acuerdo a distintos autores brinda objetividad y efectividad, permite la evaluación de niveles cognitivos complejos como la aplicación del conocimiento, permite evaluar específicamente el conocimiento adquirido y determinar el logro de los objetivos educativos, así como retroalimentar a los profesores (Jurado *et al.*, 2013, p- 204., Downing, 2002, p. 650., Haladyna, 2004, p. 298).

Rúbricas de evaluación

Dado que la estrategia ABP se basa en principios de evaluación constructivistas. La rúbrica es un instrumento de evaluación basado en una escala cuantitativa o cualitativa asociada a criterios preestablecidos que permite valorar conocimientos, capacidades y actitudes (Gordillo *et al.*, 2010, p. 142) por lo tanto las rúbricas brindan una evaluación cualitativa y cuantitativa. La rúbrica consiste en “una matriz de valoración que se compone de columnas. La primera columna del eje vertical especifica el parámetro que será evaluado y en el eje horizontal se registran los diferentes niveles de desempeño, lo que permite asignar un mayor o menor puntaje, según lo demostrado por el alumnado” (Hernández, 2012, p. 5).

En este estudio se utilizaron distintas rúbricas algunas de ellas se basaron en las propuestas de Escibano (2015) para evaluar los distintos procesos que surgen en la estrategia ABP (p.47). En el presente trabajo se utilizaron rúbricas para la autoevaluación (ANEXO VI), co-evaluación (ANEXO VII) y heteroevaluación (ANEXO VIII y IX).

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Análisis cuantitativo

Las respuestas obtenidas en los cuestionarios inicial y final fueron analizadas y calificadas con el Software Remark 2016 con la asesoría de la Dra. Martha Martínez de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, de la UNAM.

Los resultados obtenidos en el cuestionario inicial y final así como las rúbricas de evaluación se analizaron estadísticamente en Excel Windows y con el programa de análisis estadístico miniTAB v.17. El análisis cuantitativo fue asesorado por el Mtro. Ángel Durán Díaz de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, de la UNAM.

Análisis cualitativo

Las respuestas obtenidas en los instrumentos C-Q-A y Bitácora COL se analizaron por categorías y se formaron redes semánticas con el programa ATLAS Ti v.7 con la asesoría de la Dra. Hortensia Hickman, asesora de este trabajo. Los datos cualitativos obtenidos en los instrumentos fueron estructurados y organizados en familias y categorías de acuerdo a las recomendaciones de Sampieri *et al.*, 2014.

Primera sesión

SQCAAP

Dado que el instrumento SQCAAP permite que el docente y los estudiantes dirijan y estructuren el proceso de investigación del ABP por medio de preguntas se decidió utilizar este instrumento en la fase inicial del presente trabajo. El instrumento se aplicó por equipo y éstos respondieron las preguntas arriba descritas.

S ¿Qué pensamos que sabemos sobre el tema?

La primera pregunta permitió conocer la relación que existe entre el problema y los conocimientos previos de los alumnos. En las respuestas de los equipos se observaron dos tendencias. La primera se refiere a que los alumnos relacionaron el problema ABP y los conceptos relacionados con la genética como mutaciones y la historia familiar o pedigrí. La segunda consiste en que los equipos relacionaron los golpes que reciben los jugadores de fútbol americano con la dinámica laboral del jugador y el problema ABP.

Q ¿Qué queremos/necesitamos averiguar sobre él?

La segunda pregunta permitió que los alumnos determinaran sus necesidades de aprendizaje. En ésta se observaron dos tendencias: La primera relacionada con conceptos de genética y mutaciones. La segunda tendencia consistió en que un equipo se enfocó a enfermedades neurológicas. Se consideraron importantes los resultados que pertenecen a la letra Q ya permite que los estudiantes identifiquen sus necesidades y dirijan su proceso de aprendizaje.

C ¿Cómo haremos para averiguarlo?

La tercera pregunta permitió que los equipos determinaran la información que necesitaron y las acciones necesarias para resolver el problema ABP. La pregunta permitió que los alumnos mencionaran su proceso de aprendizaje, por lo tanto que se sintieran parte de él.

A ¿Qué esperamos aprender?

En la cuarta pregunta se identificaron las expectativas que los equipos tuvieron acerca de lo que esperaban aprender. A pesar de que en la Q ¿Qué queremos/necesitamos averiguar sobre él? los equipos plantean qué necesitan averiguar sobre conceptos de genética para resolver el problema, se observó que

los equipos relacionaron los golpes que recibió el jugador durante su dinámica laboral. Esto quiere decir que en el texto del problema ABP los golpes que recibió el jugador fueron distractores para los estudiantes. Sin embargo, al final de la estrategia se obtuvieron resultados diferentes que no se relacionaron con los golpes que sufrió el jugador.

A ¿Cómo aplicaremos lo que hemos aprendido a otros temas? ¿A nuestras vidas personales?

En las preguntas correspondientes a la letra A los alumnos reconocieron que lo aprendido sí tiene una aplicación. Los equipos determinaron diferentes aplicaciones, como el uso de los contenidos aprendidos lo aplicarían a las clases de genética, a la prevención y al estudio de otros síndromes genéticos. Estos datos son relevantes ya que permiten que el estudiante identifique la utilidad de lo que aprendieron. Además las respuestas estuvieron relacionadas con el contexto de los estudiantes, no al de la profesora o tutor. Estos resultados son importantes ya que parte los objetivos del plan de estudios de la ENP y del presente trabajo fue que los estudiantes identificaran el subtema mutaciones como parte de su cotidianidad. También los resultados obtenidos son parte de los objetivos de lo que el ABP plantea. De acuerdo a Hernández *et al.*,(2016) (p. 181) el ABP invita a los alumnos a reflexionar sobre su proceso de aprendizaje y transferirlo al contexto.

P ¿Cuáles nuevas preguntas nos planteamos después de la investigación?

Para la última pregunta, la mayoría de los alumnos se preguntaron si el método de ABP permite utilizarlo para estudiar otros síndromes. Un equipo reconoció que lo puede aplicar a su vida familiar con el fin de conocer si existen mutaciones en su familia. El resto de los equipos se preguntaron acerca de la difusión, cuantas personas padecen la enfermedad en México y los avances científicos que existen relacionados con Huntington.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en cada equipo (Tabla IX):

Tabla IX. Respuestas de los equipos en el instrumento SQCAAP.

	EQUIPO 1	EQUIPO 2	EQUIPO 3	EQUIPO 4	EQUIPO 5	EQUIPO 6
S	Que cualquier persona puede llegar a tener una consecuencia por un golpe.	Formación de mutaciones	Sabemos que cuando una generación tiene un problema la que sigue lo tendrá .	Que existe la gravedad de una lesión.	Los síntomas y la historia familiar.	Que puede estar relacionada una mutación con un gen específico debido a la historia familiar.
Q	Desarrollo de la enfermedad Mutaciones Biología molecular Alteraciones genéticas Patología	El desarrollo que ha tenido el jugador y si esta relacionado con una mutación.	Biología molecular (alteraciones genéticas). Mutaciones. Historial clínico.	Antecedentes familiares. Más datos sobre el entorno del jugador.	Mutaciones Enfermedades neurológicas	Síntomas Causas genéticas-
C	Investigar el tema por medio de diferentes fuentes de información, resumiendo lo más importante y llegar a una conclusión.	Investigaciones sobre el ADN de la familia.	Árbol genealógico.	Observar los cambios de la familia en el tiempo.	Investigar mas sobre la enfermedad para llegar a un análisis detallado.	Investigación en diferentes fuentes sobre la enfermedad.
A	Esperamos aprender cual es el cuadro clínico de la enfermedad y cómo se desarrolló.	Nuevos términos de genética.	¿Cómo funciona la enfermedad? ¿Cuál es la causa?	¿Cómo influyen los golpes en la enfermedad del jugador? ¿Es genético?	Prevención. La relación de los golpes con la historia familiar.	Mutaciones y síndromes relacionados.
A	Realizar investigaciones e acuerdo a otros síndromes y diferenciar sus síntomas y consecuencias de cada una.	A preocuparnos por la unión de genes y las mutaciones que puede causar en las familias.	Sabemos que el problema tiene aplicación en nuestra vida.	Promoviendo con los demás lo importante que son los temas relacionados con mutaciones.	Prevención. Conocimiento para ayudar a las otras personas. La información es útil ya que seremos futuros médicos.	A las clases que tendremos sobre genética.
P	¿El método de trabajo se podrá aplicar a otros síndromes?	Conocer si en mi familia existe una mutación o la tenemos.	Si ¿se sigue estudiando?	¿Qué avances existen en esta enfermedad?	¿Cuántas personas la padecen en México?	¿Qué se hace para que la gente conozca que existe?

Segunda sesión

C-Q-A

El instrumento C-Q-A permite activar el conocimiento previo, conocer las dudas o inquietudes y lo que aprendieron los estudiantes (Zambrano, 2016, p. 58). El instrumento C-Q-A se utilizó en la segunda sesión.

Se realizó un análisis cualitativo con los resultados que se obtuvieron del instrumento C-Q-A. Se construyó una red semántica por medio del programa ATLAS.ti7 (Figura 12). Se obtuvieron tres familias y categorías en cada una. A partir de los datos del instrumento C-Q-A, de las familias y las categorías se construyó una red que permitió estructurar y dar sentido a los datos. Las familias que fueron construidas correspondieron a cada una de las preguntas del instrumento.

Pregunta ¿Qué conozco del problema?

Con la primera pregunta del instrumento se conocieron los conocimientos previos de los alumnos e identificar el punto de partida del aprendizaje de los estudiantes. Los alumnos manifestaron en sus respuestas los datos más sobresalientes del problema planteado en la primera sesión y éstas consistieron en cinco categorías: golpes físicos, baile de San Vito, Genética 1, enfermedades mentales y alteraciones del comportamiento (Figura 12).

La categoría con mayor frecuencia fue Genética 1 en la cual los alumnos manifestaron que las causas de los padecimientos del jugador estaban relacionadas con una mutación genética heredada por parte de los padres. La categoría tuvo una frecuencia de 17. La categoría permitió evidenciar que el problema permitió guiar al alumno hacia el tema de mutaciones. Por medio del instrumento C-Q-A fue posible determinar que el punto de partida del aprendizaje de la mayoría de los alumnos estuvo relacionado con el reconocimiento de la relevancia del tema de mutaciones para resolver el problema. A continuación se

muestran tres ejemplos sobre lo que los alumnos expresaron en la primera pregunta del C-Q-A:

- *“La enfermedad que padece el jugador es una mutación genética y al parecer los descendientes la heredan.”*
- *“Es una enfermedad heredable. El jugador la heredó de sus padres.”*
- *“Es una enfermedad relacionada con la genética y es hereditaria. Se relaciona con algo en el ADN.”*

En la categoría *Golpes físicos* los alumnos describen las actividades cotidianas del jugador que permiten que reciba constantemente golpes físicos. Algunos alumnos determinaron que los golpes tenía una relación directa con los padecimientos del jugador de futbol americano por lo tanto tuvo una frecuencia de 8. A continuación se muestran dos ejemplos de las respuestas aportadas por los estudiantes:

- *“Es un jugador de futbol americano que ha estado sufriendo daños como cambios de humor y eso se debe en parte a su profesión que implica golpes en la cabeza.”*
- *“El problema del jugador puede ser generado por la rutina del jugador como los golpes.”*

La categoría con menor frecuencia fue *Enfermedades Mentales* que tuvo la frecuencia de 1. Solo un estudiante manifestó que era la causa de los padecimientos del jugador.

Los resultados obtenidos en la primera pregunta permitieron conocer los datos que representaron el punto de partida del aprendizaje de los alumnos. Esto coincide con el trabajo realizado por Méndez, 2011, (p.11) quien demostró que el instrumento C-Q-A en la metodología del ABP es importante para identificar el punto de partida del aprendizaje de los alumnos y los conocimientos previos de los estudiantes.

Pregunta ¿Qué quiero aprender?

Para el análisis de la segunda pregunta se formaron cuatro categorías las cuales fueron: metodología para resolver un problema, Genética 2, Baile de San Vito y alteraciones del comportamiento. Las categorías *Baile de San Vito* y *Genética 2* fueron las causas que consideraron los alumnos que fueron relevantes para reconocer un punto de partida para resolver el problema.

En la Tabla X se muestra que la categoría con mayor frecuencia fue *Genética 2*. En esta categoría los estudiantes mencionaron que los temas relacionados con la genética que querían aprender eran las mutaciones y sus causas. Es evidente que el problema planteado a los alumnos permitió guiarlos hacia los contenidos relacionados con las mutaciones ya que el problema fue diseñado con ese propósito. A continuación se muestra un ejemplo de lo que los alumnos escribieron:

- *“Mutaciones ya que es algo extraordinario.”*
- *“Acerca de las enfermedades genéticas, las causa, cómo nos afecta y que aportaciones tiene la Biología para resolver el problema.”*
- *“Aprender sobre mutaciones genéticas y si está relacionada con los cromosomas.”*
- *“Me gustaría aprender ¿Qué pasa con la cadena de ADN?”*

Es importante mencionar que la categoría *Metodología para resolver un problema* es un dato relevante ya que los alumnos identificaron que el proceso del ABP les permitió seguir un proceso que les ayudó a resolver un problema. Los alumnos manifestaron que lo que querían aprender era a resolver problemas:

- *“Quiero conocer los instrumentos necesarios para resolver un problema y llegar a una solución.”*
- *“Quiero saber ¿Cómo la Biología resuelve estos problemas?”*

Las menciones obtenidas en la segunda pregunta del C-Q-A son relevantes porque en el ABP es importante que los estudiantes se involucren con el problema. De acuerdo a Villalobos *et al.*(2016) el involucramiento de los alumnos con el problema forma parte del aprendizaje de los alumnos en el ABP(p.578).

Pregunta ¿Qué aprendí?

De acuerdo a la Red Semántica¹ (Figura 12) se observaron cambios en las categorías de la tercera pregunta las cuales fueron: mutación genética, mutaciones de acuerdo a su naturaleza molecular, Huntington y metodología para resolver un problema. Las categorías formadas permitieron identificar nuevos conceptos que los alumnos no utilizaron en la primera pregunta del instrumento, por lo tanto, sí se generó un cambio en el aprendizaje de los alumnos al final de la sesión. En la primera pregunta los alumnos mencionaban el concepto de mutación y herencia como causas de los trastornos que el jugador pero en la pregunta ¿Qué aprendí? Los alumnos describieron el concepto de mutación, el tipo de mutación que se relaciona con el problema y en qué consiste la mutación. Otro cambio en la tercera pregunta consistió en que ningún alumno mencionó la enfermedad del jugador como Baile de San Vito. Todos los alumnos relacionaron el “Baile de San Vito” con el término médico “Enfermedad de Huntington” y con una mutación genética. Por lo tanto todos los estudiantes rechazaron que la causa de los cambios en el jugador fueran los golpes que recibió durante su dinámica laboral.

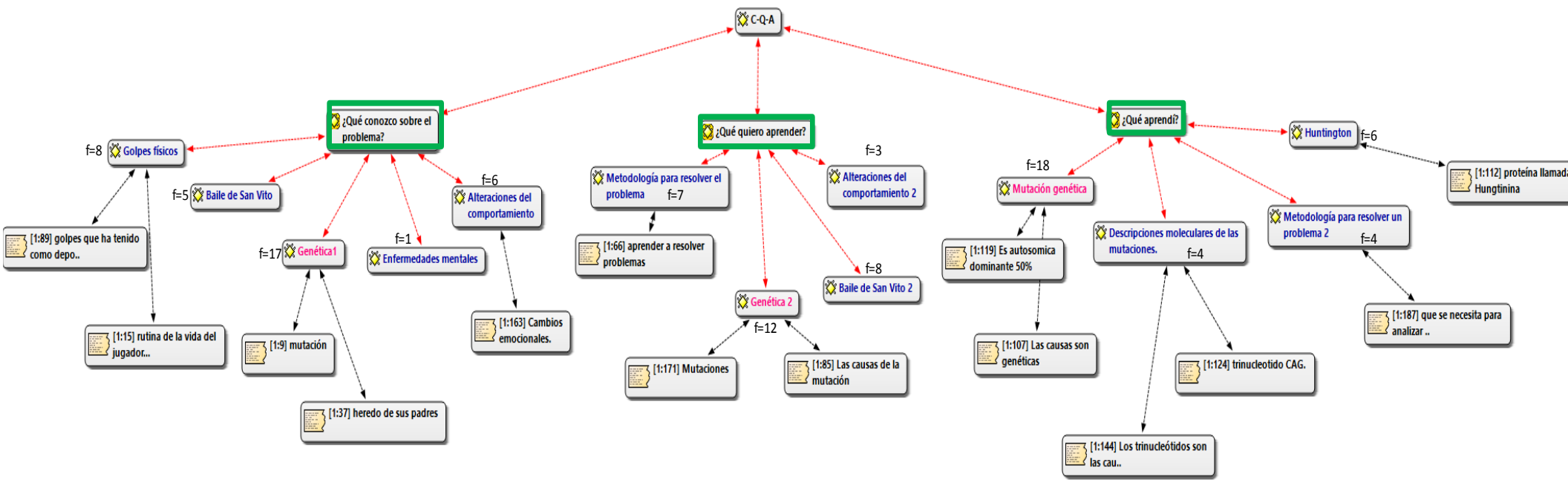
En la Tabla X se observa que la categoría con mayor frecuencia [18] fue *Mutación genética* en la cual los alumnos reconocieron que las mutaciones son las causas de los trastornos del jugador y que los golpes no son la causa de los cambios en el jugador. A continuación se muestran varios ejemplos:

- *“Es una enfermedad genética que influye en el ADN. La enfermedad es degenerativa y es hereditaria. También es una mutación genética.”*

- *“La enfermedad es hereditaria y es causada por el gen HTT que produce una proteína llamada Huntingtina. El gen tiene repeticiones de CAG. Se hereda a las futuras generaciones.”*
- *“Es una mutación genética y hereditaria. Es una mutación que altera la traducción. Es autosómica dominante (50%) y es una enfermedad mortal.”*
- *“Las causas son genéticas la enfermedad no tiene que ver con el ejercicio físico la causa es una mutación genética.”*

Los cambios se atribuyen a que los alumnos compartieron y discutieron la información en equipos lo que permitió que cambiaran sus conocimientos previos. De acuerdo a Hung *et al.*(2008) el aprendizaje en grupos y trabajo colaborativo son factores importantes en el ABP para obtener mejores resultados en el aprendizaje de los estudiantes (p. 494). Los resultados del presente trabajo concuerdan con los estudios realizados por Barrios (2014), Zúnun (2014) y Fuentes (2016). Los estudios demostraron que en la primera fase del ABP los alumnos muestran cambios en comparación a sus conocimientos previos. Se infiere que se debe a que los alumnos en la pregunta *¿Qué quiero aprender?* muestran involucramiento con el problema lo que a su vez generó motivación. Estos resultados coinciden con el estudio realizado Villalobos *et al.*(2016), en el cual se obtuvieron mejores resultados con alumnos que emplearon la estrategia ABP que alumnos que utilizaron la estrategia tradicional (p. 570).

