



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

# MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

FACULTAD DE CIENCIAS

Aprendizaje basado en problemas, elaboración y  
validación de casos para la enseñanza-aprendizaje  
de genética en educación media superior

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN  
MEDIA SUPERIOR (BIOLOGÍA)

PRESENTA

EVELYN RÍOS ZARATE

DIRECTOR DE TESIS: DR. ADRIÁN ALEJANDRO MARTÍNEZ GONZÁLEZ

CO-DIRECTORA DE TESIS: M. EN C. MARÍA ESTHER URRUTIA AGUILAR

MÉXICO, D.F.

OCTUBRE, 2009



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.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer al director de la presente tesis, el Dr. Adrian que me brindó en todo momento su ayuda incondicional; también a la co-directora de tesis, la M. en C. Esther que de igual forma trabajamos en conjunto en todo momento. Es importante destacar el trabajo de los demás miembros del sínodo, Mtra. Milagros, Mtro. Mena y M. en C. Irma por sus recomendaciones y consejos para mejorar las ideas plasmadas en esta tesis.

Muy en especial a mi familia por el apoyo brindado por siempre.

# ÍNDICE

Introducción	1
<b>1. Antecedentes</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Educación media superior</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Nivel cognoscitivo de la población de estudiantes de educación media superior</b>	<b>5</b>
<b>1.3. Enseñanza-aprendizaje de la ciencia</b>	<b>7</b>
<b>1.4. Importancia de la enseñanza-aprendizaje de genética</b>	<b>10</b>
<b>1.5. Importancia de las ideas previas de los estudiantes de enseñanza media superior sobre genética</b>	<b>11</b>
<b>2. Marco conceptual-Educación</b>	<b>17</b>
<b>2.1. Enseñanza tradicional</b>	<b>18</b>
<b>2.2. Tecnología educativa</b>	<b>20</b>
<b>2.3. Constructivismo</b>	<b>24</b>
<b>2.3.1. Aprendizaje significativo y cambio conceptual</b>	<b>26</b>
<b>2.3.2. Motivación</b>	<b>28</b>
<b>2.4. Modelos de enseñanza constructivista</b>	<b>29</b>
<b>2.4.1. Descubrimiento</b>	<b>29</b>
<b>2.4.2. Exposición</b>	<b>30</b>
<b>2.4.3. Conflicto cognitivo</b>	<b>31</b>
<b>2.4.4. Investigación dirigida</b>	<b>32</b>
<b>2.4.5. Explicación y contrastación de modelos</b>	<b>34</b>
<b>2.5. Aprendizaje basado en problemas</b>	<b>35</b>
<b>2.5.1. Antecedentes</b>	<b>35</b>
<b>2.5.2. Definición</b>	<b>35</b>
<b>2.5.3. Criterios</b>	<b>36</b>
<b>2.5.4. Enfoque</b>	<b>37</b>
<b>2.5.5. Bases cognitivas</b>	<b>37</b>
<b>2.5.6. Función del tutor y del estudiante</b>	<b>40</b>
<b>2.5.7. Elaboración de casos</b>	<b>43</b>
<b>2.5.8. Validación de casos</b>	<b>47</b>
<b>2.5.9. Evaluación</b>	<b>48</b>
<b>2.5.10. Ventajas, desventajas y limitaciones</b>	<b>51</b>
<b>3. Planteamiento del problema</b>	<b>53</b>
<b>3.1. Objetivo general</b>	<b>54</b>
<b>3.2. Objetivos específicos</b>	<b>54</b>
<b>3.3. Justificación</b>	<b>54</b>

4. Metodología	56
4.1. Metodología para la primer etapa	56
4.1.1. Elaboración de casos	56
4.2. Metodología para la segunda etapa	58
4.2.1. Validación de casos	58
4.3. Metodología para la tercera etapa	59
4.3.1. Aplicación y validación final de los casos en un grupo de estudiantes	59
4.4. Metodología para la cuarta etapa	64
4.4.1. Obtención de las ideas previas	64
4.4.2. Análisis de las ideas previas	64
5. Resultados	66
5.1. Casos validados	66
5.2. Ideas previas que poseen los estudiantes por caso	84
6. Discusión	97
6.1. De la primer etapa	97
6.1.1. Elaboración de casos	97
6.2. De la segunda etapa	99
6.2.1. Validación de casos	99
6.3. De la tercera etapa	100
6.3.1. Aplicación y validación final	100
6.4. De la cuarta etapa	103
6.4.1. Obtención de las ideas previas	103
Conclusiones	108
Bibliografía	B1-B8

#### Anexos

1. Cuadro comparativo de los programas de estudio de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH). Ubicación de programas de estudio.
2. Carta maestra de contenidos. Cuadro comparativo de la ubicación de unidades de estudio de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH).
- 2a. Malla curricular.
3. Guía de preguntas para la solución del caso.
4. Cuestionario de los tópicos revisados en clase.
5. Cuestionario de retroalimentación para todos los casos.
6. Siglas.

## INTRODUCCIÓN

En el sistema Educativo Medio Superior en el área de biología y en específico de genética existe una problemática, los profesores y estudiantes presentan dificultades durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, por la misma naturaleza de los tópicos que integran el tema y esto se refleja en el aprendizaje de los estudiantes, como resultado se origina una mala comprensión, integración y aplicación de los nuevos conocimientos. Una de las causas es que los profesores dentro de su práctica educativa no conocen o no manejan estrategias de enseñanza con base en metodologías activas, por lo cual tratan a los estudiantes de forma pasiva, la información es unidireccional (profesor-estudiante) las clases son conducidas de forma magisterial y no se toman en cuenta las ideas previas que los estudiantes poseen.

Por tal motivo, es importante que los profesores de Educación Media Superior conozcan y pongan en práctica estrategias que ayuden a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, dichas estrategias deben considerar a los estudiantes como personas activas y contribuir al flujo de manera multidireccional dentro del salón de clases. Por lo cual esta tesis se fundamenta en una metodología activa denominada Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para abordar algunos tópicos de genética que son impartidos en Educación Media Superior.

Para utilizar el ABP como una alternativa viable dentro de la práctica educativa, primero hay que elaborar y validar casos, en el área de biología y en específico de genética, no existen casos elaborados y validados para los tópicos de: ADN y ARN; cromosoma procarionte y eucarionte desde la perspectiva de la diversidad genética; relaciones alélicas y relaciones no alélicas como fuentes de expresión genética y variación; mutación, recombinación genética y flujo génico como fuentes de variación genética, por lo cual para la elaboración, validación y aplicación de dichos casos, se siguió la metodología del ABP; esta tesis contribuye con la elaboración y validación de casos de ABP de los tópicos antes mencionados, así como también los casos de ABP demuestran su utilidad como herramienta para detectar y conocer las ideas previas de los estudiantes.

La tesis se organiza en seis capítulos, en el primero se abordan los antecedentes de la Educación Media Superior en México y la importancia de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y en específico de genética, también se describen las ideas previas que los estudiantes de Educación Media Superior tienen acerca de los tópicos seleccionados.

En el segundo capítulo se presenta el marco conceptual que aborda el concepto de educación. Se consideran tres posturas educativas contemporáneas, las cuales son: enseñanza tradicional, tecnología educativa y constructivismo. También se mencionan algunos modelos de enseñanza constructivista y de manera puntual el método de ABP.

El tercero y cuarto capítulos abarcan el problema eje, objetivos específicos y la justificación de esta tesis, así como el proceso metodológico por el cual se llevó a cabo, la metodología consistió en cuatro etapas: 1.- elaboración de casos; 2.- validación de casos; 3.- aplicación de casos en un grupo de estudiantes de Educación Media Superior y 4.- obtención y análisis de las ideas previas.

El quinto capítulo contiene los resultados del presente trabajo, los cuales están divididos en dos secciones: por un lado están los nueve casos elaborados y validados por expertos en la metodología de ABP, y por el otro, las ideas previas que poseen los estudiantes por caso, de cada tópico de genética.