Es importante mencionar que acuerdo a la categoría *Metodología para resolver problemas* se determinó que algunos alumnos expresaron que también aprendieron a resolver problemas por medio de la dinámica del ABP. Este resultado concuerda con Araújo y Sastre, 2008 (p.135). El autor determinó que el ABP genera y estimula en los estudiantes el desarrollo de una actitud de trabajo por medio del método científico.



- Familias
- Categorías
- Categorías con mayor frecuencia.

Fig. 12. Red semántica del instrumento C-Q-A.

Tabla X. Descripción de las categorías elegidas para el análisis del instrumento C-Q-A.

Familia	Categorías	Descripción de la categoría	Frecuencia
¿Qué conozco sobre el tema?	Golpes físicos	Se refiere a los impactos físicos que recibe el jugador de fútbol americano.	8
	Baile de San Vito	Se refiere al nombre común que recibe la enfermedad de Huntington.	5
	Genética 1	Son las causas que los estudiantes relacionan con el problema y los conceptos básicos y generales relacionados con la genética como la herencia genética y mutaciones.	17
	Enfermedades mentales	Son las causas que los estudiantes relacionan con el problema y los trastornos mentales.	1
	Alteraciones del comportamiento	Son las manifestaciones del jugador que el alumno relaciona con los movimientos involuntarios y cambios de humor.	6
¿Qué quiero aprender?	Metodología para resolver un problema	Conjunto de métodos que se siguen para realizar una investigación científica o resolver un problema.	7
	Genética 2	Se refiere a los conceptos y contenidos que el alumno quiere aprender sobre genética por medio del problema.	12
	Baile de San Vito 2	Se refiere al nombre común que recibe la enfermedad de Huntington.	8
	Alteraciones del comportamiento 2	Se refiere a los conceptos y contenidos que el alumno quiere aprender sobre las alteraciones del comportamiento.	3
¿Qué aprendí?	Mutación genética	Descripciones de alumnos relacionadas con los cambios heredables en la información genética.	18
	Descripciones moleculares de las mutaciones.	Conceptos relacionados con la descripción molecular de las mutaciones de acuerdo a Pierce, 2010. Mutaciones de acuerdo a la expansión de trinucleótidos.	4
	Metodología para resolver un problema	Se refiere al conjunto de métodos que los estudiantes identificaron para realizar una investigación científica o resolver un problema.	4
	Huntington	Término médico de la enfermedad del Baile de San Vito que los alumnos aprendieron.	6

Bitácora COL

Segunda sesión

Las preguntas de la bitácora COL permiten que el estudiante organice y autoevalúe sus conocimientos, sentimientos y actitudes además de que por medio de la observación el alumno describa lo que sucedió en la clase. El instrumento consistió en tres preguntas: ¿Qué pasó? ¿Qué sentí? y ¿Qué aprendí? A partir de los resultados obtenidos en cada pregunta se construyó una red semántica (Figura 13) que permitió estructurarlos resultados en familias y categorías. En esta figura se resaltaron las familias con color verde y las categorías más frecuentes con azul.

Pregunta ¿Qué pasó?

La primera pregunta permitió que los estudiantes realizaran un recuento de lo que sucedió en la clase por lo tanto los alumnos ejercitaron la observación. Los resultados obtenidos en la pregunta ¿Qué pasó? fueron identificados en cuatro categorías: *Nuevos términos y temas a través del problema, Huntington 1, Descripción de la actividad y conclusión del problema.*

La categoría *Nuevos términos y temas a través del problema* tiene la frecuencia de 10. En esta categoría las citas consistieron en que los alumnos reconocieron que el problema les permitió aprender nuevos términos y temas. Por ejemplo:

- *“Recordé conceptos y conocí nuevos términos que explicaban el problema.”*
- *“Mediante la información investigada en diferentes fuentes confiables pudimos conocer nuevos temas y encontrar la respuesta al problema.”*

En la categoría *Huntington 1* se obtuvo la frecuencia de 6. En la categoría *Las citas y menciones* consistieron en la descripción detallada de lo que los alumnos aprendieron acerca de la enfermedad Huntington y su relación con las mutaciones. Por ejemplo:

- *“Resolvimos el problema y encontramos que el jugador tiene Huntington.”*
- *“Observamos que el jugador presenta una enfermedad llamada Huntington que es una enfermedad causada por una mutación genética de expansión*

de tripletes de CAG que como consecuencia produce una proteína Huntingtina. Esta enfermedad es de tipo autosómico dominante.”

La categoría con mayor frecuencia fue *Descripción de la actividad* en la cual los alumnos describieron las actividades, dinámicas y trabajos que se realizaron en la segunda sesión. Los alumnos mencionaron que se organizaron en equipos para resolver el problema, llegaron a una conclusión, compartieron y discutieron la información etc. Por ejemplo:

- *“En base a la información investigada y recopilada dialogamos y compartimos información para construir un mapa conceptual.”*
- *“Todos expusimos nuestras ideas, llegamos a una conclusión y construimos un cartel que será expuesto la siguiente clase.”*
- *“Comprendimos el tema gracias a que compartimos la información.”*

Por el contrario la categoría con menor frecuencia fue *Conclusión del problema* en la cual se registró la frecuencia de 1.

Los resultados obtenidos en la primera pregunta demostraron que los alumnos reconocieron que aprendieron nuevos términos y temas, aprendieron sobre la enfermedad de Huntington y las mutaciones a través del problema y ejercitaron la observación.

Pregunta ¿Qué sentí?

Se analizaron las respuestas de la segunda pregunta correspondiente a la pregunta *¿Qué sentí?* y se generaron dos categorías las cuales son: *Emociones positivas* y *Emociones negativas* (Tabla XI) (Figura 13). Las categorías se formaron tomando en cuenta las categorizaciones de Dávila *et al.*(2014) (p.573).

La categoría *Emociones positivas* tiene la frecuencia de 30 y *Emociones negativas* tiene la frecuencia de 2. La categoría *Emociones positivas* los alumnos manifestaron diferentes emociones relacionados con la motivación, el entusiasmo, alegría, conexión con el problema, curiosidad, satisfacción, tranquilidad, felicidad etc. Incluso los alumnos mencionaron que se sintieron importantes y se sintieron

como investigadores y científicos. Estos resultados son importantes ya que la motivación y las emociones positivas mejoran el proceso de aprendizaje. De acuerdo a Tirado *et al.*(2013) las emociones positivas y la motivación en la enseñanza de una disciplina científica genera mejores resultados en el aprendizaje (p.81). También Lacuesta y Catalán, 2004 reportan que las emociones positivas son fundamentales en ABP para el aprendizaje y la asimilación de los conocimientos.

A continuación se presentan ejemplos sobre menciones de la categoría *Emociones positivas*:

- *“Emoción para poder conocer y resolver un problema y además explicar nuestro punto de vista.”*
- *“Me emocioné porque fue como si fuéramos médicos. Me gustó el trabajo en equipo ya que nos ayudamos.”*
- *“Me sentí investigadora y científica.”*
- *“Satisfacción por haber obtenido buenos resultados por el trabajo en equipo.”*

Por el contrario, la categoría *Emociones negativas* tuvo una menor frecuencia en comparación a la categoría anterior. Las menciones de la categoría *Emociones negativas* consistieron en que los alumnos sintieron presión por resolver con prontitud el problema. Por ejemplo:

- *“Sentí presión para poder conocer las causas de las consecuencias que sufría Derek.”*

Pregunta ¿Qué aprendí?

Se analizaron los resultados de la pregunta ¿Qué aprendí? y se obtuvieron tres categorías: *Huntington, resolución de un problema y Mutaciones* (Figura 13).

En la categoría *Huntington* la frecuencia es de 9. Los alumnos en esta categoría se refieren al término médico de la enfermedad del Baile de San Vito. Este resultado es importante ya que se observa un cambio en el concepto que

utilizaban los alumnos para referirse al término coloquial. En la pregunta ¿Qué conozco del problema? del instrumento C-Q-A los alumnos utilizaban el término común de la enfermedad, sin embargo en la pregunta ¿Qué aprendí? de la bitácora COL los alumnos realizaron menciones con el término Huntington.

A continuación se muestran tres ejemplos sobre las menciones que realizaron los alumnos en la categoría *Huntington 2*:

- “Sobre que el Baile de San Vito es la enfermedad de Huntington.”
- “Aprendí que era la enfermedad de Huntington, sus causas, consecuencias, y quiénes y a qué edad puede presentarse regularmente.”
- “Que los trastornos del jugador no están relacionados con los golpes de la cabeza, el jugador tiene Huntington.”

La categoría con menor frecuencia fue *Resolución de un problema*. Sin embargo, el resultado también es importante ya que algunos estudiantes identificaron que la dinámica del ABP no sólo les permitió aprender sobre el subtema mutaciones, sino también sobre el método que se necesita para resolver cualquier problema disciplinar. A continuación se muestra un ejemplo sobre las menciones que realizaron los alumnos en la categoría *Resolución de un problema*:

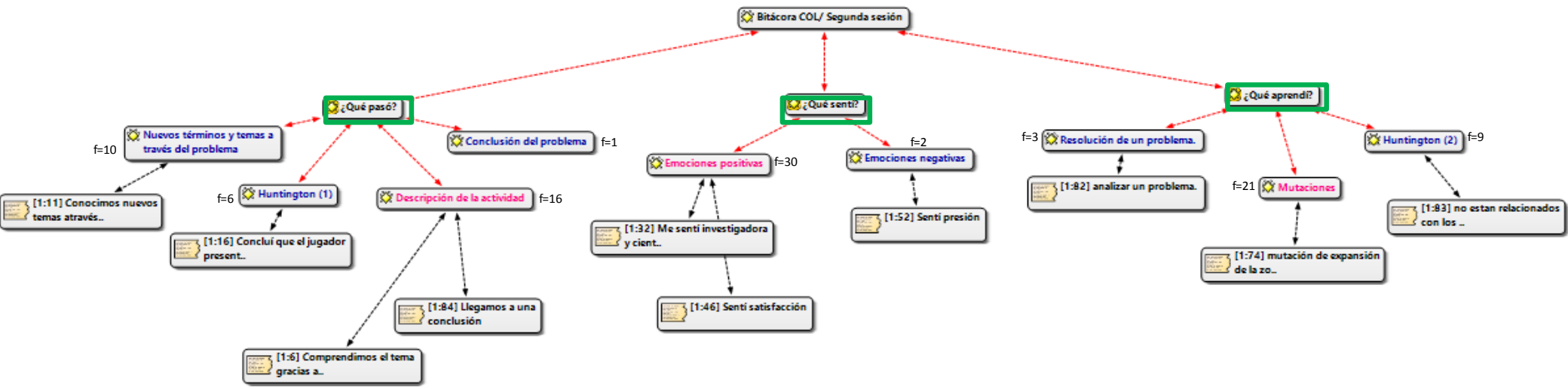
- “Aprendí a resolver un problema. Aprendí a investigar.”

La categoría *Mutaciones* tiene una frecuencia de 21 por lo tanto fue la categoría más sobresaliente. Las menciones que realizaron los alumnos consistieron en la descripción del concepto de mutación, los distintos tipos de mutaciones y la relación que tiene la enfermedad Huntington con el subtema mutaciones. Éste es un resultado importante ya que en el proceso de aprendizaje de la sesión dos se puede observar un cambio al final de la sesión. El cambio consistió en que en la pregunta ¿Qué conozco del problema? del C-Q-A se registró que los alumnos realizaron menciones sobre términos generales sobre genética. Por el contrario en la última pregunta ¿Qué aprendí? de la bitácora COL la mayoría de los alumnos describen el concepto de mutaciones y su relación con el problema ABP. Los resultados obtenidos están relacionados con las menciones que los alumnos

realizaron en la pregunta ¿Qué sentí? El 93.75% de los alumnos manifestaron emociones positivas. De acuerdo a Galindo *et al.*, 2011 (p. 327) el aprendizaje en una disciplina científica, la motivación y las emociones positivas están estrechamente relacionados.

A continuación se muestran los comentarios sobre las menciones que realizaron los alumnos en la categoría *Mutaciones*:

- *“Aprendí sobre mutaciones, traducción de proteínas y la mutación por repetición de trinucleótidos.”*
- *“Aprendí que existen distintos tipos de mutaciones como la sustitución, la repetición de trinucleótidos, inserciones y deleciones. Las mutaciones son cambios en el ADN.”*
- *Una mutación de expansión de la zona de replicación.*
- *“Conocí que el jugador presenta una enfermedad llamada Huntington que es causada por una mutación de expansión de tripletes CAG. Ahora sé que las mutaciones son alteraciones.”*



- Familias
- Categorías
- Categorías con mayor frecuencia.

Fig. 13. Red semántica del instrumento Bitácora COL de la segunda sesión.

Tabla XI. Descripción de las categorías elegidas para el análisis del instrumento Bitácora COL.

Familia	Categorías	Descripción de la categoría	Frecuencia
¿Qué pasó?	Nuevos términos y temas a través del problema	Se refiere a los nuevos términos y temas que los alumnos describen que aprendieron.	10
	Huntington 1	Los alumnos se refieren al término médico de la enfermedad del Baile de San Vito que los alumnos aprendieron.	6
	Descripción de la actividad	Se refiere a las descripciones de las dinámicas y actividades que se realizaron en la segunda sesión.	16
	Conclusión del problema	Se refiere a la construcción de la conclusión que consistió en que los golpes no son la causa de los síntomas del jugador.	1
¿Qué sentí?	Emociones positivas	Manifestaciones de los alumnos en las que expresa emociones positivas como satisfacción, motivación, entusiasmo, conexión con el problema etc.	30
	Emociones negativas	Manifestaciones del alumno en las que expresa emociones negativas como presión por resolver el problema.	2
¿Qué aprendí?	Resolución de un problema.	Se refiere a los pasos y métodos que los alumnos aprendieron para resolver un problema.	3
	Mutaciones.	Descripciones de los alumnos relacionadas con los distintos tipos de mutaciones.	21
	Huntington2	Los alumnos se refieren al término médico de la enfermedad del Baile de San Vito que aprendieron.	9

Tercera sesión

La tercera sesión consistió en que los alumnos expusieran los resultados que obtuvieron en la segunda sesión.

Bitácora COL

En la tercera sesión se utilizó el instrumento Bitácora COL. Se analizaron los resultados y se obtuvieron tres familias: ¿Qué pasó?, ¿Qué sentí? y ¿Qué aprendí? (Figura 14).

Pregunta ¿Qué pasó?

En la familia ¿Qué pasó? se obtuvieron tres categorías: *Relación entre mutaciones y el Huntington*, *Metodología para resolver un problema* y *Descripción de la actividad*.

En la categoría *Relación entre mutaciones y el Huntington* se registró la frecuencia de 10. Los alumnos mencionaron la relación que tiene la mutación por expansión de trinucleótidos con el problema ABP. Los alumnos también identificaron que el problema ABP permite conocer los distintos tipos de mutaciones. Por ejemplo:

- “Realizamos observaciones relacionadas con las mutaciones y el problema. Conocimos que la mutación por expansión de trinucleótidos repercute en la traducción de las proteínas. La profesora nos ayudó a comprender las mutaciones.”

En la categoría *Metodología para resolver un problema* sólo un alumno hizo referencia al método que se necesita para resolver un problema. En cambio la categoría con frecuencia de 18 fue *Descripción de la actividad*. En esta categoría los alumnos realizaron menciones sobre las actividades, las exposiciones y dinámicas de la sesión tres. De acuerdo a Flores y Gómez (2009) en la pregunta ¿Qué pasó? se espera que los alumnos respondan de acuerdo a lo que observan

en la clase (p.138). A continuación se muestran diferentes menciones de los estudiantes:

- *“Expusimos acerca de nuestros resultados basados en nuestros estudios e investigación sobre el Huntington.”*
- *“Encontramos una solución. La maestra nos ayudó a aclarar nuestras ideas.”*
- *“Aclaré las dudas que habían quedado el día anterior. Trabajamos en equipo durante toda la clase para conocer la verdadera causa del problema.”*
- *“Conocimos más sobre el trabajo en equipo”*

Pregunta ¿Qué sentí?

En la segunda pregunta se obtuvieron tres categorías: *Emociones positivas*, *Emociones negativas* y *Emociones neutras* (Figura 14). Las categorías se formaron tomando en cuenta las categorizaciones de Dávila *et al.*(2014) (p.573).

La categoría con mayor frecuencia fue *Emociones positivas*. Los alumnos realizaron menciones acerca del gusto de trabajar en equipo y compartir los resultados, algunos sintieron seguridad y satisfacción de lo que aprendieron en la sesión. De acuerdo a Tirado *et al.*(2013) cuando los alumnos tienen una opinión favorable de lo que están aprendiendo mejora el desempeño escolar del alumno (p.80). A continuación se muestran varios ejemplos del presente estudio:

- *“Ganas de compartir los resultados a los demás.”*
- *“Me sentí bien ya que pudimos complementar la información del problema.”*
- *“Me sentí seguro de la información que tenía que mencionar, también confié en mi equipo.”*
- *“Bien porque trabajamos en equipo. Me sentí motivada en la clase.”*

La categoría *Emociones negativas* tuvo la frecuencia de 5 (Tabla XII). La frecuencia registrada fue mayor en comparación a la segunda sesión. Lo anterior

se debe a que los alumnos se sintieron nerviosos, cansados y presionados por exponer los resultados que obtuvieron. Zunún (2014) obtuvo un resultado similar en el trabajo que realizó ya que algunos mencionaron que se sintieron nerviosos por exponer frente al grupo.

La categoría con menor frecuencia fue *Emociones neutras* en la cual se registró que los alumnos expresaron que no experimentaron ninguna emoción o sentimiento (Tabla XII).

Pregunta ¿Qué aprendí?

En familia ¿Qué aprendí? se obtuvieron cuatro categorías: *Trabajo en equipo*, *Mutaciones de acuerdo a su naturaleza molecular*, *Información general sobre las mutaciones* y *Las mutaciones en la vida cotidiana*. Cabe destacar que en la familia ¿Qué aprendí? se registraron nuevas categorías las cuales son: *Trabajo en equipo* y *Las mutaciones en la vida cotidiana* (Figura 14).

La categoría con mayor frecuencia fue *Información general sobre las mutaciones* (Tabla XII). Los alumnos expresaron en las bitácoras descripciones sobre los distintos tipos de mutaciones. A continuación se muestran algunos ejemplos:

- *Cambios en el ADN heredables llamados mutaciones, Mutaciones simples como sustitución de una base, deleción de una base. También que las mutaciones germinales son las que se llevan a cabo en células reproductivas.*
- *Aprendí sobre otras mutaciones como sustitución y deleciones, mutaciones germinales, mutaciones somáticas. También la mutación relacionada con Huntington.*
- *Aprendí más sobre los tipos de mutaciones y los procesos relacionados con ellas como la traducción de proteínas y la replicación del ADN.*

La categoría *Información general sobre las mutaciones* estuvo una frecuencia alta en comparación a las demás porque los equipos hicieron énfasis en sus exposiciones sobre los distintos tipos de mutaciones.

Las categorías con menor frecuencia son: *Trabajo en equipo* y *Las mutaciones en la vida cotidiana* (Tabla XII). Sin embargo, son categorías importantes ya que permiten identificar que los alumnos no solamente aprendieron conocimientos disciplinares de la biología; también adquirieron conocimientos sobre el trabajo en equipo que se puede aplicar en otras asignaturas.

Es importante destacar que existe un cambio entre la pregunta ¿Qué aprendí? de la segunda y la tercera sesión. En la segunda sesión la mayoría de los alumnos hicieron referencia al concepto general de mutaciones. En cambio en la tercera sesión un mayor número de alumnos realizaron menciones de las mutaciones utilizando diferentes conceptos moleculares. Se infiere que se debe a que las emociones positivas, el trabajo en equipo y el problema del ABP favorecieron al cambio en las menciones y las categorías. De acuerdo a Saavedra *et al.*(2014) la motivación, la confianza y la estrategia ABP facilitan la generación de cambios en los conceptos y descripciones de los estudiantes (p. 170).

Tabla XII. Descripción de las categorías elegidas para el análisis del instrumento Bitácora COL.

Familia	Categorías	Descripción de la categoría	Frecuencia
¿Qué pasó?	Relación entre mutaciones y el Huntington	Se refiere a las descripciones y explicaciones que los estudiantes realizaron sobre las mutaciones tomando en cuenta la enfermedad Huntington.	10
	Metodología para resolver un problema	Se refiere al conjunto de métodos que los estudiantes identificaron para realizar una investigación científica o resolver un problema.	1
	Descripción de la actividad	Se refiere a las descripciones de las dinámicas y actividades que se realizaron en la segunda sesión.	18
¿Qué sentí?	Emociones positivas	Manifestaciones del alumno en las que expresan emociones positivas como satisfacción, motivación, seguridad etc.	21
	Emociones negativas	Manifestaciones del alumno en las que expresan emociones negativas como nerviosismo.	5
	Emociones neutras	Manifestaciones del alumno en las que expresan emociones neutras esto quiere decir que no son reacciones agradables, ni desagradables.	3
¿Qué aprendí?	Trabajo en equipo	Menciones en las que los alumnos manifiestan que durante la clase por medio de la integración, organización, colaboración y cooperación llegaron a un objetivo común.	5
	Descripciones moleculares de las mutaciones.	Conceptos relacionados con la descripción molecular de las mutaciones de acuerdo con Pierce (2010). Mutaciones de acuerdo a la expansión de trinucleótidos.	11
	Las mutaciones y la vida cotidiana.	Menciones relacionadas con la aplicación que tiene el subtema mutaciones con la vida diaria del estudiante.	1
	Información general sobre las mutaciones.	Se refiere a la descripción del concepto de mutación y los tipos de mutaciones. Por lo tanto son conocimientos de tipo descriptivos.	18

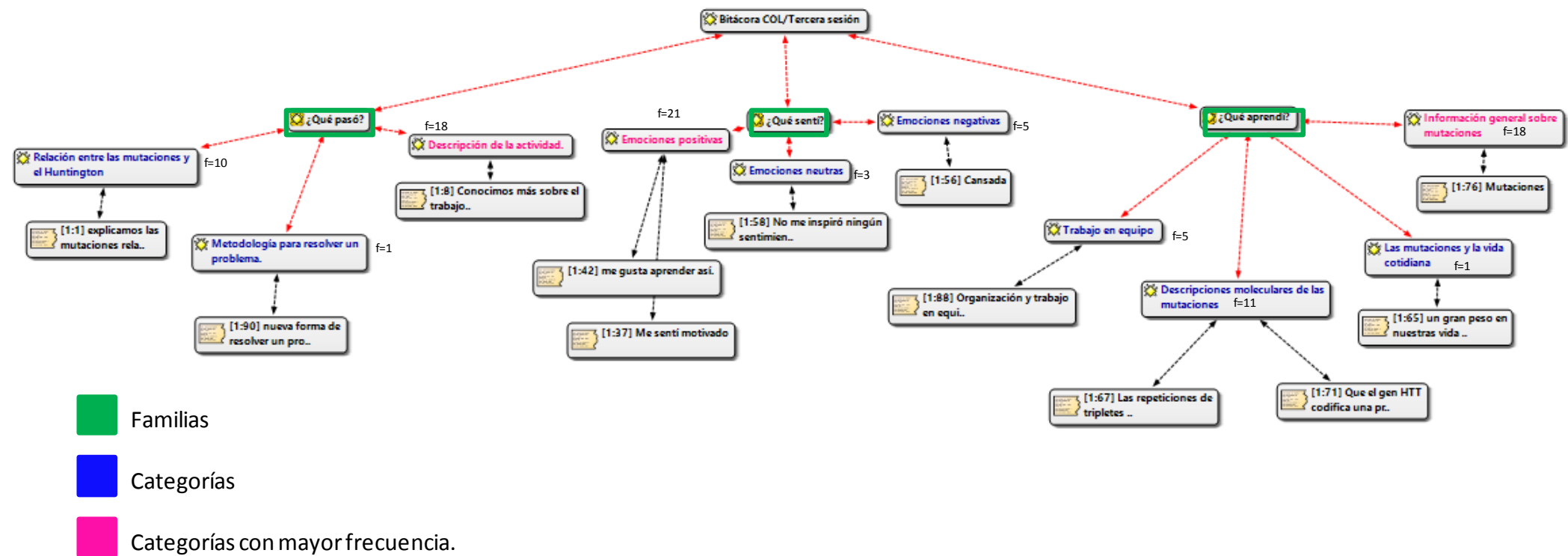


Fig. 14. Red semántica del instrumento Bitácora COL de la tercera sesión.

Cuarta sesión

La cuarta sesión consintió en que los alumnos evaluaran a sus compañeros, al tutor y a ellos mismos. Además los alumnos respondieron un examen final el cual era el mismo del examen inicial. También resolvieron las preguntas de la Bitácora COL.

Bitácora COL

Pregunta ¿Qué pasó?

Se obtuvieron tres categorías: *Generalidades sobre genética*, *Descripción de la actividad de evaluación* y *Aprendizaje por medio de problemas* (Figura 15).

La categoría con mayor frecuencia fue *Descripción de la actividad de evaluación* con una frecuencia de 17. Sin embargo en la categoría *Aprendizaje por medio de problemas* se registró una frecuencia de 17. Los alumnos reconocieron que aprendieron por medio del problema ABP. A continuación se muestra un par de comentarios:

- *“Evaluamos nuestros conocimientos y a nuestros compañeros.”*
- *“Realizamos una evaluación sobre lo que aprendimos de genética y mutaciones genéticas y mutaciones.”*

La categoría con menor frecuencia fue *Generalidades sobre genética*, en ella dos alumnos describieron que durante las sesiones aprendieron distintos conceptos no sólo relacionados con mutaciones y con el problema. La frecuencia registrada en esta categoría fue de 2.

Pregunta ¿Qué sentí?

En la familia ¿Qué sentí? se obtuvieron dos categorías: *Emociones positivas* y *negativas* (Figura 15). Las categorías se formaron tomando en cuenta las categorizaciones de Dávila *et al.* (2014, p.573).

La categoría con mayor frecuencia fue *Emociones positivas*. Se registró la frecuencia de 26. Los alumnos realizaron comentarios acerca de la forma en la que aprendieron y de lo que sintieron cuando realizaron el examen. Las emociones que mencionaron los estudiantes fueron tranquilidad, curiosidad, interés, seguridad, satisfacción y agrado porque llegaron a una solución. De acuerdo a De la Barrera y Donolo (2009) las emociones positivas fomentan el aprendizaje.

El presente trabajo obtuvo resultados similares a los de Curin (2016); este autor utilizó la estrategia ABP, analizó cualitativamente los datos y menciones de los alumnos en el programa ATLAS-Ti; obtuvo resultados que consistieron en menciones relacionadas con las emociones positivas.

A continuación se muestran algunos comentarios del presente trabajo:

- “*Me sentí bien porque tenía conocimientos.*”
- “*Sentí tranquilidad porque no estuvo tan pesado como creía.*”
- “*Me gustó realizar el examen porque sabía más.*”

De acuerdo a Villalobos *et al.* (2016) en el ABP los alumnos comprenden mejor los contenidos abordados en el problema ya que se generan emociones positivas gracias a que los alumnos reconocen que el problema tiene aplicaciones en el contexto de los alumnos (p. 577).

En la categoría *Emociones negativas* los estudiantes realizaron menciones sobre el nerviosismo que sintieron cuando resolvieron el examen. Sin embargo fue la categoría con una frecuencia baja (Tabla XIII).

A continuación se muestran ejemplos sobre las menciones que realizaron los alumnos en la categoría *Emociones negativas*:

- “Nerviosa porque no sabía si estaba bien en algunas preguntas.”
- “Exasperación”

Pregunta ¿Qué aprendí?

En la familia se obtuvieron cuatro categorías: *Aprendizaje por medio de problemas*, *Trabajo en equipo*, *Genética molecular y mutaciones*, *Huntington y Emociones* (Figura 15).

En la categoría *Aprendizaje por medio de problemas* los estudiantes reconocieron e identificaron que aprendieron por medio de la estrategia ABP. Este resultado es muy importante ya que permite identificar el aprendizaje procedimental. Los resultados de este estudio concuerdan con el trabajo realizado por Jofré y Contreras (2013) ya que en él los alumnos reconocieron el impacto del ABP en su aprendizaje (p.109). También Curin, en 2016, obtuvo resultados similares a los del presente trabajo; él analizó las menciones de los alumnos en el programa ATLAS.ti y obtuvo que una parte de los estudiantes identifican al ABP como una estrategia útil para aprender (p.17).

En la categoría *Trabajo en equipo* los estudiantes no solo aprendieron conocimiento de tipo biológico, sino que también aprendieron a trabajar en equipo, lo que significa que también es posible identificar un aprendizaje de tipo actitudinal. De acuerdo a Jofré y Contreras (2013) la estrategia ABP favorece el aprendizaje actitudinal (p.110).

Cabe señalar que la escuela IUCE es una institución en la que con poca frecuencia los profesores recurren al trabajo en equipo durante las clases, lo que permite que los alumnos no generen relaciones entre ellos y compromiso por el aprendizaje. Por lo tanto el empleo de la estrategia ABP generó cambios en las menciones de los estudiantes durante el proceso de aplicación de la estrategia ABP.

La categoría con mayor frecuencia fue *Genética molecular y mutaciones*. En esta categoría los estudiantes mostraron aprendizajes de tipo declarativo ya que describieron conceptos como mutaciones, variabilidad genética, replicación del

ADN, traducción de proteínas, herencia, las causas de las mutaciones y distintos tipos de mutaciones. Este resultado es importante ya que el problema ABP permitió que los alumnos describieran otros conceptos además de las mutaciones. También el programa de la materia Biología V de la ENP marca que los alumnos deben describir a las mutaciones y su relación con la alteración de procesos como la traducción de proteínas y la expresión génica. El ABP ha sido utilizado para generar cambios conceptuales, metodológicos y mejorar los resultados académicos de los estudiantes (Estepa y Estepa, 2011) (p.220).

Algunos ejemplos sobre la categoría *Genética molecular y mutaciones* son:

- *Aprendí que las mutaciones son cambios en el ADN y heredables. Aprendí tipos de mutaciones y que el problema se relaciona con mutaciones germinales, Huntington es autosómica dominante. La mutación de Huntington no es la única existen otras como la sustitución de una base.*
- *Distintos tipos de mutaciones y cómo influyen en la herencia y la variabilidad genética. Aprendí sobre como las mutaciones por expansión por repetición de trinucleótidos afecta en la replicación del ADN porque se forma una horquilla lo que provoca que las repeticiones aumenten otra vez.*
- *Aprendí como las mutaciones que afectan la variabilidad genética.*
- *Mutaciones en forma de tripletes afecta la replicación y la traducción de proteínas. Para resolver el problema era necesario conocer esos temas.*

Las categorías con menor frecuencia fueron *Huntington* y *Emociones*. En la primera categoría solo un alumno mencionó que había aprendido sobre las características de la enfermedad de Huntington. En la segunda categoría dos estudiantes mencionaron que aprendieron a resolver un examen controlando sus emociones y confiando en lo que aprendieron. Este resultado concuerda con el estudio de Curin (2016) en el cual algunos alumnos identificaron que habían aprendido a superar y manejar su nerviosismo a través del ABP (p.19).

A continuación se muestran dos comentarios del presente trabajo:

- *“Aprendí a resolver un examen sin nervios.”*

- “Que no debo ponerme nerviosa y confiar en mí.”

Es importante mencionar que durante la aplicación de la estrategia ABP y del proceso de aprendizaje de los estudiantes las categorías que presentaron mayor frecuencia en los instrumentos C-Q-Ay Bitácora COL fueron aquellas que estuvieron relacionadas con la genética. En el proceso de aprendizaje las categorías fueron más específicas conforme avanzaron las sesiones. Por ejemplo, en la pregunta ¿Qué aprendí? del instrumento C-Q-A la categoría *Mutaciones genéticas* hizo referencias a menciones relacionadas con la descripción del concepto mutación genética y tipos de mutaciones. Además, en la pregunta ¿Qué aprendí? de la Bitácora COL de la cuarta sesión, los estudiantes hicieron menciones sobre genética molecular y las mutaciones genéticas.

Se infiere que los cambios observados como las descripciones detalladas de los alumnos con respecto al concepto de mutación, los tipos de mutaciones, el reconocimiento de los alumnos sobre el aprendizaje por medio de la estrategia ABP y el cambio en las categorías se debe a factores como la motivación, el trabajo en equipo, el tutor, el problema ABP y a los materiales utilizados durante este trabajo. Distintos autores han demostrado que los factores anteriores son fundamentales para el aprendizaje con el ABP. Lifschitz *et al.*(2010) plantea que la estrategia ABP fomenta buenas relaciones interpersonales y mejora en las dinámicas grupales incrementando el compromiso con las actividades planeadas. Por otra parte, Lucas *et al.*(2006) reporta una mayor participación y asimilación de los conocimientos gracias a la motivación y la interacción profesor-alumno.

Tabla XIII. Descripción de las categorías del instrumento Bitácora COL.

Familia	Categorías	Descripción de la categoría	Frecuencia
¿Qué pasó?	Generalidades sobre genética.	Se refiere a la descripción del concepto de mutación y los tipos de mutaciones. Por lo tanto, son conocimientos de tipo descriptivos.	2
	Aprendizaje por medio de problemas.	Menciones en las cuales los estudiantes identifican que aprendieron por medio de la estrategia ABP.	12
	Descripción de la actividad	Se refiere a las descripciones de las dinámicas y actividades que se realizaron en la segunda sesión.	17
¿Qué sentí?	Emociones positivas	Manifestaciones del alumno en las que expresa emociones positivas como satisfacción, agrado, seguridad etc.	26
	Emociones negativas	Manifestaciones del alumno en las que expresa emociones negativas como nerviosismo.	3
¿Qué aprendí?	Trabajo en equipo	Menciones en las que los alumnos manifiestan que durante la clase por medio de la integración, organización llegaron a un objetivo en común.	7
	Genética molecular y mutaciones.	Conceptos relacionados con mutación, gen, replicación, traducción de proteínas, tipos de mutaciones y mutaciones de acuerdo a la expansión de trinucleótidos.	19
	Huntington	Se refiere a la descripción de la enfermedad de Huntington.	1
	Emociones.	Se refiere las emociones que los estudiantes aprendieron a controlar y a la seguridad que sintieron cuando resolvieron el último cuestionario.	2
	Aprendizaje basado en problemas	Menciones que hacen referencia a la estrategia Aprendizaje Basado en Problemas.	2

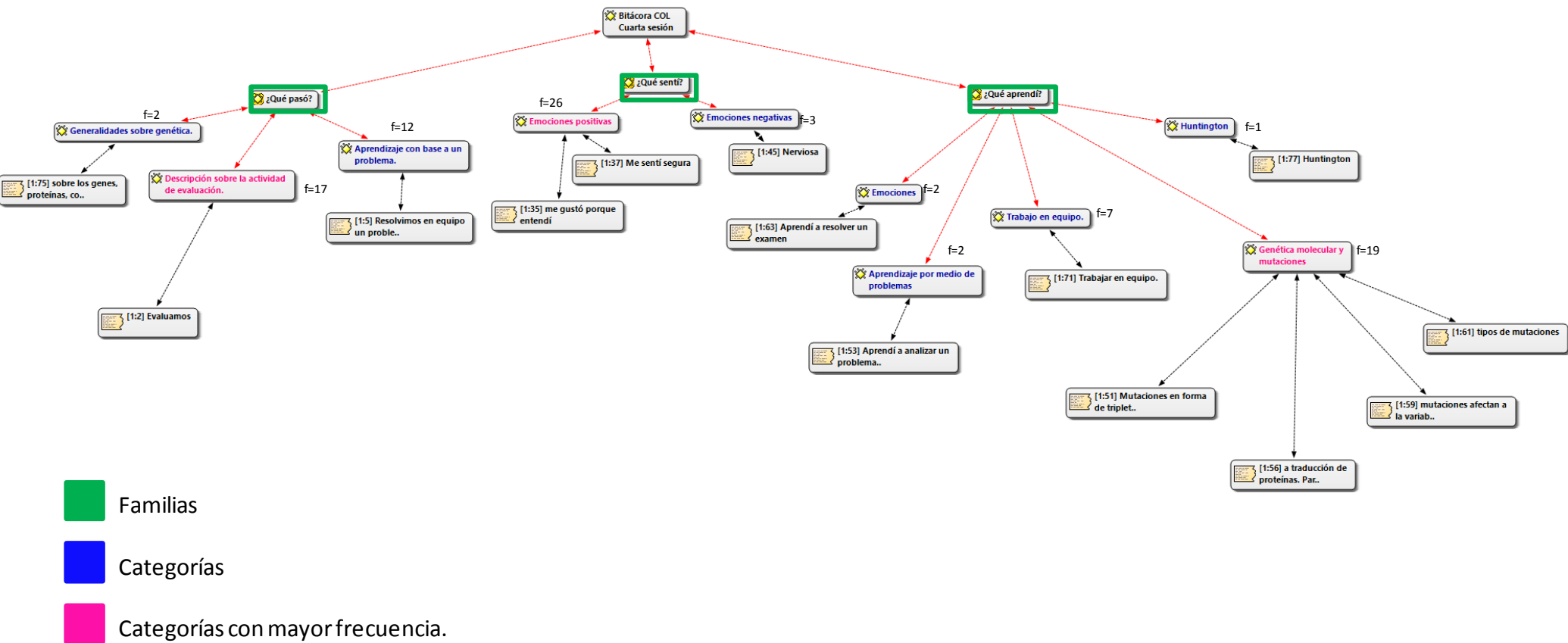


Fig. 15. Red semántica del instrumento Bitácora COL de la cuarta sesión.