En el sexto capítulo se concentra la discusión de los resultados en sus cuatro fases metodológicas propuestas en esta investigación. Dichas fases fueron: 1) elaboración de los nueve casos, esto incluye desde la concepción de los programas de estudio de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), así como la ubicación de los tópicos seleccionados dentro de los programas de estudio, elección de temas para elaborar los casos; 2) validación de los casos, el primer paso fue aplicar los casos en un grupo de pares (estudiantes de maestría), el segundo paso fue la validación de los casos en su primera versión por el grupo de pares y subsecuentemente por el grupo de expertos quedando así lista la segunda versión de los casos; 3) aplicación y validación final, se aplicaron en un curso formal los nueve casos de ABP a un grupo de estudiantes pertenecientes al CCH, con lo cual se obtuvo una retroalimentación por parte de los estudiantes para la validación final de los casos; 4) obtención de ideas previas: generalidad y persistencia fueron las dos categorías que se utilizaron para conocer e identificar las ideas previas que los estudiantes poseen de cada tópico después de haber aplicado los casos.

Los resultados obtenidos muestran el proceso de la elaboración y validación de casos bajo la metodología de ABP, así como una manera de aplicar el ABP dentro de un curso formal, también se hace mención de las experiencias de los estudiantes al trabajar con base en este método de enseñanza-aprendizaje. Las actitudes y habilidades de los estudiantes cambiaron en forma positiva conforme al avance en la aplicación de los casos, mejorando así el trabajo grupal y la relación docente-estudiante.

Por lo cual en esta investigación, el ABP también funciona como instrumento para detectar y conocer ideas previas.

# 1.

## ANTECEDENTES

### 1.1

#### Educación media superior

La Educación Media Superior (EMS) en México presenta una amplia gama de opciones educativas, por lo que existe debate sobre su sentido, características ideales, contenidos, objetivos, eficiencia y relevancia, como capacitadora, propedéutica o terminal. El Programa de Desarrollo Educativo de México 1995-2000 define a la EMS como un nivel posterior a la secundaria, que responde a la necesidad de apoyar el proceso de formación integral del educando (Poder Ejecutivo Federal, 1996). El cual se encuentra en una etapa de desarrollo cognitivo importante (cambios en sus pensamiento); para Bazán, J. (2001) los estudiantes de EMS deben dar cuenta de sus afirmaciones y sustentar su conocimiento con argumentos que su propia razón pueda comprender, explicar, discutir y fundamentar.

La necesidad de que un número mayor de mexicanos alcance el nivel educativo correspondiente a la EMS, se ha convertido recientemente en perspectiva deseable y debate común en el contexto de las transformaciones del país, todas las modalidades que presenta la EMS se proponen a educar, es decir; capacitar y formar a los estudiantes para contribuir a su desarrollo humano y cultural, la EMS añade un rasgo definitorio de identidad a su acción educativa, al ejercerse al servicio del adolescentes en los años decisivos de su tránsito hacia la primera edad adulta física y psicológica. Lo anterior contribuye a que se conviertan en adultos para la toma de decisiones dentro de la práctica personal, social, cívica, laboral e intelectual.

Palencia, F. (2001) menciona: “Cualquiera que sea el programa de EMS habrá de plantearse y practicarse desde su cultura, conocimiento, educación y la situación bio-psico-social de los estudiantes y en función de ellos los contenidos...”. La EMS se funda en una institución que representa un papel importante en la historia de la educación en México: la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) se instituyó el primero de febrero de 1868, la cual tenía la tarea de continuar con la educación de los adolescentes para prepararlos para una carrera profesional. La EMS se orientó a seguir estudios superiores y por ello quedó limitada a quienes tenían la intención y posibilidad de continuar estudios profesionales, es decir, a una pequeña parte de la población.

El crecimiento de la matrícula escolar en el bachillerato aumentó, así como el número de egresados para cada nivel y se extendió la educación a otros sectores de la sociedad, por lo cual, se acrecentó la escolaridad general del país, y de esta forma, el sector educativo respondió a la demanda de los sectores económico, político y social. Una de las características de la EMS fue la diversificación de las mismas instituciones, por ejemplo la Universidad Nacional Autónoma de

México (UNAM) creó el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) en enero de 1971, en cuyo plan de estudios se propuso que sus materias básicas permitieran flexibilidad, combinación de profesiones y la posibilidad de realizar actividades multidisciplinarias, el CCH se considera una variación del bachillerato tradicional, dando lugar a la diversificación del sistema educativo.

Por otra parte existe, el funcionamiento de un Sistema Nacional de Bachillerato constituido por el Colegio de Bachilleres (CB), dependiente de la Secretaría de Educación Pública (SEP), paralelamente anexos también a esta Secretaría hay sistemas de bachillerato con carácter bivalente dadas sus características de terminal y a la vez propedéutica como son: Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios (CETIS), Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTIS), Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA), Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT) y Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP), también existe un amplio y diverso conjunto de bachillerato de carácter público pertenecientes a los gobiernos de cada estado o dependientes de las Instituciones de Educación Superior (IES) y asimismo los que son estrictamente particulares por si solos o pertenecientes a IES de carácter privado. (Terán, R., 2001)

La EMS se ha convertido en requisito para el paso a otros estudios o para el ingreso a puestos de empleo, como cualquier otro nivel educacional escolarizado tiene que considerarse desde la perspectiva de cambio y evolución, por lo que es importante conocer cuáles han sido las condiciones que generaron dichos cambios. En el perfil de la educación en México se ha hecho mención de la existencia de avances en cuatro aspectos estratégicos en las diversas modalidades de la EMS, Arredondo, V. (2001) considera los siguientes: I) revisión y ajustes de planes de estudio, II) profesionalización y actualización de los docentes, III) vinculación con el entorno social-productivo y IV) modernización de la infraestructura.

La discusión sobre los contenidos de la EMS ha sido llevada entre educación general, específica y orientación global de la selección de asignatura en planes de bachillerato general, tecnológicos o en los planes concretos de capacitaciones, siempre han compartido espacios los programas de educación general y los de capacitación técnica, cuando ha existido claridad entre ellos responden con exactitud lo exigido por la sociedad.

La EMS se concibe hoy como un medio para adquirir conocimientos, habilidades y actitudes que les permitan a sus estudiantes construir con éxito su futuro, ya sea que decidan incorporarse al sistema laboral o seguir con su preparación académica realizando estudios superiores. Por otro lado, es un espacio para la adquisición de valores y desarrollo de actitudes para la vida en sociedad, también desempeña un papel relevante en el desarrollo de naciones como promotora de la participación creativa de las nuevas generaciones en la economía, trabajo y de la

vida en sociedad. Por lo cual el contexto y finalidades de la EMS han ido cambiando tanto en su crecimiento como en su diversificación.

Castañón, R. y Seco, M. (2000) mencionan que la EMS ya no consiste en la formación de tipo conceptual del individuo, sino en una formación integral ciencia-tecnología-sociedad que promueva la adhesión de procedimientos y actitudes hacia la ciencia y tecnología, para Sánchez, V. (2001) la EMS del siglo XXI, necesita recuperar las experiencias valiosas del pasado, pero a la vez es necesario hacer frente a los cambios que se presenten en la dinámica social del contexto internacional, por lo que el órgano educacional debe estar consciente de cuáles son esos cambios y desafíos que presenta la educación, la EMS a nivel internacional debe ofrecer y desarrollar varios requerimientos para poder formar ciudadanos del mundo como son:

- educar para vivir en democracia
- multiculturalismo (diversidad cultural)
- conocimiento de los derechos humanos
- educación para la libertad, ética y moral

En el caso de la EMS en México, se considera que existe necesidad de educar a las generaciones presentes y futuras dentro de una cultura básica que le proporcione identidad y cultura, por lo cual, la EMS debe propiciar y desarrollar conocimientos, habilidades y actitudes básicas para:

- lograr una autonomía moral e intelectual, para elaborar un juicio propio,
- ser un sujeto de cultura,
- tener una formación como persona responsable y
- una formación que prepare para la vida.

Por tal motivo es importante que se otorgue una nueva orientación a la EMS en México y que pongan en marcha diversos modelos de enseñanza-aprendizaje que respondan a las nuevas demandas de la sociedad, sin olvidar que dichos modelos deben de concordar con el nivel cognoscitivo de los estudiantes que cursan la EMS.

## **1.2 Nivel cognoscitivo de la población de estudiantes de educación media superior**

Los estudiantes que cursan la EMS en cualquiera de sus modalidades, tienen entre 15 y 19 años de edad, los cuales presentan muchos rasgos en común con base en su nivel cognitivo. Jean Piaget consideraba que el significado de cognición es un proceso activo e interactivo, esto significa

que es un proceso constante, un ir y venir entre la persona y el ambiente, en 1952 describió una secuencia de cuatro etapas o estadios para explicar el desarrollo cognitivo de los niños, cada etapa se encuentra relacionada con la edad y se caracteriza por diferentes niveles de pensamiento, Jean Piaget proponía que el desarrollo se produce en estadios de desarrollo, lo que significa que la naturaleza y los componentes de la inteligencia van cambiando significativamente con el tiempo. Los distintos estadios del desarrollo son diferentes y el contenido de cada uno de ellos determina la forma en que se comprende el mundo y se interpreta la información procedente del ambiente.

Desde que nacen los niños hasta los dos años de edad, se encuentran en la **etapa sensomotriz**, ya que son conscientes de la sensación pero no saben nada del ambiente, no tienen representaciones mentales de símbolos o imágenes fuera de ellos mismos. De los dos a los siete años se ubican en la **etapa preoperacional**, durante ella adquieren imágenes, conceptos y palabras que representan al ambiente, son capaces de aprender simbólicamente y pueden reflexionar sus acciones, aunque su percepción del mundo es todavía limitada en lo que respecta a espacio y tiempo. A los siete años los niños están en la **etapa de operaciones concretas**, manejo de símbolos, las operaciones están limitadas a la lógica, por lo que no pueden todavía pensar de forma hipotética y no saben explorar diversas posibilidades. A partir de los doce años comienza la **etapa de operaciones formales**, piensan de forma más abstracta y comienzan a formular hipótesis. (Klingler, C. y Vadillo G., 1999 y Sprinthall, N. *et al.*, 1996)

Con base en los estudios de Piaget los estudiantes que cursan la EMS están en la etapa de adolescencia, la cual se caracteriza por estar en el cuarto estadio llamado "**etapa operacional formal**"; el pensamiento formal alcanza su plenitud durante la adolescencia, la cual, se presenta alrededor de los 15 años de edad. Piaget considera "*...en esta etapa, los individuos van más allá del razonamiento acerca de experiencias concretas y piensan en forma más abstracta, idealista y lógica*", la cualidad de este pensamiento es la solución de un problema. (Piaget, J., 1983 y Santrock, J., 2005)

Los adolescentes al pensar en forma más idealista y abstracta razonan de manera más lógica "piensan como científicos", los adolescentes diseñan hipótesis acerca de las formas de resolver problemas y prueban soluciones de manera sistemática, y en consecuencia dominan el razonamiento hipotético-deductivo, el anterior término de Piaget hace mención "*...los adolescentes desarrollan hipótesis acerca de las formas de resolver los problemas para llegar de forma sistemática a una conclusión*". Inhelder, B. y Piaget, J. (1972) consideraban que los adolescentes se distinguen de los niños por la presencia de una reflexión que va más allá del presente y comienzan a construir sistemas y teorías, el adolescente al construir teorías ya está capacitado para la reflexión y esta le permite evadir lo concreto, pensar de forma abstracta y dar diversas soluciones.

Knippels, M. *et al.* (2005) mencionan que los estudiantes que cursan la EMS requieren de una madurez cognoscitiva para la adecuada comprensión de la ciencia en específico de genética, Banet, E. y Ayuso, G. (1995) consideran que la capacidad para resolver problemas de genética depende del nivel cognoscitivo de los estudiantes. Bugallo, A. (1995) encuentra oportuno que los estudiantes en la etapa adolescente que cursan la EMS, revisen los conceptos de genética, ya que los estudiantes de 15 y 19 años están en el pensamiento formal y son capaces de comprender los conceptos de genética, cuando se desarrolla desde experiencias concretas y familiares, ya que los estudiantes no presentan carencia de operaciones mentales para generar combinación, pero tienen falta de conocimientos para relacionarlos, también consideran que aun cuando numerosos conceptos genéticos son en gran medida formales, los estudiantes poseen destrezas cognitivas para la resolución adecuada de problemas de genética.

Es importante que los profesores tomen en cuenta el nivel cognoscitivo de sus estudiantes al momento de elegir y diseñar estrategias de enseñanza-aprendizaje, para así tener mejores resultados dentro de la práctica educativa.

### **1.3 Enseñanza-aprendizaje de la ciencia**

#### **Enseñanza**

En la diada enseñanza-aprendizaje, Feroso, P. (1990) dice que la enseñanza es la parte correspondiente al profesor, el cual trasmite los contenidos culturales en la enseñanza, enseñar se deriva de señalar, enseñanza es la acción de señalar contenidos para que el aprendiz se fije y pueda activamente asimilar lo señalado, el profesor tiene dos maneras principales de señalar: muestra empírica e intuitivamente las cosas y destaca con un signo o señal las cosas que desea grabar en la mente del que aprende, el que enseña además de señalar y llamar la atención sobre las cosas en cierta medida se muestra y enseña a sí mismo, convirtiéndose en modelo, esto es una manera de instruir y enseñar, mostrar modelos adultos al ser en desarrollo para que los imite, revise, critique y juzgue.

La enseñanza es un sistema o método de proporcionar instrucción, ejemplo o suceso que sirve de experiencia, según el diccionario de Bunge, M. (2005) la palabra enseñar se deriva de: instruir, indicar, dar señales de una cosa, mostrar, exponer una cosa o suceso para que sea aprendido, un concepto intermedio entre enseñanza y aprendizaje es el de entrenamiento, el cual es el proceso de impartir a otro la destreza para hacer ciertas operaciones físicas o mentales, pueden estar acompañadas de la adquisición de la destreza por la relación de los principios de los que la operación depende, por lo cual el entrenamiento está unido a la enseñanza y educación, el concepto

de entrenamiento supone que es una manera de aprender destrezas sin verbalismos ni abstracciones es una relación de enseñanza-aprendizaje.

### **Aprendizaje**

El termino aprendizaje se deriva del verbo aprender y este es un vocablo latino que significa: coger, apuñar algo para que no se escape, es este caso el que coge es el aprendiz en contra posición con la enseñanza que radica sobre el maestro, Feroso, P. (1990) menciona que el aprendizaje es una tarea del estudiante la cual está vinculada a la instrucción, pero el aprendizaje es más que la instrucción, ya que en los procesos de personalización y socialización hay aprendizaje y de ahí su misión puente (enseñanza-aprendizaje) por que aprender de esta manera no es instruirse sino educarse, el aprendizaje es un enriquecimiento mediante la introyección e integración de lo circundante en el aprendiz, por lo cual el aprendizaje es un descubrimiento.

Es importante que los profesores siempre mantengan la relación entre enseñanza-aprendizaje, con el fin de que los estudiantes logren una mejor comprensión del conocimiento. La comprensión de la naturaleza de la ciencia es un objetivo de los actuales movimientos para la reforma de la educación científica, ya que durante mucho tiempo se pensaba que el conocimiento científico era la representación exacta de la naturaleza y lo único que hacían los científicos era ver y escuchar la naturaleza para poder establecer leyes o principios y de esta forma se hacía presente la verdad científica, a esto se le llama una concepción positivista de la ciencia, Pozo, J. y Gómez, M. (2000) considera que uno de sus principios es “La ciencia es una colección de hechos objetivos, regidos por leyes que pueden extraerse directamente si se observan con una metodología adecuada”.

Para los filósofos y educadores, una pregunta esencial ha sido, ¿qué factores constituyen la realidad?, ya que de su definición depende la práctica educativa, el paradigma epistemológico tradicional (positivista) se basa en la representación de la realidad y esta a su vez se comunica a los estudiantes (dentro del positivismo el profesor ve a los estudiantes como alumnos) que son seres pasivos, que deben incorporar a su conocimiento las verdades de la ciencia. (Klingler, C. y Vadillo G., 1999 y Pozo, J. y Gómez, M., 2000)

Una postura contraria sugiere que el conocimiento científico no se extrae de la realidad sino que se construye en la mente de los científicos, bajo esta concepción, las teorías científicas no son conocimientos absolutos “positivos” sino aproximaciones relativas; esto se ha reflejado en la forma de hacer y enseñar ciencia, por lo cual, aprender y enseñar ciencia debe ser una tarea de comparar, diferenciar modelos y la no adquisición de conocimientos absolutos y verdaderos.