Cuestionarios inicial y final

Se aplicó el mismo cuestionario dos veces, una vez al inicio de la estrategia y otra al final. Se realizó un análisis estadístico entre las calificaciones obtenidas en el cuestionario inicial y el final mediante la *t* de Student pareada con el programa miniTAB v.17 con el objetivo de determinar si existen diferencias significativas entre los resultados del cuestionario inicial y final. En el análisis se obtuvieron los siguientes resultados:

Valor de <i>t</i>	Valor de <i>p</i>
-9.58	0.0000

De acuerdo con estos resultados se determinó que existen diferencias significativas entre las calificaciones obtenidas por los alumnos. Éstos concuerdan con la Gráfica 1 en la cual se observa que el promedio de las calificaciones del primer cuestionario fue de 3.42 y el promedio del cuestionario final fue de 8.22.

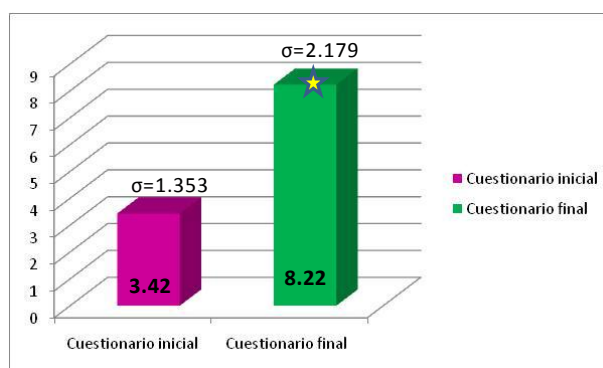



Fig. 16. Desviaciones estándar (σ) y promedios de los resultados de los cuestionarios inicial y final. La estrella  indica el cuestionario en el cual se presentaron diferencias significativas.

Se atribuye el aumento del promedio de la calificación a todo el proceso de aprendizaje que se llevó a cabo con la estrategia ABP desde un inicio (Gil, 2005, p. 134). Además, en los instrumentos C-Q-A y bitácora COL el análisis cualitativo

muestra evidencias que permiten identificar que los estudiantes alcanzaron el nivel cognitivo de descripción. También las emociones positivas que se generaron en la estrategia ABP deben haber promovido el aprendizaje (Barrera y Donolo, 2009). Además, los resultados refuerzan el hecho de que el ABP ha sido utilizado para generar cambios conceptuales, metodológicos y mejorar los resultados académicos de los estudiantes (Estepa y Estepa, 2011) (p.220).

Por otra parte el cambio en las calificaciones de los estudiantes es un resultado sobresaliente porque de acuerdo a las estadísticas de la escuela IUCE el índice de reprobación es alto en la unidad "Regulación y continuidad de la vida" de Biología IV. También en el colegio existe evidencia de que el tema "mutaciones" es difícil de comprender para los alumnos. Lo anterior permite identificar que el ABP es una estrategia que promueve el aprendizaje en el tema de mutaciones, lo cual refuerza su utilidad en el aprendizaje de las ciencias de la salud (Mendoza *et al.*, 2012) (p.236).

Con el fin de conocer la distribución de los datos y el suministro de la información sobre los valores mínimos y máximos se realizó un análisis estadístico de gráficas de caja y dispersión de los datos (bloxplots and whiskers) con el programa miniTAB v.17(Tabla XIV).

Tabla XIV. Datos del análisis estadístico de bloxplots and whiskers.

Cuestionario	Valor máximo	Valor mínimo	Mediana
Inicial	0	6.15	3.420
Final	10	10	8.925

En el cuestionario inicial el valor mínimo fue 0y el valor máximo fue 6.15 (Tabla XIV). El valor de la mediana fue de 3.420 lo que significa que el 50% de las calificaciones del primer cuestionario fueron menores de 3.420. También de acuerdo a la longitud de los whiskers (bigotes) que representan la dispersión, se observó mayor variación en los datos en comparación al cuestionario final (Figura 17).

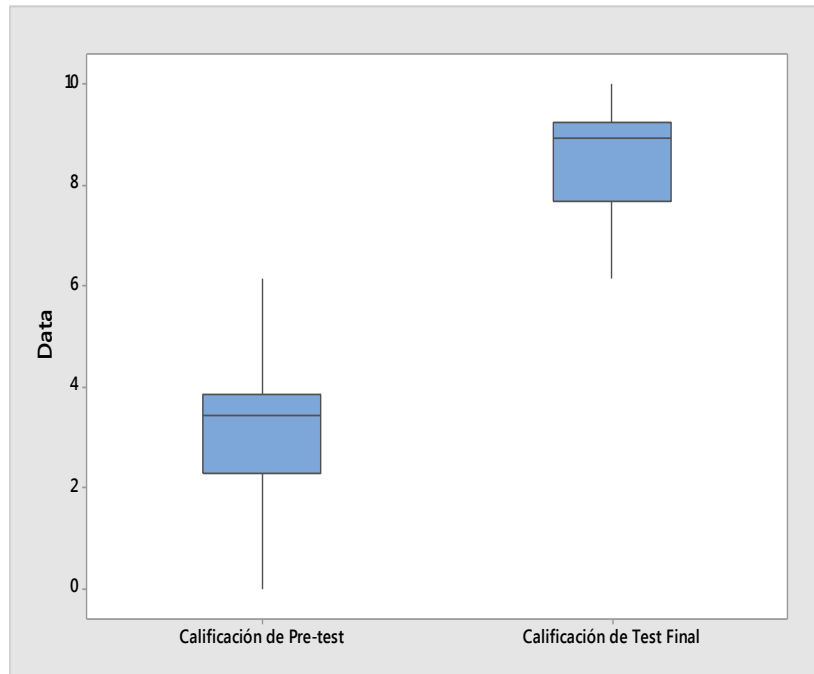


Fig. 17. Gráfica de caja de la mediana y la dispersión de los datos del cuestionario inicial y final.

En el cuestionario final el valor mínimo fue de 6.92 y el valor máximo fue 10 (Tabla XIV). El valor de la mediana fue de 8.925 lo que significa que el 50% de las calificaciones del primer cuestionario son mayores a 8.925. Los valores demuestran que el proceso de aprendizaje de los estudiantes con el ABP elevó los promedios de la calificación del examen final. También de acuerdo a la longitud de los whiskers (bigotes) se observó menor dispersión en los datos en comparación al cuestionario inicial (Figura 17). Los resultados obtenidos en el presente trabajo concuerdan con varios autores que han utilizado el ABP como estrategia de enseñanza y aprendizaje en Biología en el área de Genética y han obtenido mejores resultados en las calificaciones al final de la aplicación de la estrategia (Díaz, 2015., Zúnun, 2014., Uribe, 2012; Araz y Sungur, 2007, p. 450).

Rúbricas de evaluación

Los resultados que se obtuvieron en las rúbricas de autoevaluación, co-evaluación, evaluación al estudiante y al tutor fueron sometidos al análisis estadístico de bloxplots and whiskers con el programa miniTAB v.17 con el fin de conocer la distribución de los datos y la información sobre los valores mínimos y máximos (Tabla XV).

Tabla XV. Datos del análisis estadístico de las evaluaciones realizadas en el presente trabajo.

Evaluación	Valor máximo	Valor mínimo	Mediana
Autoevaluación	40	10	37
Co-evaluación	18	13	17.6
Evaluación al tutor	40	30	38
Evaluación al estudiante.	40	20	38

En la autoevaluación el valor mínimo fue 10 y el valor máximo fue 40 (Tabla XV) lo que significa que el puntaje mayor fue de 40. Lo que quiere decir que algunos alumnos consideraron su desempeño fue excelente al ser 40 el puntaje más alto que se pudo obtener. El valor de la mediana fue de 37 lo que significa que el 50% de los datos son mayores a 37 (Figura 18). Se infiere que la autoevaluación tiene una estrecha relación con los resultados obtenidos en las calificaciones del cuestionario final.

En la co-evaluación el valor mínimo fue 13 y el valor máximo fue 18 (Tabla XV). El valor de la mediana fue de 17.6 lo que significa que el 50% de los resultados son mayores a 17.6 (Figura 18). Los resultados de la co-evaluación permiten conocer una perspectiva crítica de como se evaluaron los estudiantes. En general los estudiantes demostraron integración y responsabilidad al trabajo en clase.

En la evaluación al estudiante se obtuvo el valor mínimo de 20 y el valor máximo de 40 y la mediana tuvo un valor de 38 (Figura 18). Durante la estrategia ABP los

alumnos participaron de manera constructiva y contribuyeron al trabajo del grupo y aceptaron la retroalimentación. Es importante destacar que todos los alumnos fueron puntuales en todas las sesiones. Lo anterior favorece al proceso de aprendizaje ya que el ABP promueve un entorno favorable de aprendizaje (Araújo y Sastre, 2008, p. 179).

De acuerdo al análisis de bloxplots and whiskers en la evaluación al tutor el valor mínimo fue 30. También se determinó el valor máximo el cual fue 40 (Tabla XV). El valor de la mediana fue de 38 lo que significa que el 50% de los datos del primer cuestionario son mayores a 38. (Figura 18). Estos resultados son importantes ya que permiten reconocer que el tutor obtuvo un puntaje alto en la evaluación que los alumnos realizaron. Las rúbricas demostraron que todos los alumnos piensan que el tutor escuchó y respondió adecuadamente a las preguntas, tuvo claridad de los objetivos y está familiarizado con el problema, guió e intervino para mantener al grupo en el camino correcto para seguir adelante a pesar de los problemas, realizó comentarios constructivos acerca de la información presentada y mostró interés por los estudiantes y su aprendizaje.

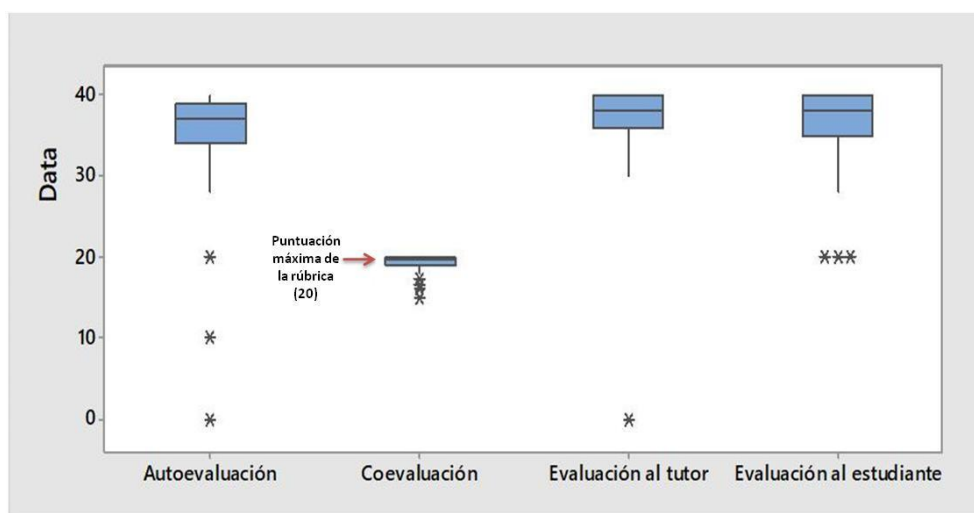


Fig. 18. Análisis gráfico de bloxplots and whiskers de la autoevaluación, co-evaluación, evaluación al estudiante y al tutor.

De acuerdo a Gómez *et al.*(2011)el facilitador o tutor tiene un papel importante en el proceso del ABP ya que ayuda a los alumnos en su proceso de aprendizaje y el desarrollo de la estrategia (p. 45). De acuerdo a Cortina *et al.*(2015) el tutor "*es el lazarillo del estudiante en su proceso de aprendizaje*" ya que es más cercano al estudiante, facilita el aprendizaje y conoce la evolución de éste.

CONCLUSIONES

- Considerando lo reportado aquí se concluye que la estrategia ABP propició el aprendizaje y el entendimiento del subtema mutaciones y por lo tanto se cumplió el objetivo general del presente trabajo.
- La estrategia ABP influyó positivamente en el desempeño académico y en el aprendizaje de los estudiantes. Las diferencias significativas en los resultados del cuestionario inicial y final demostraron que se logró un cambio en las concepciones acerca de lo que los alumnos sabían o desconocían acerca de las mutaciones. Resultados similares en el aprendizaje obtenidos con la estrategia ABP han sido reportados previamente (Díaz, 2015., Zunún, 2014 y Uribe, 2012).
- Se promovieron en los alumnos valores que favorecieron al trabajo colaborativo y eso se demostró con el análisis cualitativo de la pregunta ¿Qué aprendí? de la Bitácora COL donde los alumnos manifestaron que aprendieron a trabajar en equipo.
- De acuerdo con los resultados del instrumento SQCAAP y la pregunta ¿Qué sentí? de la bitácora COL, la estrategia ABP generó interés y cambios de actitudes en los alumnos ante algunos problemas genéticos que repercuten en la vida cotidiana.
- El análisis cualitativo de los instrumentos C-Q-A y Bitácora COL demuestra un cambio importante en las descripciones del contenido biológico de las mutaciones porque después del ABP éstas fueron más precisas e

informadas. Esto concuerda con lo obtenido por Villalobos *et al.*, 2016, Díaz, 2015, Zunún, 2014 y Uribe, 2012.

- El análisis cualitativo de la pregunta ¿Qué pasó? de la Bitácora COL señala que los alumnos fueron capaces de realizar descripciones ordenadas y analíticas sobre las actividades de la estrategia ABP.
- El análisis cualitativo de la pregunta ¿Qué aprendí? de la Bitácora COL demuestra que hubo cambios en las concepciones y las descripciones de los alumnos sobre el subtema mutaciones.
- El análisis cualitativo de la pregunta ¿Qué sentí? de la Bitácora COL demuestra emociones positivas de los alumnos hacia la estrategia ABP y al subtema mutaciones, lo cual debe haber propiciado el aprendizaje del subtema mutaciones.
- De acuerdo a los instrumentos SQCAAP, C-Q-A, Bitácora COL, la estrategia ABP generó interés hacia el subtema de mutaciones.
- De acuerdo a los análisis cualitativos, cuantitativos y a lo descrito por Bloom (ITSEM, 2017) los resultados demuestran que los estudiantes obtuvieron el nivel cognitivo de conocimiento y descripción, por lo tanto se cumplió con el objetivo del Programa de Biología V que es ampliar e integrar los conocimientos del estudiante sobre el tema de mutaciones.
- La estrategia ABP permitió que los alumnos integraran y ampliaran los conocimientos del subtema mutaciones. Lo anterior se observó en los resultados del cuestionario final y las respuestas de la pregunta ¿Qué aprendí? de la cuarta sesión.

REFERENCIAS

- Acosta, S. & Boscán, A. (2014). Estrategias de enseñanza para promover el aprendizaje significativo de la biología en la Escuela de Educación, Universidad del Zulia. *Multiciencias*, 14(1), 67-73.
- Alcántara, A. & Zorilla, J. (2010). Globalización y educación media superior en México. 32(127),38-57.
- Alvarado, M & Flores, F. (2010). Percepciones y supuestos sobre la enseñanza de la ciencia. *Perfiles educativos*, 32(128),10-26.
- Araújo, U. & Sastre, G. (2008). El aprendizaje basado en problemas: una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad. Barcelona: Gedisa.
- Araz, G. & Sungur, S. (2007). Effectiveness of problem-based learning on academic performance in genetics. *Biochemistry & Molecular Biology Education*, 35(6), 448-451.
- Arroyave, P. & Riveros, M. (2006). Enfermedad de Huntington. *Universitas Médica*, 47(2), 121-130.
- Bandura, A. (1986). Social foundations of thought and action: A social cognitive theory. New Jersey: Prentice Hall.
- Barrera, M. & Donolo, D. (2009). Neurociencia y su importancia en contextos de aprendizaje [versión electrónica]. *Revista Digital Universitaria*. Vol10(4), 2-18.
- Barell, J. (2007). El aprendizaje basado en problemas: un enfoque investigativo. (4ª). Buenos Aires: Manantial.
- Barrios, N. (2014). Aprendizaje basado en problemas como una estrategia didáctica para abordar la asignatura de ecología en el nivel medio superior. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Barrows, H. S., Tamblyn, R.M. (1986). Problem-based learning. Nueva York: Springer Verlag.
- Barrows, H. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching & Learning*, (19)68, 3-12.
- Becerra, R. D. (2014). Estrategia de aprendizaje basado en problemas para aprender circuitos eléctricos. *Innovación educativa*, (14)64, 73-99.

- Belias, D., Labros, S., Kakkos, N. (2013). Traditional teaching methods vs teaching through the application of information and communication. *European Scientific Journal*. 9(28), 18-37.
- Binda, M. C. (2006). Consideraciones sobre el examen de preguntas de opciones múltiples (*Multiple choice*). *Revista Argentina de Radiología*, 70(4), 337-339.
- Birch, W. (1986). Towards a model for problem-based learning. *Journal Studies Higher Education*, 11(1), 73-82.
- Caballero, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las ciencias*, 26 (2), 227-244.
- Cabrera, M., & López, A. (2006). Efectos de la radiación ultravioleta (UV) en la inducción de mutaciones de p53 en tumores de piel. *Oncología*, 29(7), 25-32.
- Campanario, J.M. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2),179-192.
- Campanario, J. M. (2003). Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de ciencias sobre la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 12(2), 319-328.
- Calatayud, L., Gil, D. & Gimeno, V. (1992). Cuestionario el pensamiento docente espontáneo del profesorado universitario: ¿Las deficiencias en la enseñanza como origen de las dificultades de los estudiantes? *Revista Interuniversitaria de formación profesorado*, 14(2), 71-81.
- Clancy, S. (2008). Genetic Mutation [version electrónica]. *Nature Education*. Vol 1(1),187.
- Campirán, S. (2000). Habilidades de pensamiento crítico y creativo. Universidad Veracruzana. Recuperado el 15 de Agosto de 2017, de [https://www.uv.mx/apps/afbgcursos/Antologia%20PC%202017/Documentos/Campirán%20A%20\(2017\)%20Libro%20de%20Texto_SP_HP_Antologia.pdf](https://www.uv.mx/apps/afbgcursos/Antologia%20PC%202017/Documentos/Campirán%20A%20(2017)%20Libro%20de%20Texto_SP_HP_Antologia.pdf)
- Carretero, M., Velaz, C. (1994). *Constructivismo y educación*. Madrid: Ed. Vives.
- Cortina, N., Ortiz, C. & Expósito, C. (Dic, 2015). Reflexiones en torno al aprendizaje basado en problemas: una alternativa en la asignatura gestión del

cuidado. [versión electrónica]. *Revista Cubana de Enfermería*. Vol. 31(4). Recuperado el 14 de Febrero de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192015000400008.

- Curin, C. (2016). Aprendizaje basado en problemas (ABP): Una estrategia de enseñanza de la educación ambiental, en estudiantes de un liceo municipal de Cañete [versión electrónica]. *Revista Electrónica Educare*, 20(1), 1-26,
- Dansereau, F. (1985). *Learning strategy research, thinking and learning skills*. New York: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Dávila, M., Borrachero, A., Brígido, M. & Costillo, E. (2014). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de la física y la química. *International Journal of Developmental & Educational Psychology*, 4(1), 287-294.
- Díaz-Barriga, F. & Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista*. México: McGraw Hill.
- Díaz-Barriga, F. & Hernández R. G. (2007). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo una interpretación constructivista*. México: McGraw Hill.
- Díaz, J. (2015). *Aprendizaje basado en problemas (ABP) una alternativa en la enseñanza del tema síntesis de proteínas en el bachillerato*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Dirección General De La Escuela Nacional Preparatoria. (2017). Programa de Estudios de la Asignatura de Biología V. Recuperado el 10 de Julio de 2017, de <http://www.dgenp.unam.mx/planesdeestudio/sexta/1613.pdf>
- Dirección General De La Escuela Nacional Preparatoria. (s/f). Informe de actividades 2016-2017. Recuperado el 27 de Septiembre de 2017, de <http://www.planeacion.unam.mx/informes/PDF/ENP-2015-2016.pdf>
- Dirección General De La Escuela Nacional Preparatoria. (s/f). Informe de actividades 2016-2017. Recuperado el 27 de Septiembre, de <http://www.planeacion.unam.mx/informes/PDF/ENP-2016-2017.pdf>

- Dolmans, D., Gijsselaers, H., Schmidt, G. & Van Der Meer, B. (1993). Problem effectiveness in a course using problem-based learning. *Academic Medicine*, 68(3), 207–213.
- Downing, S. (2002). Assessment of knowledge with written test forms. *International Handbook of Research in Medical Education*, 7(2), 647-672.
- Dorrecht: Kluwer Academic Publishers; 2002. p. 647-672.
- Escribano, A. & Del Valle, A. (2015). El aprendizaje basado en problemas en problemas: Una propuesta metodológica en educación superior. (4ª ed.) Madrid: Narcea.
- Escuela Nacional Preparatoria. (s/f). Plan de Estudios 1996. Recuperado el 20 de Septiembre de <https://drive.google.com/file/d/0B5ZhXk3MOzKCdHh4X3k3aFNDdnM/view>
- Estepa, R. & Estepa, A. (2011). Trabajar con la incertidumbre del mundo laboral: análisis de una experiencia con Aprendizaje Basado en Problemas en redes de ordenadores. *Revista de Docencia Universitaria*, 9(2), 213-232.
- Figini, E. & Michelli, A. (2005). La enseñanza de la genética en el nivel medio y la educación polimodal: contenidos conceptuales de los libros de texto. *Enseñanza de las ciencias*, 1(8), 2-15.
- Feldman, K. & Paulsen, M. (1999). New directions for teaching and learning. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Flores, A. & Gómez, A. (2009). Aprender matemática, haciendo matemática: la evaluación en el aula. *Educación matemática*, 21(2), 117-142.
- Frola, P. (2016). Competencias docentes para la evaluación: Diseño de reactivos para evaluar el aprendizaje. México: Trillas.
- Fuentes, N. (2016). *Evaluación del aprendizaje de concepto de biodiversidad y temas afines, mediante dos métodos de enseñanza aprendizaje basado en problemas y tradicional*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Galindo, A., Arango, M., Diaz, P., Villegas, M., Aguirre, E., Kambourova, M. & Jaramillo, A. (2011). ¿Cómo el aprendizaje basado en problemas (ABP)

transforma los sentidos educativos del programa de Medicina de la Universidad de Antioquia? *Iatreia*, 24(3), 325-334.

- Gil, D. (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Recuperado el 20 de Noviembre de 2017, de http://www.unesco.org/new/es/santiago/resources/single-publication/news/como_promover_el_interes_por_la_cultura_cientifica/
- Glaser, R. (1991). The maturing of the relationship between the science of learning and cognition and educational practice. *Learning and Instruction*, 1(2), 129-144.
- Gómez, J., Velázquez, N. & Peralta, H. (2011). Fundamentos biológicos de la odontología: Aprendizaje basado en problemas ABP. México: Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
- González, E. & Hernández, G. 2015. Las bibliotecas de la Escuela Nacional Preparatoria. *Biblioteca Universitaria*, 18(1), 63-72.
- Gordillo, J. (2010). La rúbrica como instrumento pedagógico para la tutorización y evaluación de los aprendizajes en el foro *online* en educación superior. *Revista de Medios y Educación*, 1(36), 141-149.
- Griffin, E. (2006). A first look at communication theory. (6a ed).New York: McGraw Hill.
- Gutiérrez, A., Puente, A., Martínez, G. & Piña, G. (2013). Aprendizaje basado en problemas: un camino para aprender a aprender. México: UNAM.
- Herrero, J. (2009). Manual de la teoría de la comunicación. Madrid: Universitas.
- Haladyna, T. (2004). Developing and validating multiple-choice test items. (3^a). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.Publishers.
- Hernández, I., Suárez, J. & Navarro, M. (2016). Evaluación de las características del ABP en el programa de ingeniería de sistemas bajo la modalidad de educación a distancia. *Revista de Investigación Educativa*, 1(23), 167-189.

- Hernández, J., Rojas, Y., Mendoza, N., Lorenzana, M., Campos, A., Gijón, E., Santoyo, S. & Cortés, T. (2003). Aprendizaje basado en problemas. *Revista de la Facultad de Medicina*, 46(2), 67-70.
- Hernández, P. 2012. ¿Por qué es importante establecer una rúbrica de evaluación? El caso del curso Clínica de Exodoncia y Cirugía. *Educación*, 36(1), 1-18.
- Herrera, M., Pacheco, M., Palomar, J. & Zavala, D. (2010). La adicción a facebook relacionada con la baja autoestima, la depresión y la falta de habilidades sociales. *Psicología Iberoamericana*, 18(1), 6-18.
- Hung, W., Jonassen, D. & Liu, R. (2008). Problem-Based Learning. (3ª). New Jersey: Handbook of research on educational communications and technology.
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2009). Panorama Educativo de México. Indicadores del Sistema Educativo Nacional. Educación Media Superior. Recuperado el 30 de Enero, de: <http://www.inee.edu.mx/sitioinee10/Publicaciones/IndicadoresEducativos/P1B108PNRMEMS2009.pdf>
- Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey, ITESM. (2017). Recuperado 6 de Abril de 2018, de : <http://sitios.itesm.mx/va/calidadacademica/files/taxonomia.pdf>
- Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey, ITESM. (1999). Recuperado 20 de Enero de 2018, de: <http://sitios.itesm.mx/va/dide/documentos/inf-doc/abp.pdf>
- Instituto Universitario de Ciencias de la Educación. (2018). *Reglamento del Instituto Universitario de Ciencias de la Educación* [Folleto]. Ciudad de México: Colegio Salesiano Santa Julia.
- Iñiguez, F. y Puigcerver, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la educación secundaria. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 307-327.
- Jofré, C. & Contreras, F. (2013). Implementación de la metodología ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) en estudiantes de primer año de la carrera de educación diferencial. *Estudios Pedagógicos*, 34(1), 99-113.

- Jurado, A., Flores, F., Delgado, L., Sommer, H., Martínez, A. & Sánchez, M. Distractores en preguntas de opción múltiple para estudiantes de medicina: ¿Cuál es su comportamiento en un examen sumativo de altas consecuencias? *Investigación en Educación Médica*, 2(8), 202-210.
- Kibuka, S. (2007). Understanding genetics and inheritance in rural schools. *Journal of Biological Education*, 41(2), 56-61.
- Lacuesta, R.& Catalán, C. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas: una experiencia interdisciplinar en Ingeniería Técnica en Informática de Gestión. Recuperado el 20 de Enero, de: <http://www.dccia.ua.es/jenui2004/actas/ponencias/ponencia35.pdf>
- Lifschitz, V., Bobadilla, A.; Esquivel, P.; Giusiano, G. & Merino, L. (2010). Aplicación del aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de la microbiología en estudiantes de Medicina. *Educación Médica*, 13(2), 107-111.
- Linder, C. (1993). A challenge to conceptual change. *Science education*, 1(77), 293-300.
- López, M. (2008). El aprendizaje basado en problemas, una propuesta en el contexto de la educación superior en México. *Tiempo de educar*, 9(18), 199-232.
- Loya, R. (2014). *Aprendizaje basado en problemas: como estrategia de enseñanza*. (1ª ed.)México: Trillas.
- Lucas, M., García, R.; Moret, E.; Llasera, R.; Melero, A. &Canet, J. (2006). El aprendizaje basado en problemas aplicado a la asignatura de pregrado de Anestesiología. *Revista Especializada de Anestesiología y Reanimación*, 53(3), 419-425.
- Matus, O., Palacios, O. & Soto, A. (2005). Utilización del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de información básica. *Revista Médica de Chile*, 21(5), 19-29.
- McGinn, N., Rivera, E. & Castellanos, A. (2014). El sistema educativo mexicano (un modelo de simulación de escenarios). *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, 45(2), 143-185.

- Medrano, C., Osuna, I. & Garibay, J. (2015). La eficiencia del aprendizaje cooperativo en la enseñanza de la química en el nivel medio superior. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 6(11), 2-11.
- Mendoza, E., Méndez, L & Torruco, G. (2012). Aprendizaje basado en problemas (ABP) en educación médica: sugerencias para ser un tutor efectivo. *Investigación en Educación Médica*, 1(4), 235-237
- Morales, P. & Landa, L. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoría*, 13 (1), 145-147.
- Núñez, J., González, J., García, M., González, S., Roces, M., Álvarez, L. & González, M.C. 1998. Estrategias de aprendizaje, autoconcepto y rendimiento académico. *Psicothema*, 10 (1), 97-109.
- Ogle, D. (1990). K-W-L: A teaching model that develops active reading of expository text. *Reading Teacher*, 39(6), 564-570.
- Olivares, S. (2001). El aprendizaje basado en problemas. Una propuesta metodológica para transformar la universidad. Universidad de Nayarit. Recuperado el 20 de Marzo de 2016, de <http://www.congresoretosyexpectativas.udg.mx/Congreso%202/Mesa%201/d%20Aprendizaje%20asistido%20profesional/1.d.4.pdf>
- Pray, L. (2008). DNA replication and causes of mutation [version electrónica]. *Nature Education*. Vol 1(1). 214.
- Ralston, A. (2008). Environmental mutagens, cell signaling and DNA repair [version electrónica]. *Nature Education*. Vol 1(1), 114.
- Reeve, E. (2014). *Pyrimidine dimers*. Encyclopedia of genetics. (2^a ed.) New York Routledge.
- Saavedra R., Illesca, P. & Cabezas, G. (2014). Aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia para adquisición de competencias genéricas: estudiantes de nutrición y dietética. *Revista Chilena de Nutrición*, 41(2), 167-172.
- Salazar, O., Marcela, C. & Zuleta, J. (2015). Evaluación de conocimientos con exámenes de selección múltiple: ¿tres o cuatro opciones de respuesta?

Experiencia con el examen de admisión a posgrados médico-quirúrgicos en la Universidad de Antioquia. *Latreia*, 28(3), 300-311.

- Sampieri, R., Hernández, C. & Baptista, P. 2014. Metodología de la investigación.(6ª).Buenos Aires: Mc Graw Hill.
- Secretaría de Educación Pública. (2011). Reforma Integral de la Educación Media Superior en México. México: SEP.
- Secretaría de Educación Pública.(2013). Ley General de la Educación. Recuperado el 30 de Octubre, de: https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/558c2c24-0b12-4676-ad90-8ab78086b184/ley_general_educacion.pdf
- Smith, L., Blakeslee, D & Anderson, W. (1993). Teaching strategies associated with conceptual change learning in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 111-126.
- Sola, A. (2006). *Aprendizaje basado en problemas, de la teoría a la práctica*. México: Trillas.
- Suárez, O. & Guillén, J. (1996). Un perfil del sistema incorporado a la UNAM. *Perfiles Educativos*, 18(73), 2-38.
- Subsecretaria de Educación Media Superior. (2017). SNB: Sistema Nacional de Bachillerato. Recuperado el 10 de Julio de 2017, de http://www.sems.gob.mx/es/sems/sistema_nacional_bachillerato
- Sweller, J. & Sweller, S. (2006). Natural information processing systems. *Evolutionary Psychology*, 4(1), 434-458.
- Pantoja, J. & Covarrubias, P. (2013). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP). *Perfiles educativos*, 35(139), 93-109.
- Pérez, P. (2004). Revisión de las teorías del aprendizaje sobresalientes del siglo XX. *Tiempo de educar*, 5(10), 39-79.
- Pierce, B. (2012). *Genética, un enfoque conceptual*. (4ª ed.) Madrid: Médica panamericana.
- Pierce, B. (2010). *Genética, un enfoque conceptual*. (3ª ed.) Madrid: Médica panamericana.

- Porrás, J. & Oliván, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 307-327
- Pozo, J. & Flores, F. (2007). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Madrid: Machado Libros.
- Pozo, J. & Gómez, M. (2012). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento*. (5ª ed.) Madrid: Morata.
- Ríos, E. (2009). *Aprendizaje basado en problemas, elaboración y validación de casos para la enseñanza- aprendizaje de genética en educación media superior*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Roux, R. & González, E. (2015). Estrategias de aprendizaje y su relación con el rendimiento académico en estudiantes de una escuela privada de educación Media Superior. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 15(1), 1-16.
- Vigotsky, L.S. (1980). *Mind in society*. Cambridge: Harvard University Press.
- Tirado, F., Santos, G. & Tejero, D. (2013). La motivación como estrategia educativa Un estudio en la enseñanza de la botánica. *Perfiles educativos*. 35(139), 79-92.
- Tirado, S. & López, A. (1994). Problemas de la enseñanza de la Biología en México. *Perfiles Educativos*, 35(66), 51-57.
- PDI (2014). Plan de Desarrollo Institucional 2014-2018 de la Escuela Nacional Preparatoria. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 20 de Septiembre de 2017, de: http://dgenp.unam.mx/direccgral/directora/plan_desarrollo_ENP_2014_2018.pdf
- Universidad Nacional Autónoma de México. Plan Educativo Nacional. (2012). Recuperado de: http://www.planeducativonacional.unam.mx/CAP_06/Text/06_05a.html
- Uribe, I. (2012). *El estudio de las enfermedades metabólicas de origen monogénico como estrategia de aprendizaje basado en problemas para el*



tema de relaciones alélicas de Biología III. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

- Valle, A., Barca, A., González, R. & Núñez, C. (2000) Las estrategias de aprendizaje revisión teórica y conceptual. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 31(3), 425-461.
- Villa, L. (2014). Educación media superior, jóvenes y desigualdad de oportunidades. *Innovación educativa* (México, DF), 14(64), 33-45.
- Villalobos, D., Ávila, P., & Olivares O. (2016). Aprendizaje basado en problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 21(69), 557-581.
- Watson, J., Baker, T. & Bell, S. (2016). *Biología molecular del gen*. (7a ed). España: Medica Panamericana.
- Zambrano, C. (2016). Autoeficacia, prácticas de aprendizaje autorregulado y docencia para fomentar el aprendizaje autorregulado en un curso de ingeniería de software. *Formación Universitaria*, 9(3), 51-60.
- Zunún, B. (2014). *El aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia didáctica para el tema de Meiosis en la educación media superior*. Tesis de maestría en Docencia en Educación Media Superior. Universidad Nacional Autónoma de México.

ANEXOS

ANEXO I. Escenario del problema del ABP.

ESCENARIO DEL PROBLEMA

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
	MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACION MEDIA SUPERIOR	
FECHA: _____		
ESTUDIANTE: _____		

Instrucciones: Lee atentamente la lectura y contesta el cuestionario que te ayudará a realizar la actividad.

Golpes de la vida

En el Super Bowl un jugador de futbol americano Quarterback llamado Derek, del equipo Oakland Raiders, tuvo cambios paulatinos en su comportamiento. Durante la temporada tuvo movimientos involuntarios de cara y perturbaciones emocionales, como cambios de humor repentinos que permitieron que tuviera varias faltas. Después de la temporada el *coach* le comentó que varias veces le había mencionado que está prohibido golpear la cabeza de otros con el casco, ya que la técnica puede causar lesiones graves a los dos jugadores, pues se han registrado en la Liga Profesional de Fútbol Americano más de 90 casos de muertes de ex jugadores con problemas relacionados con traumas repetidos en la cabeza y contusiones. A partir de esa llamada de atención, Derek ha disminuido el número de veces que comete la falta, sin embargo, los síntomas aún persisten y aumentan paulatinamente, por lo que el equipo de los Raiders y él se encuentran preocupados.