Un parte aguas en la nueva concepción de la ciencia fue la visión filosófica de Kuhn, T.(1971), cuando publicó su libro “*La estructura de las revoluciones científicas*”; el cual destaca la importancia de la historia de la ciencia y la considera como una actividad social y humana, por lo

cual, se formó un cambio conceptual que ha tenido gran influencia en la enseñanza de la ciencia, si se parte del supuesto que se debe enseñar ciencia como un proceso histórico provisional, es importante hacer partícipes a los estudiantes en la construcción de su aprendizaje, por lo cual, se requiere que la enseñanza y el aprendizaje sean un proceso constructivo, de búsqueda de significados e interpretación de la realidad.

Desde ese punto de vista, la realidad es aquello que el individuo construye y a su vez, asume a este como un ser activo, que procesa constantemente información y va construyendo su conocimiento. Las actuales generaciones requieren de nuevas formas de enseñanza de las ciencias experimentales, en las últimas décadas se ha entendido que los procesos de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, deben transformarse para ser más efectivos, se ha demostrado que los estudiantes presentan dificultades para aplicar a los problemas del mundo real los conocimientos científicos que han adquirido, todas las ciencias experimentales que se imparten en la EMS tienen importancia, por que colaboran con la formación del ciudadano y en la preparación del intelecto para estudios superiores, contribuyen además a desarrollar la capacidad de plantear, resolver problemas y comprender el mundo en el que vivimos.

La adquisición del conocimiento científico requiere de un cambio profundo de las estructuras conceptuales y estrategias habitualmente utilizadas en la vida cotidiana, el cambio lejos de ser lineal y automático debe ser el producto de un largo proceso de instrucción, la labor de la educación científica es lograr que los estudiantes construyan en las aulas actitudes, procedimientos y conceptos que por sí mismos no lograrían construir en contextos cotidianos, por lo que no existen buenas o malas formas de enseñanza sino adecuadas o no a las metas que se persiguen en la educación, por lo que el profesor debe asumir la responsabilidad del enfoque educativo que más adecue a su concepción del aprendizaje de la ciencia.

Los profesores son el factor más importante en la cuestión de cómo enseñar, guiar al estudiante en el proceso de aprendizaje en cualquier nivel educativo, por lo que es una cuestión individual y personal de los profesores, cómo se enseña depende en gran medida de la personalidad del profesor, los objetivos que se eligen, las estrategias que se utilizan para alcanzarlos, la relación profesor-estudiante, todo depende del modelo de enseñanza que se trae al aula. Eggen, P. y Kauchak, D. (2005) y Uribe (2005) consideran que para la elección de un determinado modelo de enseñanza por parte del profesorado depende el contenido a enseñar y los aprendizajes que se quieran desarrollar, por lo que existen diferentes formas de alcanzarlos.

Los estudiantes influyen en la elección de uno u otro modelo de enseñanza, en algunos casos las prácticas que fueron eficaces con un tipo de estudiantes son ineficaces con otros, los estudiantes presentan diferencias en: habilidades académicas, motivación e interés, por lo que

pueden influenciar en gran parte el aprendizaje y estas diferencias tienen influencia en la eficacia de un modelo de enseñanza en particular. Por lo que enseñar ciencias en EMS presenta dificultades ya que dentro del salón de clases los estudiantes presentan diferentes áreas de interés.

#### **1.4**

#### **Importancia de la enseñanza-aprendizaje de genética**

Otero, J. y Campanario, J. (2000) dicen que enseñar y aprender ciencia es una tarea con un índice de fracaso elevado, parte de la responsabilidad se encuentra en; profesores, estudiantes, contexto escolar y la sociedad. Brown, C. (1990); Molina, S. y Agustín, F. (2000) consideran, que en el área de biología, genética constituye uno de los bloques más difíciles de comprender, esta dificultad es de origen multifactorial, que están reflejados en la enseñanza y el aprendizaje de genética, tanto en la educación superior como en educación media. Ayuso, G. *et al.* (1996) describen las siguientes dificultades: de tipo conceptual: conocimiento dominio-específico, los estudiantes al no encontrar un significado no ubican las palabras concepto y dificultades relacionadas con el nivel de desarrollo cognitivo relacionado con la edad de los estudiantes.

Finley, F. *et al.* (1982) señalan que los profesores de ciencias consideran importante la enseñanza de la genética y la sitúan como un organizador previo, porque ofrece a los estudiantes de un marco conceptual elemental y ayuda a comprender el significado de ciertos conceptos biológicos (como los aspectos de evolución) los mismos autores justifican el interés educativo de la enseñanza de genética, consideran también que dentro de una sociedad informada los ciudadanos deben comprender a un nivel básico los avances de la investigación genética y que deben mostrar interés por sus repercusiones tecnológicas y sociales, lo anterior, contribuirá a que los estudiantes perciban el conocimiento científico como un trabajo colectivo y en continua revisión, lo cual fomentará actitudes personales en los estudiantes de tolerancia y respeto hacia el quehacer científico.

Ayuso, G. y Banet, E. (2002) aseveran que la educación debe contribuir en que los estudiantes comprendan las aplicaciones tecnológicas y sociales en el ámbito de genética, consideran conveniente que conozcan la importancia de los estudios del genoma humano, causas de las enfermedades hereditarias, análisis de ADN, pruebas de paternidad, alimentos genéticamente modificados; así mismo es importante que los profesores aborden esos temas en el aula integrándolos con los contenidos del programa y utilizarlos como punto de referencia para que los estudiantes comprendan y relacionen lo aprendido con su vida cotidiana, por lo que, la enseñanza de genética favorece a fomentar valores, normas, comportamientos, desarrolla actitudes de rigor, flexibilidad, trabajo en grupo y fomenta comportamientos no racistas.

La complejidad del estudio de genética en la EMS, deriva de la naturaleza de sus conceptos y por el modelo expositivo que utilizan los profesores. Banet, E. y Ayuso, G. (1995) argumentan que cuando se aplican estrategias alternativas como de resolución de problemas, los estudiantes incrementan la comprensión de la estructura conceptual de genética y la naturaleza de la ciencia.

Durante la última década, la investigación en didáctica de la ciencia se ha centrado en la relación entre el conocimiento conceptual y las estrategias de resolución de problemas, se ha buscado desarrollar un esquema de enseñanza en un ambiente de resolución de problemas, por lo cual, la nueva orientación didáctica (ciencia-acción) ha llevado a la elaboración de problemas que reflejen el proceso de “investigación” en la resolución de un autentico problema, que fomente en los estudiantes el trabajar en grupos para la resolución de problemas relacionados con la vida real.

La resolución de problemas precisa que los estudiantes trabajen bajo un contexto de descubrimiento-revisión de los modelos y teorías existentes para ayudar a entender los datos recabados, esto hace que el estudiante esté implicado en la resolución del problema con un nuevo objetivo “la elaboración de teorías”, lo cual, ayuda a que los estudiantes desarrollen conexiones explícitas entre conocimiento conceptual ejemplificado en los problemas de la vida real (aplicación).

Por lo cual, la tendencia en el área educativa, se ha orientado hacia las reformas en la educación privilegiando la pedagogía activa centrada en los estudiantes, donde se pueda promover el auto-aprendizaje, lo que significa desarrollar en el estudiante sólidos hábitos de estudio, esto implica orientar la acción docente hacia la búsqueda e implementación de modelos alternativos para lograr aprendizajes significativos permitiéndoles elaborar creativamente sus propios conceptos, con esta nueva orientación, se busca fortalecer habilidades tales como aprender a aprender, pensamiento crítico, trabajo en equipo, auto-evaluación, solución de problemas y compromiso social. Una de las estrategias educativas que favorecen este tipo de enseñanza es que el profesor conozca las ideas previas que los estudiantes poseen de cada uno de los conceptos que serán revisados en clases.