El *coach* y el director del equipo le piden que se realice varios estudios incluso genéticos. El jugador piensa que es una buena opción ya que en su historia familiar se han presentado casos de una enfermedad conocida comúnmente como

Baile de San Vito y no saben las causas. Los afectados han sido hombres o mujeres que generalmente presentan síntomas a partir de los 35 o después de los 50 años. Los síntomas aparecen paulatinamente, consisten en perturbaciones emocionales como cambios de humor repentinos, irritabilidad, estrés e inquietud, cambios en el lenguaje, pero sobre todo movimientos involuntarios de extremidades y cara.

El jugador decide consultar a un Biólogo (a) que tiene un doctorado en enfermedades relacionadas con el sistema nervioso y genéticas. Él asiste a un centro de Investigación en Ciencias Biológicas en el que la NFL ha realizado inversiones significativas para investigar problemas de salud de los jugadores. Si fueras el jugador. ¿Qué preguntas le plantearías al Biólogo (a) para resolver el problema?

Si tú fueras Biólogo (a) ¿Cómo explicarías las causas de la enfermedad que han padecido los familiares del jugador de futbol americano?, ¿Recomendarías al jugador que siguiera ejerciendo su profesión? Fundamenta tu respuesta al problema con base a tus conocimientos previos y temas relacionados con el problema.

ANEXO II. SQCAAP



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA Y
SUPERIOR



FECHA _____

Integrantes del equipo:

SQCAAP

S ¿Qué pensamos que Sabemos sobre el tema?

Q ¿Qué necesitamos averiguar para resolver el problema? Enlista los temas

C ¿Cómo haremos para averiguarlo?

A ¿Qué esperamos aprender?

A ¿Cómo aplicaremos lo que hemos aprendido a otros temas? ¿A nuestras vidas personales? ¿A nuestros próximos proyectos?

P ¿Cuáles nuevas preguntas nos planteamos después de la investigación?

ANEXO III. C-Q-A.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO





MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA Y SUPERIOR

FECHA _____

Alumno (a): _____

C ¿Qué conozco sobre el problema?	Q ¿Qué quiero aprender? ¿Qué quiero conocer?	A ¿Qué aprendí?



ANEXO IV. Bitácora COL.

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA Y SUPERIOR	
FECHA _____ Alumno (a): _____		

Instrucciones: A continuación se presentan tres preguntas que tienen que ver con algunas situaciones asociadas a las actividades realizadas en la sesión, puedes responder con base a: los temas vistos en clase, el desarrollo de la clase, el trabajo en equipo, los ejemplos aportados, las fuentes bibliográficas.

¿Qué pasó?	¿Qué sentí?	¿Qué aprendí?

ANEXO V. Cuestionario previo y posterior.

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA Y SUPERIOR	
FECHA _____		
Alumno (a): _____		

INSTRUCCIONES: Elige la opción que responde correctamente la pregunta.

CUESTIONARIO

1.- Las mutaciones son:

- a) Cambios en monosacáridos y RNA mensajero.
- b) Fuente de variación genética y materia prima de la evolución.
- c) Materia prima de la evolución y cambios en el RNA.
- d) Cambios en el RNA de transferencia y RNA ribosomal.

2.- Las mutaciones en línea germinal

- a) Afectan a los cromosomas
- b) Afectan a los gametos
- c) Afectan a los gametos y a las células somáticas.
- d) Afectan sólo a células somáticas

3.- Consecuencias de la expansión por repetición de trinucleótidos

- a) Expande la región codificante de un gen y produce proteínas anormales
- b) Modificación de la base nitrogenada
- c) Produce mutaciones que no se expresan
- d) Produce proteínas más cortas

4.- Representa una enfermedad genética causada por expansiones por repetición de nucleótidos.

- a) Enfermedad de Huntington
- b) Síndrome de Down
- c) Síndrome de MacLeod
- d) Xeroderma pigmentosa

5.- Las mutaciones se definen como:

- a) Cambios heredables en la información genética
- b) Cambios en la información genética pero no heredables
- c) Cambios en las células somáticas y germinales
- d) Cambios que afectan a un solo individuo de la población.

6.- Son unidades estructurales de los ácidos nucleicos:

- a) Péptidos
- b) Bases nitrogenadas
- c) Aminoácidos
- d) Nucleótidos

7.- Las mutaciones permiten la comprensión de:

- a) Las enfermedades ligadas al sexo
- b) Los detalles moleculares de los procesos.
- c) Todas las enfermedades que existen.
- d) La variabilidad genética.

8.-Un gen codificante es:

- a) Conjunto completo de instrucciones genéticas presentes en un organismo.
- b) Conjunto de proteínas que posee un individuo.
- c) Secuencia de DNA que se transcribe en una molécula de RNA mensajero.
- d) Conjunto de enlaces químicos que conectan a los fosfatos del DNA.

9- La traducción es:

- a) Proceso por el cual se sintetiza una proteína a partir de la información del RNA mensajero
- b) Proceso en el cual se sintetizan proteínas a partir del DNA.
- c) Proceso por el cual se sintetiza DNA a partir de la información del RNA mensajero
- d) Proceso en el cual se sintetiza RNA a partir de una cadena de DNA.

10.-En ciertas mutaciones el número de copias de tripletes de nucleótidos está relacionado con:

- a) El número de veces al que un organismo fue expuesto a compuestos químicos.
- b) La edad de aparición de las enfermedades genéticas.
- c) El sexo genético.
- d) Las proteínas de las células germinales de un individuo.

11.- Las mutaciones somáticas son:

- a) Cambios en el DNA de los tejidos de las células pero no pasan a la descendencia.
- b) Cambios en el DNA de los tejidos de las células pero pasan a la progenie.
- c) Cambios en el RNA de los tejidos de las células y gametos que pasan a la progenie.
- d) Son cambios en el DNA de las células germinales y pueden pasar a la progenie

12.- Las mutaciones de la línea germinal son:

- a) Cambios en el DNA de los tejidos de las células pero no pasan a la descendencia.
- b) Cambios en el DNA de los tejidos de las células pero pasan a la progenie.
- c) Cambios en el RNA de los tejidos de las células y gametos que pasan a la progenie.
- d) Son cambios en el DNA de las células germinales y pueden pasar a la progenie

13.- Moléculas que participan en la traducción de proteínas:

- a) Sólo codones y RNAm.
- b) DNA y proteínas
- c) Aminoácidos y nucleótidos
- d) RNAt, RNAm, RNAr.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA
SUPERIOR



Nombre: CRUZ CORTÉS ESTEFANÍA LIBERTAD

1) (A) (B) (C) (D)

2) (A) (B) (C) (D)

3) (A) (B) (C) (D)

4) (A) (B) (C) (D)

5) (A) (B) (C) (D)

6) (A) (B) (C) (D)

7) (A) (B) (C) (D)

8) (A) (B) (C) (D)

9) (A) (B) (C) (D)

10) (A) (B) (C) (D)

11) (A) (B) (C) (D)

12) (A) (B) (C) (D)

13) (A) (B) (C) (D)

ANEXO VI. Instrumento de evaluación para la autoevaluación.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA Y
SUPERIOR**





FECHA _____

Alumno (a): _____

AUTOEVALUACIÓN DEL ALUMNO				
Categorías de evaluación	1 Totalmente en desacuerdo	2 En desacuerdo	3 De acuerdo	4 Totalmente de acuerdo
1) Terminé todos los trabajos asignados al grupo a tiempo.				
2) Asistí a la clase con el material leído y necesario para avanzar satisfactoriamente en las discusiones de grupo.				
3) Escuché atentamente y con respeto las presentaciones de los demás.				
4) Aporté información nueva y relevante en las discusiones que realizó el equipo.				
5) Utilicé recursos apropiados para investigar los contenidos.				
6) Comunicué las ideas e información claramente.				
7) Presenté ideas lógicas y argumentos en la exposición.				
8) Tuve una buena relación y comunicación con mis compañeros.				
9) Escuché con respeto las opiniones y críticas de mis compañeros.				
10) Ayudé a identificar e implementar ideas en las que el grupo pueda funcionar mejor.				

ANEXO VII. Instrumento de evaluación para la co-evaluación.



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA Y SUPERIOR	
FECHA _____		
ALUMNO (A) _____		

Instrucciones: A partir de los siguientes criterios evalúa a tus compañeros.

Categorías de Evaluación	1	2	3
Puntualidad	Asiste a las actividades después de haber iniciado la sesión.	Asiste a las actividades de grupo, aunque se retrase un poco en la hora de llegada a la actividad.	Asiste puntualmente a las actividades de grupo.
Compromiso	No termina los trabajos que se le asignan al equipo.	Termina algunos trabajos asignados al equipo.	Termina a tiempo todos los trabajos asignados al equipo.
Responsabilidad	Asiste a la sesión sin tener idea de lo que se realizará en el trabajo en equipo.	Asiste a sesión con el material leído o con el material solicitado para trabajar en el equipo.	Asiste a la sesión con el material leído y necesario para avanzar satisfactoriamente en las discusiones del equipo.
Respeto	Mantiene su atención en situaciones ajenas a la opinión de sus compañeros.	Escucha las opiniones de algunos de sus compañeros.	Escucha atentamente las opiniones de los demás.
Trabajo	Aporta información que no necesariamente tiene que ver con el tema que discute el equipo.	Aporta ideas centrales sobre el tema en la discusión que realiza el equipo.	Aporta información nueva y relevante en las discusiones que realiza el equipo.
Orden	Mantiene poco ordenado el lugar de trabajo.	Mantiene algunos objetos ordenados en el lugar de trabajo.	Mantiene limpio y ordenado el lugar de trabajo.

Categorías de la evaluación	Nombre y apellido de tus compañeros.				
	Valoración numérica.				
Puntualidad					
Compromiso					
Responsabilidad					
Respeto					
Trabajo					
Orden					

ANEXO VIII. Instrumento para la evaluación al estudiante.

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA Y SUPERIOR</p>	
<p>FECHA _____</p> <p>Alumno (a): _____</p>		

EVALUACIÓN AL ESTUDIANTE				
Categorías de evaluación	1 Totalmente en desacuerdo	2 En desacuerdo	3 De acuerdo	4 Totalmente de acuerdo
1) Analiza y define el problema con claridad.				
2) Demuestra iniciativa, es organizado y muestra preparación para las sesiones tutoriales.				
3) Aplica los conocimientos previos a los nuevos problemas.				
4) Participa de manera constructiva y contribuye al trabajo del grupo, da y acepta la retroalimentación constructiva. Ayuda a la armonía del grupo.				
5) Muestra dedicación y responsabilidad para que el grupo logre sus objetivos.				
6) Asiste a las actividades de grupo, aunque se retrase un poco en la hora de llegada de la actividad				
7) Termina todos los trabajos asignados al grupo a tiempo.				
8) Asiste a la clase con el material leído y necesario para avanzar satisfactoriamente en las discusiones de grupo.				
9) Utiliza elementos extras (pizarrón, carteles etc.) para hacer más clara la presentación				
10) Comunica ideas e información claramente				

ANEXO IX. Instrumento para la evaluación al tutor.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA Y**



FECHA _____

INSTRUCCIONES: En la siguiente tabla evalúa el desempeño del profesor durante su intervención en todas las sesiones.

EVALUACIÓN AL TUTOR				
Categorías de evaluación	1 Totalmente en desacuerdo	2 En desacuerdo	3 De acuerdo	4 Totalmente de acuerdo
1) Muestra un interés activo en mi grupo y se interesa por participar en los procesos de los alumnos.				
2) Crea un ambiente abierto y relajado para iniciar una discusión.				
3) Escucha y responde adecuadamente a mis problemas y preguntas.				
4) Tiene claridad de los objetivos y está familiarizado con el problema.				
5) Guía e interviene para mantener a mi grupo en el camino correcto para seguir adelante a pesar de los problemas.				
6) Provee comentarios constructivos acerca de la información presentada.				
7) Presenta buenos juicios acerca de cuándo proveer y responder a una pregunta, y cuándo orientar la pregunta para los miembros del grupo.				
8) Plantea preguntas que estimulan mi pensamiento y mi habilidad para analizar el problema.				
9) Impulsa a los miembros del grupo para afinar y organizar el trabajo del equipo.				
10) Muestra entusiasmo como tutor; muestra interés por los estudiantes y su aprendizaje.				

ANEXO X. Diagrama



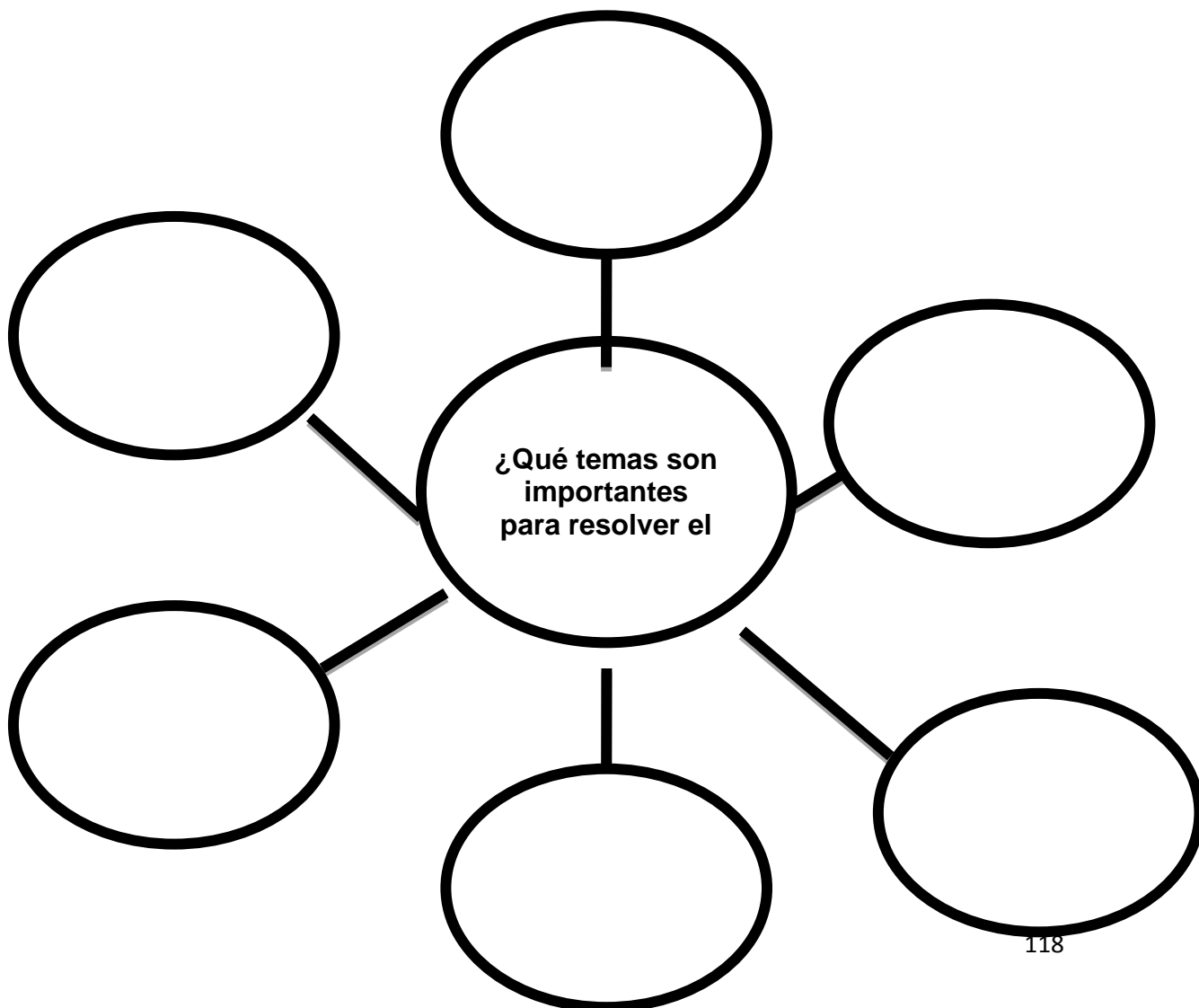
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA Y
SUPERIOR



FECHA _____



Integrantes del equipo:

Instrucciones: Por equipos en cada círculo coloquen los temas que consideran importantes para resolver el problema presentado en la clase.





ANEXO XI. Planeaciones didácticas.

Sesión 1

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR ÁREA DE CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGÍA	
BIOLOGÍA V (6to. año)		
Unidad 3 : Regulación y continuidad de la vida. Propósito: Que el alumno comprenda los principales procesos de regulación biológica, sea capaz de explicar su relación con el mantenimiento, y la continuidad la vida y lo aplique para entender mejor su propio desarrollo. Tema I: Regulación y herencia de los procesos biológicos. Subtema II: Mutaciones	PROFESOR MADEMS: <u>Cruz Cortés Estefanía Libertad</u> FECHA: <u>22-noviembre-2016</u> SESIÓN: <u>Primera (1 hora)</u> GRUPO: <u>All</u>	
Objetivo: Conocer los aspectos de la genética molecular que explican dichas alteraciones, incluyendo procesos como la síntesis de proteínas, expresión génica y sus alteraciones, condiciones que afectan la expresión de los genes, etc.		



OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	CONTENIDOS	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
<p>DECLARATIVO Conocer la importancia de un problema genético relacionado con la cotidianeidad.</p> <p>PROCEDIMENTAL Determinar en equipo los temas necesarios para poder resolver el escenario del problema de ABP. Escuchar atentamente las opiniones de los compañeros y la profesora.</p> <p>ACTITUDINAL Trabajar cooperativamente para llegar a acuerdos. Escuchar con respeto a los compañeros de clase y a la profesora.</p>	<p>•Genética molecular: Mutaciones.</p>	<p>APERTURA Se aplicará un cuestionario inicial de opción múltiple con el fin de conocer los conocimientos previos de los estudiantes. Se realizará la presentación de la profesora y de la estrategia de trabajo para las próximas tres sesiones.</p> <p>DESARROLLO La profesora presentará un video llamado “Golpes de a vida” que permitirá presentar visualmente una parte del problema e interesar a los estudiantes en el problema ABP. Se formarán equipos de cinco personas. Posteriormente se presentará el escenario en forma escrita del problema ABP titulado “Golpes de la vida”. Por equipo los estudiantes escribirán en el instrumento SQCAAP (ANEXO II) las observaciones del problema y los temas necesarios para resolver el tema con el fin de que los alumnos dirijan la investigación e identifiquen las necesidades para resolver el problema. Posteriormente todos los equipos darán a conocer sus respuestas.</p> <p>CIERRE En consenso se escribirán en un diagrama (ANEXO XI) los temas y fuentes de información necesarias para resolver el problema. Se solicitará a los alumnos llevar a la siguiente sesión la información necesaria y material para realizar carteles que expongan su resolución y conclusión al tema.</p>	<p>DIAGNÓSTICA Se identificará por medio del cuestionario los conocimientos previos acerca del subtema de Mutaciones.</p> <p>FORMATIVA Se evaluará por medio del formato SQCAPP las observaciones de los alumnos acerca del problema ABP “Caras vemos”</p> <p>SUMATIVA Se evaluará la entrega del diagrama (ANEXO XI) el cual incluye las fuentes de información que los alumnos delimitaron para resolver el problema.</p>

Sesión 2

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR ÁREA DE CONOCIMIENTO DE LA BIOLÓGIA	
<p style="text-align: center;">BIOLÓGIA V (6to. año)</p> <p>Unidad 3 : Regulación y continuidad de la vida. Propósito: Que el alumno comprenda los principales procesos de regulación biológica, sea capaz de explicar su relación con el mantenimiento, y la continuidad la vida y lo aplique para entender mejor su propio desarrollo. Tema I: Regulación y herencia de los procesos biológicos. Subtema II: Mutaciones</p>	<p>PROFESOR MADEMS: <u>Cruz Cortés Estefanía Libertad</u></p> <p>FECHA: <u>23-noviembre-2016</u> SESIÓN: <u>Segunda (2 horas)</u></p> <p>GRUPO: <u>AII</u></p>	
<p>Objetivo: Conocer los aspectos de la genética molecular que explican dichas alteraciones, incluyendo procesos como la síntesis de proteínas, expresión génica y sus alteraciones, condiciones que afectan la expresión de los genes, etc.</p>		



OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	CONTENIDOS	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
<p>DECLARATIVO Conocerá la importancia de las mutaciones en la cotidianeidad.</p> <p>PROCEDIMENTAL Determinar la información que permite resolver el problema del subtema de mutaciones. Elaborar un cartel con los resultados de la investigación para entender de que manera interfieren las mutaciones genéticas en procesos como la síntesis de proteínas y la expresión génica.</p> <p>ACTITUDINAL Trabajar colaborativamente para llegar a acuerdos. Escuchar con respeto a los compañeros de clase y a la profesora.</p>	<p>•Genética molecular: Mutaciones.</p> <p>Las mutaciones genéticas en procesos como la síntesis de proteínas y la expresión génica.</p>	<p>APERTURA La profesora explicará el objetivo y las actividades de la clase que se llevarán a cabo. Los alumnos constatarán las preguntas ¿Qué conozco sobre el problema? y ¿Qué quiero aprender? del instrumento C-Q-A con el fin de conocer los conocimientos previos de los alumnos.</p> <p>DESARROLLO Por equipos los estudiantes compartirán la información que obtuvieron para resolver el problema. Durante esta actividad la profesora guiará a los alumnos en la construcción del cartel y atenderá dudas.</p> <p>CIERRE •En equipo los alumnos responderán la última pregunta del C-Q-A ¿Qué aprendí?. También resolverán las tres preguntas de la bitácora COL (¿Qué pasó?, ¿Qué sentí? y ¿Qué aprendí?) con el fin de que el profesor conozca lo que aprendieron los alumnos en la segunda sesión.</p>	<p>DIAGNÓSTICA •Se identificarán ideas previas por medio de las preguntas ¿Qué conozco sobre el problema? y ¿Qué quiero aprender? del C-Q-A.</p> <p>FORMATIVA •Durante la sesión la profesora pasará a cada mesa a evaluar la participación de los alumnos durante la construcción de los carteles.</p> <p>SUMATIVA •C-Q-A completo. •Bitácora COL</p>

Sesión 3

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR ÁREA DE CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGÍA	
BIOLOGÍA V (6to. año) Unidad 3 : Regulación y continuidad de la vida. Propósito: Que el alumno comprenda los principales procesos de regulación biológica, sea capaz de explicar su relación con el mantenimiento, y la continuidad la vida y lo aplique para entender mejor su propio desarrollo. Tema I: Regulación y herencia de los procesos biológicos. Subtema II: Mutaciones	PROFESOR MADEMS: Cruz Cortés Estefanía Libertad FECHA: <u>28-noviembre-2016</u> SESIÓN: <u>Tercera (2 horas)</u> GRUPO: <u>All</u>	
Objetivo: Conocer los aspectos de la genética molecular que explican dichas alteraciones, incluyendo procesos como la síntesis de proteínas, expresión génica y sus alteraciones, condiciones que afectan la expresión de los genes, etc.		

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	CONTENIDOS	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
<p>DECLARATIVO Conocer el término mutación , los tipos de mutaciones y las condiciones que alteran la expresión génica.</p> <p>PROCEDIMENTAL Aplicar habilidades de expresión oral con el fin de exponer los resultados encontrados de acuerdo al problema. Conocer los aspectos de la genética molecular que explican las mutaciones, incluyendo procesos como la síntesis de proteínas y la expresión génica.</p> <p>ACTITUDINAL Trabajar colaborativamente para llegar a acuerdos. Escuchar con respeto a los compañeros de clase y a la profesora.</p>	<p>*Genética molecular: Mutaciones.</p> <p>Las mutaciones y la alteración de procesos como la traducción de proteínas y la expresión génica.</p>	<p>APERTURA La profesora explicará el objetivo y las actividades de la clase que se llevarán acabo. Se llevará acabo una lluvia de ideas para recuperar los conceptos importantes de la sesión pasada.</p> <p>DESARROLLO Por equipos expondrán los resultados que obtuvieron por medio del cartel que se realizó en la sesión pasada. Cada equipo dispondrá de 10 minutos posteriormente se realizarán preguntas. Durante cada exposición el profesor escribirá en el pizarrón las aportaciones que cada equipo aporta a la sesión con el fin de que los alumnos identifiquen que cada equipo tiene datos y conceptos importantes que compartir. Además el profesor el profesor guiará las exposiciones ya que pueden existir concepciones erróneas.</p> <p>CIERRE Por medio de las aportaciones escritas en el pizarrón, la lluvia de ideas y preguntas dirigidas a los alumnos en plenaria se construirá una conclusión. Los alumnos contestarán las tres preguntas de la Bitácora COL (¿Qué pasó?, ¿Qué sentí? y ¿Qué aprendí?) (ANEXO IV).</p>	<p>DIAGNÓSTICA Se identificarán ideas previas por medio de la lluvia de ideas.</p> <p>FORMATIVA Se evaluará por medio de la participación en la exposición de los carteles. Se evaluará por medio de la rúbrica "Evaluación al estudiante" (ANEXO VIII)</p> <p>SUMATIVA Bitácora COL (ANEXO IV).</p>

Sesión 4

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR ÁREA DE CONOCIMIENTO DE LA BIOLOGÍA	
<p style="text-align: center;">BIOLOGÍA V (6to. año)</p> <p>Unidad 3 : Regulación y continuidad de la vida. Propósito: Que el alumno comprenda los principales procesos de regulación biológica, sea capaz de explicar su relación con el mantenimiento, y la continuidad la vida y lo aplique para entender mejor su propio desarrollo. Tema I: Regulación y herencia de los procesos biológicos. Subtema II: Mutaciones</p>	<p>PROFESOR MADEMS: <u>Cruz Cortés Estefanía Libertad</u></p> <p>FECHA: <u>29-noviembre-2016</u> SESIÓN: <u>Cuarta (1 hora)</u></p> <p>GRUPO: <u>AI</u></p>	
<p>Objetivo: Conocer los aspectos de la genética molecular que explican dichas alteraciones, incluyendo procesos como la síntesis de proteínas, expresión génica y sus alteraciones, condiciones que afectan la expresión de los genes, etc.</p>		

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	CONTENIDOS	ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
<p>DECLARATIVO Reconocer por medio del cuestionario final los conocimientos aprendidos relacionados con aspectos de la genética molecular que explican dichas alteraciones, incluyendo procesos como la síntesis de proteínas y la expresión génica.</p> <p>PROCEDIMENTAL Resolver el cuestionario final que permite que el alumno reconozca los conceptos y procedimientos que aprendió por medio de ABP. Evaluar el desempeño del alumno y de los compañeros del grupo.</p> <p>ACTITUDINAL Autoevaluar honestamente el desempeño que se llevo a cabo en las sesiones anteriores. Evaluar honestamente el desempeño del de los compañeros.</p>	<p>*Genética molecular: Mutaciones. Las mutaciones y la alteración de procesos como la traducción de proteínas y la expresión génica.</p>	<p>APERTURA La profesora explicará el objetivo y las actividades de la clase que se llevarán a cabo. Se llevará a cabo una lluvia de ideas para recuperar los conceptos importantes de la sesión pasada.</p> <p>DESARROLLO A cada alumno se le repartirá un folder personalizado con el nombre del estudiante. El folder incluirá el cuestionario final con la hoja de respuestas (ANEXO V), las rúbricas de autoevaluación, co-evaluación y evaluación al tutor (ANEXO VI, VII, IX). Los alumnos resolverán cada una de las evaluaciones.</p> <p>CIERRE Los estudiantes resolverán la Bitácora COL.</p>	<p>DIAGNÓSTICA Se identificarán ideas previas por medio de la lluvia de ideas.</p> <p>FORMATIVA Cuestionario final. Rúbricas de evaluación (co-evaluación, autoevaluación evaluación para el tutor) .</p> <p>SUMATIVA Bitácora COL</p>

ANEXO XII. Mutaciones

En este anexo se muestran los contenidos disciplinarios que el profesor de Biología de la ENP debe poseer para impartir el tema de acuerdo con el nivel y la profundidad señalado en el plan de estudios.

MUTACIONES

El ADN es una molécula estable que tiene que duplicarse frecuentemente sin embargo en este proceso pueden ocurrir errores en la replicación y a su vez cambios estructurales en el ADN. Una mutación se define como un cambio heredado en la información genética, los descendientes que lo llevan pueden ser células o individuos (Pierce, 2010). Las mutaciones son la fuente de variación genética y materia de la evolución, pero muchas de ellas conllevan a efectos perjudiciales, enfermedades o trastornos en los organismos. En los organismos pluricelulares se distinguen dos categorías: mutaciones somáticas y germinales.

Las mutaciones somáticas surgen en los tejidos somáticos y durante el proceso de la mitosis las células con una mutación somática pueden transmitirla a las células hijas.

Las mutaciones germinales surgen en las células gaméticas (ovocito, espermatocito, óvulo o espermatozoide) y pueden transmitirse a organismos individuales portadores de la mutación, por lo tanto también a su descendencia (Clancy, 2008).

Existe otra clasificación de las mutaciones de acuerdo a la escala del daño producido en el ADN. La clasificación las describe como mutaciones cromosómicas y génicas (Pierce, 2012).

Mutaciones génicas

Las mutaciones génicas son aquellas que afectan a un gen o locus. Las mutaciones génicas a su vez se clasifican de acuerdo a su causa molecular (Pierce, 2010):

- Sustituciones de bases.
- Inserciones y deleciones.
- Expansión por repetición de trinucleótidos.

Sustituciones de bases

Consiste en la alteración o sustitución de un nucleótido del ADN. Existen dos tipos de sustituciones de bases:

- Transición: Sustitución de una purina por una purina o una pirimidina por otra pirimidina (Figura 25).

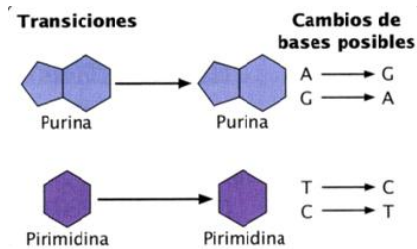


Fig. 25. Transiciones. Tomado de Pierce, 2010.

- Transversión: Sustitución de una purina por una pirimidina o una pirimidina reemplazada por una purina (Figura 26).

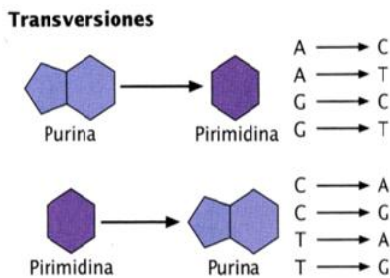


Fig. 26. Transversiones. Tomado de Pierce, 2010.

Las sustituciones de bases pueden causar mutaciones de aminoácido, mutaciones terminadoras y mutaciones silenciosas (Pierce, 2012). Las mutaciones de aminoácido consisten en que el codón nuevo (resultado de la sustitución de la base) codifica un aminoácido diferente en la proteína que se sintetizará, por lo tanto hay un cambio en la secuencia de aminoácidos (Figura 27a). Las mutaciones terminadoras consisten en el cambio de un codón con sentido a un codón de terminación lo que genera que la traducción se termina en forma prematura (Clancy, 2008). Las mutaciones silenciosas que el codón nuevo codifica el mismo aminoácido o similar, a pesar de la sustitución de un nucleótido (Figura 27b).

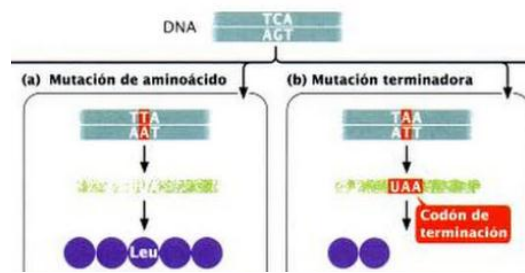


Fig. 27. a) Mutación de aminoácido. b) Mutación terminadora.

Inserciones y deleciones

Consiste en la adición o eliminación de uno o un par de nucleótidos (Clancy, 2008) (Figura 28 y 29). Se ha determinado que las mutaciones por inserción y deleción producen cambios del marco de lectura del gen. Las mutaciones del marco de lectura alteran los aminoácidos codificados por los nucleótidos que se ubican después de la mutación, por lo tanto produce generalmente, efectos en el fenotipo. También se han registrado sustituciones que consisten en el reemplazo de un nucleótido (Figura 30).

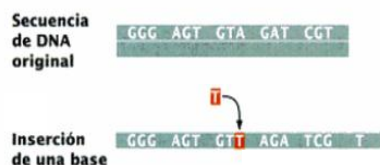


Fig. 28. Inserción de una base. Tomado de Pierce, 2010.

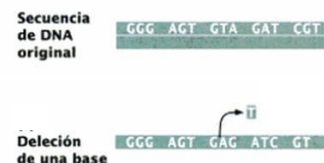


Fig. 29. Deleción de una base. Tomado de Pierce, 2010.

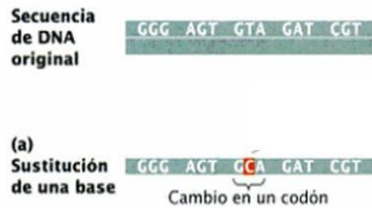


Fig. 30. Sustitución de una base. Tomado de Pierce, 2010.

Expansión por repetición de trinucleótidos.

Las expansiones por repetición de trinucleótidos son regiones del ADN que consisten en copias repetidas de tres nucleótidos. Las expansiones por repetición de trinucleótidos producen cambios en la replicación, transcripción y traducción. Se ha determinado que en estos casos, durante la replicación se forma una horquilla en la cadena replicada lo que produce que la cadena molde se copie dos veces y aumente el número de trinucleótidos de la cadena recién sintetizada por lo tanto la cadena de DNA tendrá varias copias del trinucleótido, que irán aumentando conforme se repliquen las células. El trinucleótido se expande dentro de la región codificante de un gen que posteriormente durante la traducción produce una proteína diferente (Figura 31). Se ha determinado que el número de repeticiones de los trinucleótidos genera a su vez más repeticiones de trinucleótidos (Pierce, 2010). También, se ha registrado que las mutaciones relacionadas con la expansión de trinucleótidos permiten la síntesis de proteínas relacionadas con varias enfermedades genéticas como la enfermedad de Huntington, el síndrome del X frágil y la distrofia miotónica. En el caso del Huntington, el trinucleótido CAG se expande dentro de la región codificante de un gen y produce una proteína llamada Huntingtina. La enfermedad de Huntington se caracteriza por síntomas como corea o movimientos involuntarios, múltiples alteraciones psiquiátricas como la depresión, psicosis, irritabilidad, apatía y delirium (Arroyave y Riveros, 2008).

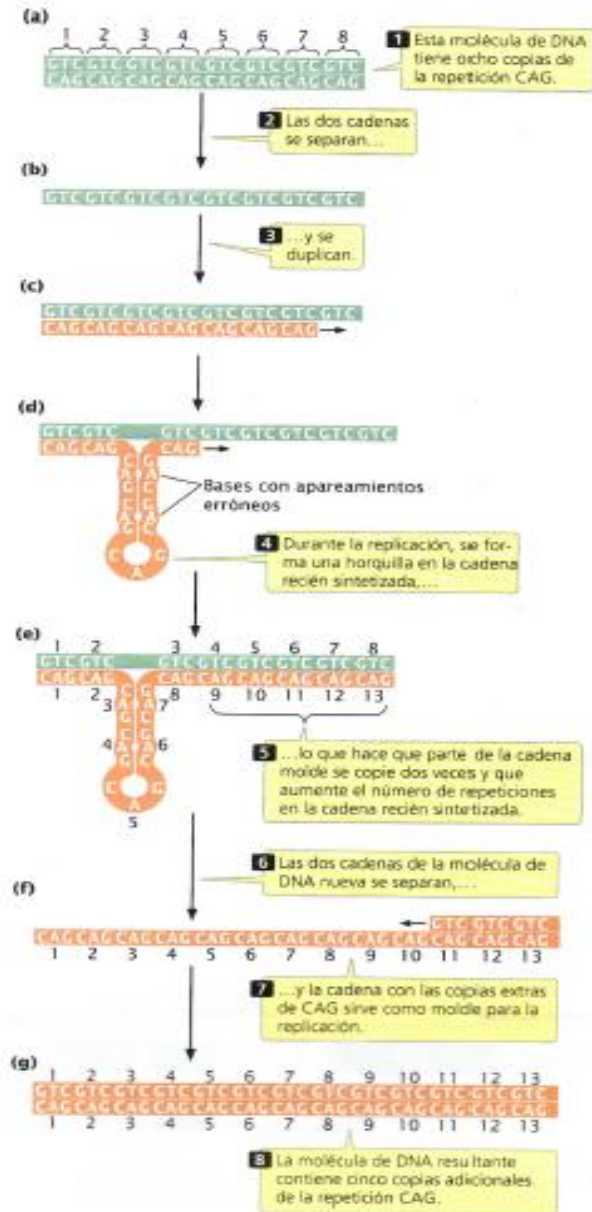


Fig. 31. Expansión por repetición de trinucleótidos. Este tipo de mutación aumenta durante la replicación debido a la formación de horquillas o bucles en una de las cadenas de la hélice. Tomado de Pierce, 2010.

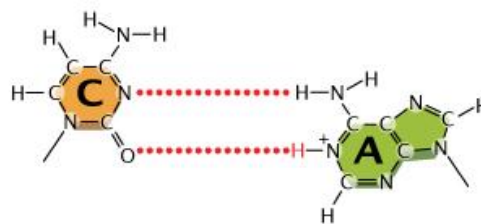
Mutaciones espontáneas e inducidas.

Existe otra clasificación de las mutaciones, que es de acuerdo a las causas naturales y no naturales. Si las mutaciones fueron ocasionadas por un factor natural o interno se les denomina espontáneas, pero si las mutaciones fueron ocasionadas por un factor externo como sustancias químicas, radiación o factores ambientales, entonces son inducidas.

Mutaciones espontáneas y la replicación.

A pesar de que la replicación es un proceso exacto suelen ocurrir errores espontáneos en este proceso, aunque con una tasa menor de 10^{-5} . Los errores que pueden producirse durante la replicación son: los errores de apareamiento, errores de incorporación, errores de replicación, deslizamiento de las cadenas y entrecruzamiento desigual (Pray, 2008).

Errores de apareamiento (*wobble* o tambaleo): consiste en un error en el cual las bases nitrogenadas que están protonadas pueden aparearse con otra base nitrogenada gracias a la flexibilidad de la estructura helicoidal del DNA (Figura 32).



Tambaleo o wobble entre citosina y adenina

Fig. 32. Tambaleo entre citosina y adenina. Se observa que la adenina (A) está protonada ya que tiene un hidrógeno extra por lo tanto la citosina (C) y la adenina pueden aparearse.

Deslizamiento de las cadenas: Cuando en una cadena nucleotídica se forma un repliegue o bucle pequeño (*loop out*). Los nucleótidos replegados de la cadena recién formada producen una inserción, posteriormente y durante la replicación, la

inserción se replicará de tal modo que el error estará presente en ambas cadenas de DNA (Figura 33).

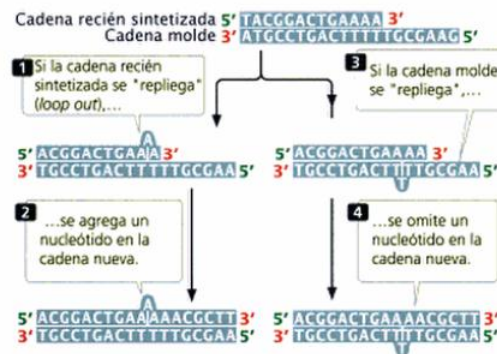


Fig. 33. Deslizamiento de cadenas por formación de bucles. Tomada de ¿?

Entrecruzamiento desigual: ocurre cuando se alinean incorrectamente las moléculas de DNA durante el entrecruzamiento de los cromosomas homólogos. El entrecruzamiento desigual genera inserciones y deleciones (Figura 34).

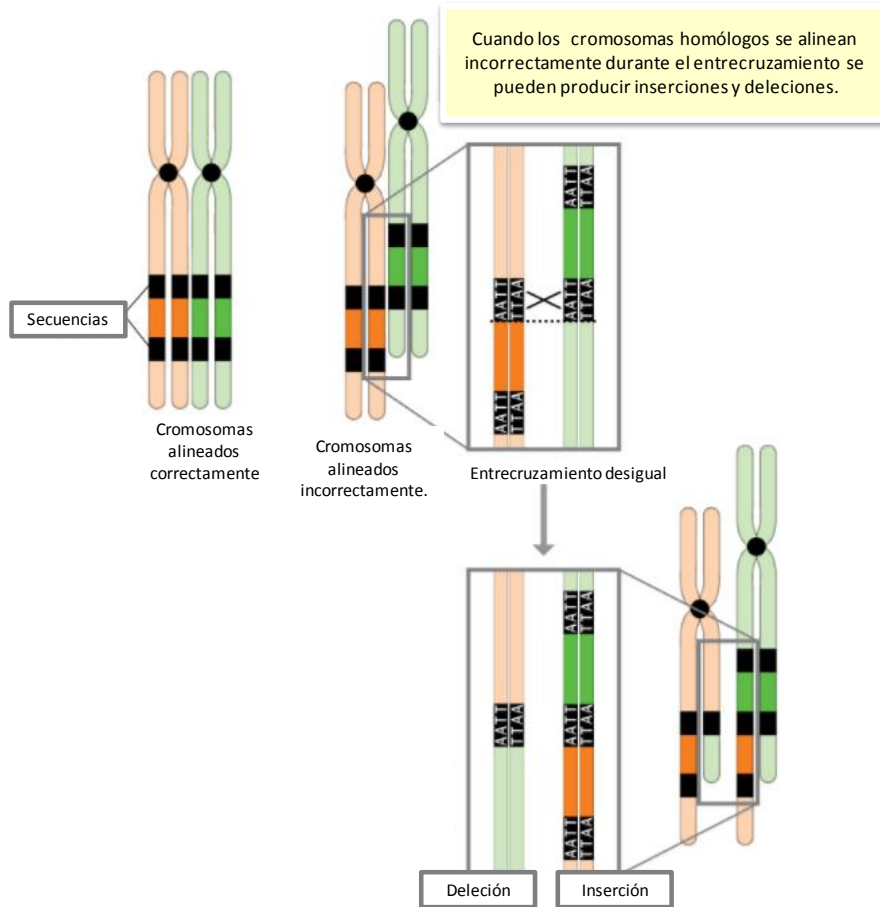


Fig. 34. Entrecruzamiento desigual en cromosomas homólogos. Tomada de ¿?

Las mutaciones y los cambios químicos espontáneos

Los cambios en la replicación no son la única fuente de mutaciones, también surgen mutaciones por medio de los cambios químicos espontáneos del DNA como la despurinación y la desaminación.

Despurinación: Es la pérdida de la base purínica de un nucleotídico. Un sitio apurínico no puede formar parte de un molde para una base complementaria durante la replicación, por lo tanto se incorpora un nucleótido incorrecto (Figura 35).

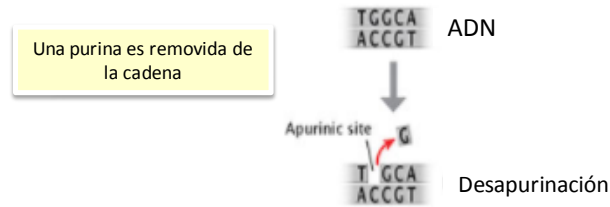


Fig. 35. La despurinación es la pérdida de una base purínica de un nucleótido. Tomado de ¿?

Desaminación: Es la pérdida del grupo amino de una base nitrogenada. La desaminación de una base genera una base diferente. Por ejemplo la desaminación de la citosina produce un uracilo (Figura 36).

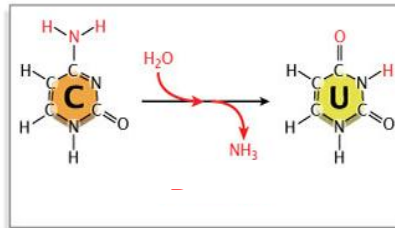


Fig. 36. Ladesaminación espontánea.
Tomado de Clancy, 2008.

Mutaciones inducidas

Los factores ambientales como agentes químicos y la radiación pueden dañar al ADN. El agente ambiental que eleva la tasa de mutación por encima de la espontánea se denomina mutágeno (Pierce, 2012). Existen distintos procesos relacionados con los mutágenos: análogos de bases, agentes alquilantes e intercalantes, reacciones oxidativas, hidroxilamina y radiaciones (Ralston, 2008).

Análogos de bases: Son mutágenos con estructuras similares a las bases nitrogenadas del ADN. Durante la replicación los mutágenos o análogos son incorporados a las cadenas de ADN recién sintetizadas (Figura 37 y 38).

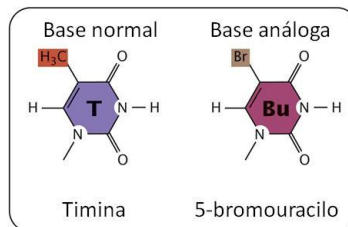


Fig. 37. Base análoga de la Timina. Tomado de Pierce, 2010.

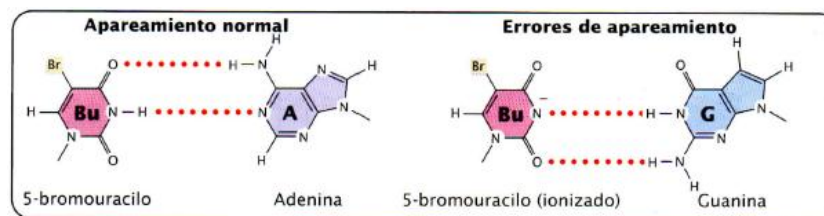


Fig. 38. Las similitudes del 5-bromouracilo permite que se incorpore la guanina en lugar de la adenina. Tomado de Pierce, 2010.

Agentes alquilantes: son sustancias químicas que donan grupos alquilo (metilo, etilo) a las bases nucleotídicas (Figura 39a).

Desaminación inducida: esta alteración no solamente se lleva a cabo de forma espontánea también existen compuestos que pueden inducir cambios. Un mutágeno que produce desaminación es el ácido nitroso (Figura 39b). El ácido nitroso desamina a la citosina transformándola en uracilo que se puede aparear con una adenina.

Hidroxilamina: es un mutágeno que modifica las bases agregándoles un grupo hidroxilo. Se ha determinado que la hidroxilamina sólo actúa sobre la citosina (Figura 39c).

	Base original	Mutágeno	Base modificada	Pareja de apareamiento	Tipo de mutación
(a)	Cuanina	EMS Alquilación	O ⁶ -etilguanina	Timina	CG → TA
(b)	Citosina	Ácido nitroso (HNO ₂) Desaminación	Uracilo	Adenina	CG → TA
(c)	Citosina	Hidroxilamina (NH ₂ OH) Hidroxilación	Hidroxilamino-citosina	Adenina	CG → TA

Fig. 39. Mutaciones inducidas por sustancias químicas. Tomado de Pierce, 2010.

Reacciones oxidativas: Los radicales libres derivados del oxígeno como el superóxido, y el hidroxilo generan daños en el DNA por cambios en las bases nitrogenadas. Por ejemplo, la oxidación de la guanina produce 8-oxi-7,8-dihidrodesoxiguanina que a su vez se aparea con la adenina en lugar de la citosina (Figura 40).

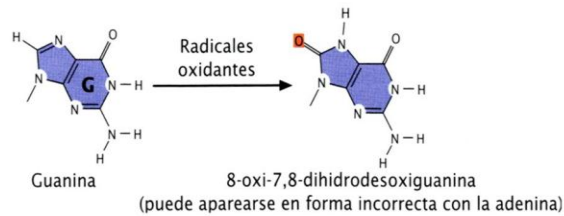


Fig. 40. Los radicales libres oxidan a la guanina convirtiéndola en 8-oxi-7,8-dihidrodesoxiguanina. Tomado de Pierce, 2010.

Agentes intercalantes: Son aquellos que se intercalan entre las bases nitrogenadas adyacentes del DNA lo que genera que la estructura helicoidal se distorsione (Figura 41) y en la replicación se generen daños en la molécula.

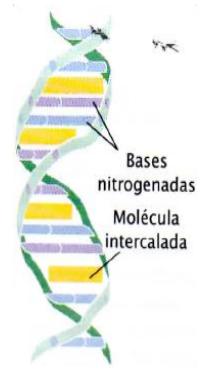


Fig. 41. Molécula intercalada en el ADN. Las moléculas intercaladas distorsionan la estructura tridimensional del ADN. Tomado de Pierce, 2010.

Radiaciones: Se ha determinado que las radiaciones como los rayos X y gamma dañan al DNA por medio del rompimiento de los enlaces fosfodiéster lo que produce rompimientos simples y dobles. La radiación ultravioleta (UV) también produce daños como los dímeros de pirimidina que interrumpen la replicación y la transcripción del DNA (Figura 42)(Cabrera y López, 2006, p.28).

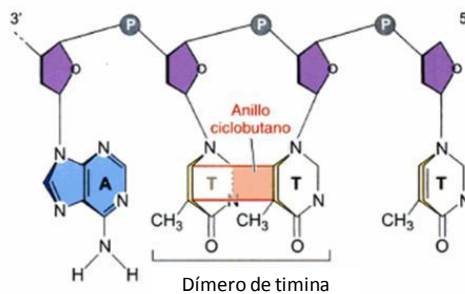


Fig. 42. Dímeros de timina producidos por la radiación UV. Tomado de Watson *et al.*, 2016, p 264.

ANEXO XIII

Investigaciones realizadas con la estrategia ABP sobre temas relacionados con genética en la Educación Media Superior.

Tabla VI. Investigaciones sobre la enseñanza de temas relacionados con genética en la Educación Media Superior.

Autor	Asignatura	Objetivo	Método de trabajo	Resultados	Observaciones
Díaz (2015)	Biología III CCH	Evaluar la influencia del ABP en el aprendizaje del tema Síntesis de Proteínas en alumnos de quinto semestre.	Tiempo de desarrollo: 12 horas Dinámica de trabajo: 1.- Pre-test y guía evaluación de conceptos 2.-Lista de conceptos de lo que se necesita saber y lluvia de ideas. 3.- Guía con 19 preguntas. 4.- Mapas conceptuales 5.- Bitácora COL y V de Gowin. 6.- Post-test	El 62% de los alumnos estaban confundidos y 38% motivados. Los alumnos lograron reconocer los conceptos principales relacionados con la síntesis de proteínas y de la importancia del tema. Los alumnos lograron aplicar los contenidos a los problemas planteados en el post-test. Los alumnos demostraron valores de respeto y tolerancia	Los alumnos demostraron confusión ya que no se aplicó un instrumento conciso que permitiera guiarlos
Zúnun (2014)	Biología I CCH	Aplicar el ABP al subtema de Meiosis para aportar evidencia que refuerce la afirmación de que el ABP es una estrategia para la incorporación de conocimientos asociados con la Meiosis y propiciar su aprendizaje.	Tiempo de desarrollo: 7 horas Dinámica de trabajo: 1.- Evaluación de conocimientos previos (pre-test), lluvia de Ideas sobre ciclo celular y mitosis. Presentación del escenario 2.- Organización de los datos y fuentes que obtuvieron los alumnos. Elaboración de un cartel. Bitácora COL. Autoevaluación y coevaluación. 3.- Presentación de las exposiciones. Bitácora COL. Conclusiones del tema. 4.- Evaluación de los conocimientos con un cuestionario final (post-test).	Los resultados del cuestionario final demostraron que hubo cambios en las concepciones de los contenidos biológicos. Los análisis cualitativos demostraron que los alumnos lograron la descripción de los contenidos biológicos. La estrategia ABP permitió que los alumnos mostraran interés por temas asociados a genética y al tema de Meiosis. En la bitácora COL los alumnos demostraron gusto por trabajar en equipo y aprender. El trabajo recomienda complementar el ABP con otras estrategias.	Se considera adecuado que los alumnos demostraran sus conocimientos previos a través de distintas actividades. Demuestra que es una estrategia que promueve el interés de los alumnos.

Uribe (2012)		Diseñar y aplicar un escenario como estrategia basada en la resolución de problemas sobre Enfermedades Metabólicas Hereditarias, que permita que el alumno obtenga un aprendizaje significativo en el tema de relaciones alélicas.	Tiempo de desarrollo: 4 sesiones de 1 hora. Detección de los conocimientos previos con un pre-test Presentación breve del problema. Se pidió a los alumnos que plantearan pistas, datos y hechos. Discusión grupal para dar solución al problema por medio de preguntas guiadas. Solución del problema por equipo. Entrega de las conclusiones del problema por equipo.	El promedio de la evaluación diagnóstica fue menor en comparación a la evaluación final. Los alumnos se involucraron con la investigación y se sintieron motivados. Los estudiantes alcanzaron aprendizajes conceptuales.	El estudio demostró la ausencia de instrumentos para el uso del ABP y para evaluar a los alumnos. No existe una guía para que los alumnos demuestren sus dudas y pistas sobre el problema. El problema necesita cubrir algunos fundamentos teóricos que propone el ABP. Los alumnos no mostraron sus aprendizajes al resto del grupo.
Ríos (2009)	Biología III CCH	Elaboración y validación de casos con base en la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas, utilizando tópicos como DNA, RNA, cromosoma eucarionte, procarionte desde la perspectiva de diversidad genética; relaciones alélicas y relaciones no alélicas como fuentes de expresión genética, variación, mutación, recombinación genética y flujo génico.	Tiempo de desarrollo: 2 sesiones por problema. Se desarrollaron nueve problemas. 1.-Análisis de los casos, lluvia de ideas, listas de pistas, objetivos de aprendizaje, fuentes de información. 2.- Organización de información y presentación de resultados.	El ABP permite reconocer los conocimientos previos de los alumnos. El ABP permite desarrollar en los alumnos actitudes y habilidades para su formación educativa. El método de trabajo que se realizó requiere mayor número de preguntas para guiar a los estudiantes.	Los problemas planteados sólo demostraron los conocimientos previos de los alumnos. En la evaluación no se consideró la autoevaluación.

Araz (2007)	Biología Nivel básico.	Comparar la efectividad del ABP y la enseñanza tradicional a través de la lectura con temas relacionados con genética mendeliana.	<p>Tiempo de desarrollo: 5 sesiones de 40 minutos cada una.</p> <p>El estudio fue realizado con alumnos entre 13-15 años.</p> <p>1.- Cuestionario de 20 preguntas con respuestas de opción múltiple.</p> <p>2.- Presentación del problema.</p> <p>3.- Los alumnos individualmente analizaron su información para posteriormente compartirla con sus compañeros de equipo. Los alumnos identificaron los conocimientos nuevos.</p> <p>4.- Los alumnos mostraron la solución al problema con la ayuda de un tutor.</p> <p>5.- Los alumnos con el tutor determinaron una conclusión y señalaron lo que se aprendió con la estrategia ABP. Se aplicó un cuestionario final igual al inicial.</p>	<p>Los alumnos obtuvieron promedios más altos en la prueba final en comparación al cuestionario inicial.</p> <p>Los alumnos demostraron habilidades como la interpretación de la información y puntos de vista, integración de la información y organización del conocimiento.</p> <p>Los alumnos demostraron la adquisición de nuevos conocimientos a través del ABP.</p>	<p>No existe en el estudio la coevaluación y autoevaluación.</p> <p>No existe una guía para que los alumnos demuestren sus dudas y pistas sobre el problema.</p>
-------------	---------------------------	---	--	--	--

FUENTE: Elaboración propia. Con datos tomados de Díaz, 2015., Zúnun, 2015., Uribe, 2012, Ríos, 2009 y Araz, 2007.