## **1.5 Importancia de las ideas previas de los estudiantes de enseñanza media superior sobre genética**

Aprender es el resultado de un conjunto de factores que interaccionan entre sí, con relación a cada individuo, la investigación en enseñanza de las ciencias ha mostrado que durante el proceso de aprendizaje los estudiantes tiene representaciones e interpretaciones de los fenómenos naturales que perciben, así como de los conceptos científicos que se les enseñan y estas tiene un papel fundamental, la toma de conciencia de que los estudiantes tiene marcos conceptuales previos; ha hecho replantear en buena medida todos los puntos de vista de cómo enseñar ciencias,

estas concepciones han sido un punto de partida para diseñar estrategias que auxilien el proceso de enseñanza-aprendizaje de distintos temas científicos entre estos temas se encuentran los relacionados con los tópicos de genética.

Al analizar las concepciones que tiene los estudiantes es necesario unificar un término para denominarlas, ya que existe gran diversidad con los que actualmente se les designa, estas denominaciones obedecen a las posiciones que los investigadores tiene en torno a la construcción del conocimiento y del aprendizaje. Estas representaciones han sido denominadas de muy diversas maneras, por ejemplo: preconceptos, concepciones alternativas, errores conceptuales (misconceptions) ideas espontáneas, ideas intuitivas e ideas previas, el término “ideas previas” es una manera adecuada de nombrar las concepciones de los estudiantes, principalmente porque no denota terminación peyorativa. Para Flores, C. *et al.* (2004); Fuentes, N. (2006); Medina, A. (2003) y Sanmartí, N. (2002) el término de ideas previas facilita la forma de concebirlas y hace referencia a una concepción que no ha sido transformada por la acción escolar y por ser un término fácil de identificar por los profesores de cualquier área de conocimiento.

Es importante conocer las ideas previas que tiene los estudiantes, ya que se ha convertido en un elemento primordial para el desarrollo de programas educativos y textos, a si como para profesores quienes a partir de ese conocimiento, elaboran sus estrategias de enseñanza y dan cuenta del progreso conceptual de sus estudiantes. Por otro lado las ideas previas son importantes para los investigadores en didáctica de la ciencia, quienes al categorizar y analizar estas representaciones proponen alternativas de enseñanza de la ciencia para así transformarlas.

Los profesores de ciencias de cualquier nivel educativo, consideran que una de las dificultades de enseñanza-aprendizaje de la ciencia se debe a que los estudiantes poseen ideas previas de los conceptos que tienen que aprender o revisar dentro del salón de clases. Si se considera que las ideas previas son construcciones que los estudiantes elaboran, para responder a su necesidad de interpretar fenómenos naturales y esa interpretación es necesaria para la vida cotidiana, la construcción de ideas previas está relacionada con la interpretación de fenómenos naturales y conceptos científicos, para así poder brindar explicaciones y predicciones de lo que ocurre a su alrededor.

Flores, C. *et al.* (2004) mencionan algunos factores que contribuyen a comprender el origen de las ideas previas: a) el estudiante como cualquier persona tiene la necesidad de contar con una forma de interpretación que le permita tener una visión coherente de los fenómenos naturales con los que esta cotidianamente en contacto, las cuales están en función de experiencias o de las explicaciones de otros, b) los estudiantes tienen un mecanismo de validación de las explicaciones vertidas, en general consisten en la contrastación simple o directa para poder llegar

al acuerdo entre pares (estudiantes o personas similares) y c) existe un límite de aplicación de ideas previas, ya que las representaciones elaboradas corresponde a unos cuantos fenómenos comunes, sin embargo si los estudiantes consideran que existen semejanzas (aunque no existan) extrapolan sus representaciones, pero por el contrario si consideran que ciertos fenómenos no son semejantes (aunque si lo sean) llevan a cabo otra interpretación y elaboran ideas previas distintas. A estas últimas Otero, J. y Campanario, J. (2000) las llaman analogías defectuosas originadas en el propio medio escolar.

Por lo cual, para los estudiantes les es difícil ver e interpretar los fenómenos desde otra perspectiva y hablar de ello al utilizar conceptos e ideas distintas de las que ha construido a partir de su sentido común; por ello las ideas previas funcionan como marcos conceptuales porque dirigen y orientan el procesamiento de la información que se estudia en los libros o interpretan las explicaciones que da el profesor, por lo cual es necesario hacer una categorización, en algunos casos la investigación didáctica ha llegado a acuerdos sobre algunos aspectos que las definen, pero hay otros en los que persiste la controversia, entre las características estudiadas Sanmartí, N. (2002) destaca las que hace referencia a:

- Generalidad. La mayoría de las ideas previas tienen un carácter general, es decir, se encuentran en individuos de diferentes clases sociales, géneros y culturas.
- Persistencia. Las ideas previas son persistentes a lo largo de los años y a pesar de la instrucción escolar.
- Estructuración. Se encuentran regularidades lógicas entre las distintas ideas previas.
- Dependencia del contexto. Las ideas previas tienen representaciones implícitas en el sentido que son representaciones que realiza el estudiante sobre la marcha para atender las demandas de una tarea.

Los orígenes en investigación en el área de enseñanza de las ciencias y en específico de ideas previas se remontan a Piaget, por ser pionero en abordar su estudio con relación a aspectos físicos, posteriormente se han indagado las ideas previas en las áreas de química y biología. La categorización de las ideas previas permite ubicarlas como elementos esenciales en la comprensión de los problemas que presenta la enseñanza-aprendizaje de la ciencia, en específico de genética.

A continuación se describen algunas de las ideas previas más comunes que tienen los estudiantes acerca de la naturaleza de la diversidad genética, expresión genética, variación y fuentes de variación genética.

Banet, E. y Ayuso, G. (1995) y Wood- Robinson, C. *et al.* (2000) consideran que la complejidad del estudio de genética, y en específico, de la herencia y diversidad biológica es porque

los estudiantes inician con ideas previas que pueden condicionar su aprendizaje, el cual está ligado con su experiencia personal en los medios de comunicación y otras fuentes. Los estudiantes interpretan por medio de su experiencia los nuevos conocimientos, por lo que aumenta la dificultad para comprender el significado de los mecanismos que interfieren en las fuentes de variación genética y sus formas de transmisión, por lo que no conocen y no entienden la naturaleza de este proceso, el cual es esencial para comprender los conceptos de evolución y biodiversidad.

Bullago, A. (1995) realizó una revisión bibliográfica de didáctica de genética en que el reporta uso de terminología errónea en libros de texto como son: gen, cromosoma, ADN, cromátida, esto contribuye a que los estudiantes establezcan un significado ambiguo e incorrecto y cause confusión al momento de usar diversos términos genéticos. Así mismo Ayuso, G. y Banet, E. (2002) consideran que los estudiantes tienen un escaso significado de términos básicos como son: gen, cromosoma, ADN, ARN y no presentan relación entre conceptos, el modelo del cromosoma y ADN es confuso, el mismo artículo menciona que los estudiantes consideran que solo los espermatozoides y óvulos son portadores de genes ya que son los encargados de la reproducción, también se tiene la idea de que esta información se trasmite únicamente a las células sexuales, es decir creen que lo que se hereda de padres a hijos solo está presente en los gametos, por lo que no consideran que las células somáticas también son portadoras de información hereditaria. Así mismo los estudiantes presentan confusión entre los conceptos de gen, cromosoma y alelos por darles el mismo significado y función. Hackling, M. (1982) reporta que existe una idea previa general al considerar la dominancia como el poder que tiene un gen en dominar a otro por ser mejor en las características de tamaño, forma y función, el gene recesivo es el que puede ser vencido por otro fácilmente, en lo que respecta a la herencia intermedia o co-dominancia es la mezcla de diferentes genes heredados para formar un organismo con características intermedias entre sus dos progenitores y se da cuando dos genes son dominantes por lo que están forzados a mezclarse.

Uno de los temas de genética más difíciles de comprender en EMS es: fuentes de variación genética, por que los estudiantes no relacionan la variación biológica como producto de la recombinación genética, por lo cual la herencia no la refieren con la transmisión de la información genética y a las mutaciones les atañen cuestiones dañinas y negativas. Ayuso, G. y Banet, E. (2002) encontraron que los estudiantes piensan que los organismos presentan mutaciones necesarias para sobrevivir a cambios inesperados del ambiente los cuales amenazan su supervivencia evitando así la extinción de la especie, es decir los estudiantes piensan que las mutaciones tiene su origen en la necesidad de los organismos de sobrevivir y no relacionan este proceso con variaciones en el material genético. Así mismo los estudiantes no atribuyen al desplazamiento genético de los organismos como una fuente de variación genética.

Barrabín, J. y Grau, R. (1996) Encontraron en su investigación que estudiantes de todas las edades tienen muy persistente la idea lamarckiana ya que atribuyen la mutación a factores ambientales y como respuesta a su entorno con el fin de sobrevivir, también presentan un sentido naturalista y teológico como satisfacción a la necesidad o deseo del organismo de responder a un requerimiento futuro, y presentan confusión entre adaptación y cambios heredados, en el mismo trabajo consideran que las ideas lamarckianas preexistentes pueden bloquear la comprensión de una explicación darwiniana.

La falta de una distinción precisa entre los conceptos de reproducción sexual y asexual parece impedir la comprensión de los orígenes de la variación genética, los estudiantes no reconocen la reproducción sexual como una fuente de variación genética en una población, Driver, R. *et al.* (1999) reportan que los estudiantes dan explicaciones naturalistas para el mecanismo de la herencia como fuente de variación genética, ya que consideran que la naturaleza es la responsable de que la descendencia se parezca a los progenitores, los genes son los responsables de las semejanzas entre los padres y su descendencia, pero no ofrecen ninguna explicación aceptable al fenómeno.

Barrabín, J. y Grau, R. (1996); Engel, E. y Wood-Robinson, C. (1985) encontraron que los estudiantes consideran que las variaciones en los animales se deben las relaciones parentales con sus progenitores, por pensar que la influencia de la madre en las características de la herencia es superior y en algunos casos, única a la aportación del padre y en otros casos (dependiendo las preguntas que realice el entrevistador) se da una asociación frecuente entre las características de las niñas con sus madres y de los niños con sus padres. Banet, E. y Ayuso, G. (1995) encontraron que una de las respuestas más frecuentes en los estudiantes es considerar que los hijos se parecerán al padre o a la madre dependiendo de la cantidad de información que aporte cada uno de ellos. González, M. *et al.* (1996) y Kargbo, D. *et al.* (1980) encontraron que se considera que la relación entre herencia y reproducción se producen a través de un proceso de mezcla de genes de los progenitores, esta idea previa se debe en gran medida al lenguaje común tanto de los profesores, así como de los estudiantes y de sus familias.

Una de las finalidades del proceso educativo es transformar las ideas previas por ideas aceptadas por la comunidad científica, es decir por conceptos científicos es lo que se conoce como cambio conceptual. Carey, S. (1985) dice que el cambio conceptual implica un cambio en los procesos y representaciones mentales. Driver, R. (1986) considera que las ideas previas presentan resistencia al cambio ya que son persistentes aun después de haber sido expuestas a un proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto concuerda con Otero, J. y Campanario, J. (2000), mencionan que esta persistencia de ideas previas da como resultado que los estudiantes mantengan dos esquemas de

conocimiento, por una parte están sus conocimientos académicos sobre fenómenos, teorías, leyes, formulas y métodos para resolver problemas, estos conocimientos son utilizados en el medio escolar dado que sirven para resolver ejercicios y para aprobar exámenes, por otra parte los estudiantes mantienen sus ideas previas, las cuales son útiles para entender la realidad e interactuar con el medio que los rodea, es frecuente encontrar estudiantes universitarios e incluso licenciados que han terminado sus carreras, los cuales mantienen ideas previas erróneas sobre los fenómenos científicos.

Por lo cual existen dificultades para considerar si una idea previa ha sido transformada a un concepto científico, ya que una idea previa no es un concepto aislado sino una red sistemática de modelos mentales que están en continua construcción y se adecuan según las necesidades del momento. Por tal motivo hablar de cambio conceptual es hablar de un reacomodo de las representaciones implícitas que se van construyendo con determinadas unidades de información.

White, T. y Gunstone, F. (1989) dicen que la dificultad de lograr el cambio conceptual radica en que el estudiante modifique sus creencias. Por lo tanto, el cambio conceptual implica una modificación en la forma que se observa de sí mismo el estudiante, por lo cual, el cambio conceptual tiene que desarrollar determinadas destrezas metacognitivas, es decir el estudiante tiene que adquirir la conciencia de que tiene establecidas ideas previas, las cuales no son aplicables en la ciencia. Para auxiliar este proceso es necesario que los profesores conozcan los diferentes modelos educativos.

## 2. MARCO CONCEPTUAL EDUCACIÓN

La palabra educación proviene de los vocablos latinos *educere* que significa guiar, conducir; y *educare* que es formar o instruir, el término educación con Bowen, J. y Hobson, P. (2008) lo definen como: todos aquellos procesos que son bidireccionales mediante los cuales se pueden enseñar conocimientos, costumbres, valores y formas de actuar, por lo cual la palabra educación se emplea de múltiples maneras. La aplicación más común es asistir a la escuela desde jardines de niños hasta universidades, por lo que el significado es ambiguo, la educación se puede referir a lo que hacen los estudiantes en la escuela independientemente del aprendizaje, en ese sentido la educación implica actitudes, creencias y valores que se aprenden a través de la participación en la vida social de la escuela; las actividades escolares educativas también existen en el exterior, de un modo u otro influyen en los estudiantes, por lo cual la educación es un proceso general donde se aceptan las metas y valores de nuestra sociedad, por esta razón Durkheim, E. (1974) dice que la educación es un proceso que dura toda la vida.

La educación designa un proceso social básico por el cual las personas adquieren la cultura de la sociedad, este proceso se llama “socialización”, Bowen, J. y Hobson, P. (2008) dicen que considerar la educación como solo un proceso de socialización es limitado ya que no proporciona metas a la sociedad, por lo cual ninguna sociedad debe mantener la educación como una actividad solamente socializante, si quiere sobrevivir debe aceptar cierto grado de adaptación a las diversas circunstancias. Por lo tanto existe un aspecto necesario en cualquier cultura “la creatividad”, la sociedad debe ser creativa, tiene que intercambiar y reconocer el ideal humano, por lo cual la educación se considera como curiosidad intelectual, así el concepto de educación se amplía en su connotación de socializante a la idea de trascendencia. La educación en un sentido más ideal proporciona una visión más amplia que trasciende los límites de las sociedades.

El proceso educativo se ha clasificado a partir de tres nociones: educación formal, no formal e informal, que juntas forman un cuerpo taxonómico de educación, todas las actividades y procesos que los sujetos aprenden pueden incluirse en alguno de los tres tipos antes citados. Reyes, J. (2000) y Trilla, J. (1992) realizan una definición de las modalidades educativas de la siguiente forma:

**Educación informal:** es el proceso que dura toda la vida, las personas adquieren y acumulan conocimiento, capacidades y actitudes de las experiencias diarias y del contacto con el medio.

**Educación no formal:** es el aprendizaje que no se ofrece en un centro de educación, no conduce a una certificación, pero todas las actividades son educativas, organizadas y sistemáticas, se realizan fuera de la estructura del sistema formal, para impartir algún tipo de aprendizaje a ciertos subgrupos de la población.

**Educación formal:** este aprendizaje se proporciona normalmente por el sistema educativo institucionalizado, cronológicamente graduado y jerárquicamente estructurado, abarca todos los grados académicos y concluye con una certificación.

Trilla, J. (1992) menciona que existe una crisis en educación formal y en los procesos educativos institucionales tradicionales. Durante la segunda mitad del siglo XX, el sistema educativo formal fue criticado por los límites que presentan las instituciones escolares durante el proceso educativo, dichos límites fueron enmarcados por el tipo de enseñanza que se proporciona en la educación formal, la cual consiste en una enseñanza tradicional que no responde a las demandas de la sociedad.

Dentro de la historia de la educación formal se han diseñado y puesto en práctica diferentes modelos de enseñanza, por ejemplo: 1.- enseñanza tradicional; 2.- tecnología educativa y 3.- enseñanza constructivista.

## 2.1 Enseñanza tradicional

La institución de la educación formal es la escuela y constituye un aparato ideológico especializado, su función está relacionada con la transmisión, conservación y promoción de la cultura, lo cual favorece la integración en una sociedad determinada, para educar es necesario un aparato cultural a través del cual, se enseñen las tradiciones de la sociedad. Hasta hace poco tiempo, cuando se presentaban problemas en la escuela relativos a la calidad de la enseñanza, aprovechamiento escolar, disciplina, la discusión se centraba en el profesor y estudiantes por separado, sin cuestionar la forma en que la escuela, con sus normas, aislamiento (respecto a la sociedad global), cuestionamiento de contenidos y programas, contribuyen acentuar una problemática que en algunos casos supera los límites de la escuela, desconociéndose la forma como la institución determina o influye en el proceso de enseñanza-aprendizaje, a este tipo de escuela se le ha denominado escuela tradicional, la cual presenta un enfoque denominado enseñanza tradicional.

La enseñanza tradicional se remonta al siglo XVII, los pilares de este tipo de enseñanza son el orden y la autoridad, el orden se entiende como el método (tiempo, espacio y actividad) y la

autoridad la personifica el profesor, que en este sentido es el dueño del conocimiento y del método. El método garantiza el dominio de las situaciones, la disciplina es establecida con base en la moral de la época. Pansza, M. *et al.* (1996) establecen cuatro rasgos distintivos de la enseñanza tradicional, los cuales son: verticalismo, autoritarismo, verbalismo e intelectualismo:

**Verticalismo:** dentro de la institución escolar, la organización está dada por una estructura jerárquica.

**Autoritarismo:** se respeta un rígido sistema de autoridad, quien tiene mayor jerarquía es quien toma las decisiones (directores, consejo, magisterio), el estudiante es el de menor jerarquía, por lo cual no tiene autoridad.

**Verbalismo:** constituye uno de los obstáculos más serios, donde la exposición por parte del profesor es todo el proceso de enseñanza (no se toma en cuenta otro tipo de enseñanza), convirtiendo la ciencia en algo estático.

**Intelectualismo:** implica privilegiar la disociación entre intelecto y afecto, creyendo que en la escuela solo importa el desarrollo de la inteligencia, se ignora el valor de las relaciones sociales dentro de la conducta humana.

Por lo cual Pozo, J. y Gómez, M. (2000) mencionan que la enseñanza tradicional presenta un enfoque dirigido hacia la transmisión de conocimientos verbales, el papel de los estudiantes es de “alumnos” que tienen que reproducir el conocimiento científico, el profesor es un proveedor de conocimientos ya elaborados, listos para el consumo y los da de forma expositiva, el alumno es el consumidor de esos conocimientos acabados, los cuales se presentan como hechos aceptados, por lo cual los alumnos deben aceptarlos, este modelo sigue siendo uno de los más usados en la instrucción científica. Paulo Freire (1996) llama a la enseñanza tradicional “*educación bancaria*” por considerar que el profesor hace depósitos en el cerebro de los alumnos, los cuales se dedican a registrar, archivar y guardar cada depósito. El mismo autor considera que la enseñanza tradicional fue una forma adecuada a las necesidades de su tiempo pero ya no responde a las necesidades de una sociedad globalizada.

El modelo de enseñanza tradicional considera que la relación entre el conocimiento cotidiano y el científico es compatible, esta posición asume que la ciencia permite conocer como es realmente la naturaleza y el mundo, por lo que aprender ciencia es saber lo que los científicos saben y todo lo que el alumno tiene que hacer es reproducir este conocimiento e incorporarlo a su memoria.

Visto así el único criterio que se toma en cuenta para determinar que contenidos son relevantes y como hay que organizarlos en el currículo es el conocimiento en contenidos conceptuales aceptados por la comunidad científica, por lo cual el resultado es un currículo

solamente para la adquisición de información dejando de lado el desarrollo de habilidades y actitudes hacia la ciencia, la actividad de enseñanza que realizan los profesores es explicativo, es decir explicar la ciencia a sus alumnos en clases magistrales y estos toman nota de lo que dice el profesor, en la evaluación, los alumnos tratan de devolver al profesor de la forma más precisa el conocimiento y esto resulta en una evaluación de tipo sumativa. Para Contreras, E. y Ogalde, I. (1980) este modelo de enseñanza es de larga tradición y no satisface las nuevas demandas de la sociedad, porque no asegura el uso dinámico y flexible de los conocimientos fuera del aula.

## 2.2 Tecnología educativa

Existen diferentes términos empleados para tecnología educativa (TE) como son: tecnología educacional, tecnología de la enseñanza y tecnología de la educación pero estos no son sinónimos sino al contrario reflejan concepciones y posiciones filosóficas diferentes, por lo cual la pluralidad de definiciones confunden para crear un concepto unificado de TE. Gagné, R. en 1968 realizó una definición de TE, la cual dice que: "...puede ser entendida como el desarrollo de un conjunto de técnicas sistemáticas acompañantes de conocimiento práctico para diseñar, medir y manejar colegios como sistemas educacionales". En 1984, la UNESCO establece que la TE es una nueva forma de ofrecer en un sentido más amplio y de modo sistémico la forma de concebir, aplicar y evaluar el conjunto de procesos de enseñanza-aprendizaje, el cual tiene en cuenta los recursos técnicos, humanos e instalaciones como una forma para obtener una educación más efectiva. Chadwick, C. en 1987 afirmó que la TE es la aplicación de un enfoque organizado para el mejoramiento de la educación.

Las diferentes definiciones de TE, oscilan desde una micro perspectiva tecnológica o reduccionista que indica la simple utilización de determinados medios en el ámbito educativo o definiciones situadas en un enfoque macro, entendida como el desarrollo de un conjunto de técnicas sistemáticas y conocimientos prácticos anexos para diseñar, medir y manejar colegios como sistemas. Por lo tanto, la TE presenta un concepto más amplio y aporta una perspectiva de los principios sobre los que se apoya y supone la aplicación de sistemas, técnicas y medios auxiliares para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Contreras, E. y Ogalde, I. (1980) y Chadwick, C. (1987) consideran que la TE surge por la necesidad de encontrar solución a tres problemas básicos: 1.- educar a un número cada vez mayor de personas; 2.- educar mejor y con mayor eficiencia y 3.- educar a más con menos costo.

Moreira, R. (2009) dice que la TE ha oscilado entre dos visiones; una es representada por la equiparación de TE con los medios de información, y la otra ha sido entenderla como un campo de

estudio caracterizado por diseñar y controlar sistemáticamente los procesos de enseñanza-aprendizaje. Visto así, la TE ha presentado cambios en su conceptualización consecuencia de la evolución de las sociedades y en los cambios en las ciencias que la fundamentan. La TE se apoya principalmente en las teorías psicológicas comportamentales y teoría de sistemas:

a) Teorías psicológicas comportamentales

Una de las corrientes que más impactó en el desarrollo de la TE provino de la aplicación de la psicología conductista, entendida como la interacción entre el individuo y su contexto bio-físico-social, bajo ese enfoque, Cabero, J. (2007) menciona que la TE puede definirse como un proceso por medio del cual, se aplican los hallazgos de la investigación de las ciencias de la conducta a los problemas de la instrucción. El mismo autor considera que desde la posición conductista la TE es considerada como la aplicación en el aula de una tecnología humana que pretende la planificación psicológica del medio basado en leyes científicas que rigen el comportamiento humano con unos modelos de conducta planificada que son considerados deseables. Thorndike durante la primera mitad del siglo XX, con base en la teoría de Pavlov, propone la ley del efecto como uno de los precursores de la psicología conductista, según esta ley las respuestas que son seguidas por consecuencias reforzantes, serán asociadas al estímulo y tendrán mayor probabilidad de ocurrencia cuando el estímulo vuelva a aparecer. Por el contrario, si la respuesta al estímulo va seguida de una consecuencia negativa, la asociación será más débil y la probabilidad de ocurrencia será menor. (Chadwick, C., 1987; Contreras, E. y Ogalde, I., 1980)

La TE auxilia el análisis del comportamiento humano, se usa el reforzamiento como elemento probabilístico para que la respuesta se repita. Cabero, J. (2007) menciona que la relación entre la TE y psicología conductista han recibido críticas por considerarse un proceso lineal, por proporcionar tecnicidad a este proceso de enseñanza-aprendizaje. Entonces del análisis del comportamiento aplicado, se originó la enseñanza programada, la cual se basa en el reforzamiento negativo y positivo, basados en principios de aprendizaje. El reforzamiento tanto positivo como negativo a menudo es confundido con el castigo, Skinner no abogaba por el uso del castigo, sino al contrario considera que el castigo es una técnica muy ineficaz de controlar la conducta. (Chadwick, C., 1987)

Durante los primeros años del siglo XX surge en Alemania la corriente de la psicología moderna, la cual considera que la mente configura los elementos que llegan a ella, a través de los canales sensoriales (percepción) o de la memoria (pensamiento, inteligencia y resolución de

problemas) y el medio tiene un carácter primario por sobre los elementos que la conforman y la suma de estos por sí solos no pueden llevar a la comprensión del funcionamiento mental. Este planteamiento da origen a modelo de “*el todo es más que la suma de sus partes*”, con el cual se ha identificado con mayor frecuencia a esta escuela psicológica, dando pie a la teoría de sistemas. (Morris, C. y Maisto, A., 2001)

#### b) Teoría de sistemas

Ludwig Von Bertalanffy a mediados del siglo XX realizó la teoría general de sistemas, la cual surge como un esfuerzo en la búsqueda de conceptos y leyes validas para la descripción e interpretación de toda clase de sistemas reales. Una de las bases fundamentales de TE ha sido la teoría de sistemas y el enfoque sistémico aplicado a la educación, el análisis de los diversos elementos participantes en el acto instruccional y la forma de alcanzarlos. Cabero, J. (2007) considera la TE como una aproximación sistémica, esto implica su abandono como la simple introducción de medios técnicos en la escuela y la aplicación de estrategias instruccionales apoyadas en las teorías conductistas del aprendizaje, por el contrario implica un planteamiento más flexible donde lo importante es determinar los objetivos a alcanzar, movilizar los elementos necesarios para su consecución y comprender que los productos obtenidos no son mera consecuencia de la unión de los elementos intervinientes, sino más bien de la interacción que se establecen entre ellos, en otros términos considerarla como un campo del diseño de situaciones de aprendizaje. La TE bajo el enfoque sistémico se considera un complejo proceso integrado de personas, procedimientos, ideas, aparatos y organizaciones, para analizar problemas, implementar, evaluar y organizar situaciones de problemas envueltos en todos los aspectos del aprendizaje humano.

La habilidad del aplicador de la TE no está en el dominio instrumental de técnicas ni de medios, sino de su capacidad para diseñar situaciones instruccionales, combinar los diferentes elementos que tienen a su disposición, con la meta de alcanzar los objetivos propuestos analizando y evaluando las decisiones adoptadas y comprendiendo el marco donde estas se aplicaran y las limitaciones que se presentan. (Cabero, J., 2007) Desde la perspectiva sistémica, no solamente se contemplan los objetivos, los medios, el profesor y los estudiantes, sino todos los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, con el fin de mejorar su eficacia, entran también en consideración la situación económica, política, valores y estos elementos son considerados como el enfoque sistémico de la educación. Todo sistema tecnológico requiere una

forma específica de organización estructural, de manera que sin ella el diseño y componente tecnológico puede resultar inútil o perjudicial ya que no es suficiente con disponer de los medios técnicos necesarios ni tampoco disponer del conjunto de conocimientos y competencias profesionales necesarios para dirigir los procesos correspondientes, es indispensable tener una organización correspondiente al nivel de especialidad del sistema y a las condiciones de sus principios y funciones.

c) Incorporación de los medios audiovisuales y los medios masivos (mass-media)

Desde los inicios y por los avances realizados en los medios de comunicación, tanto en su construcción, diseño, descubrimiento y por la significación e impacto que presentan, existe interés de trasladar al mundo escolar los medios que se usan en la sociedad. Un fuerte impulso fue por la necesidad de Estados Unidos de Norteamérica formara miles de militares para la supervivencia y eficacia militar durante la segunda guerra mundial, lo que hizo que se crearan y distribuyeran películas y materiales de enseñanza, originando que se fundaran diversas instituciones para el diseño y producción de diferentes materiales educativos.

Los resultados repercutieron y se incorporaron en la escuela, la base y postulados del razonamiento se centran en que el profesor cuente con buenas herramientas audiovisuales para desarrollar su actividad profesional docente, se pensaba que mejorando los instrumentos técnicos se mejorarían los productos a alcanzar por los estudiantes y los procesos a desarrollar. Cabero, J. (2007) asume que la base teórica fundamental radica en asumir que la riqueza y variedad de los estímulos elevaría la atención y motivación de los estudiantes, de manera que se facilitaría la adquisición y recuerdo de la información en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Moreira, R. (2009) dice “la TE asume que los medios y tecnologías de la información y comunicación son objetos y herramienta culturales que los individuos usan para su mejora como sociedad”.

La TE centrada exclusivamente en los medios de enseñanza, ha recibido críticas basadas en su planteamiento simplista, por no considerar diferentes elementos instruccionales, aunque una enseñanza que movilice diversos medios, diferentes posibilidades de codificar la realidad tiene características potenciales de convertirse en una enseñanza de calidad, pues al estudiante se le ofrece mayor diversidad de experiencias y presenta mayores posibilidades de codificar e interactuar con la realidad, hay que considerar que los medios no son meros instrumentos transmisores de información sino también instrumentos de pensamiento y cultura. Contreras, E. y Ogalde, I. (1980) consideran que la diversidad de medios pueden ser útiles para alentar a los estudiantes ya que: 1) a mayor diversidad de medios, mayor posibilidad de ofrecer una variedad de experiencias; 2) diseños

de materiales que movilicen diferentes sistemas simbólicos; 3) posibilidad de utilizar diferentes estructuras semánticas; 4) pueden ofrecer tanto trabajo individual como colaborativo y 5) creación de herramientas para auxiliar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Uno de los errores cometidos con la TE vienen de la excesiva significación y amplitud que se le ha querido conceder, llegando incluso a pensarla como la posibilidad de organizar científicamente el sistema completo de la instrucción, de manera que pueden resolverse todos los problemas educativos y alcanzar satisfactoriamente las metas pretendidas por la educación, también las transformaciones internas que han tenido las ciencias y disciplinas que las sustentan desde la pedagogía, psicología y las teorías de comunicación, en el caso de la psicología es donde mayor trascendencia y significación se han producido estos cambios.

Por tal motivo Cabero, J. (2007) menciona una serie de aspectos que hay que tomar en cuenta a la hora de realizar los diseños instruccionales con base en TE:

- Ofrecer a los estudiantes múltiples representaciones de la realidad, para que de esta forma puedan percibir su complejidad.
- Establecer como principio de referencia no la reproducción del conocimiento, sino su construcción y en este sentido la motivación es importante para alcanzar el aprendizaje significativo.
- Negociar las metas y objetivos instruccionales, no imponerlas lo que lleva a asumir que pueden existir interpretaciones diferentes de la realidad.
- Fomentar el desarrollo de prácticas flexibles.
- Asumir como principio de trabajo la construcción colaborativa del conocimiento a través de un proceso social.
- La tecnología no solo desempeña funciones de presentación sino una diversidad de funciones que van desde la comunicación a la posibilidad de expresión y elaboración de documentos, siendo su papel más significativo el diseño de entornos diferenciados y específicos para el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- El error se convierte en elemento significativo para la autoevaluación del proceso realizado, permite al mismo tiempo la reflexión y la metacognición del estudiante.
- La evaluación debe basarse en múltiples perspectivas y coherentes con el proceso mismo de instrucción.

Visto así la TE transita desde posiciones conductistas hasta un enfoque constructivista, por lo cual es difícil diferenciar posiciones únicas.

### **2.3 Constructivismo**

El tercer método de la educación formal es el constructivismo, existen diferentes planteamientos teóricos para abordar la dimensión pedagógica. Esta tesis se fundamenta en los planteamientos constructivistas. El constructivismo es un enfoque epistemológico–psicológico–pedagógico, heterogéneo y plural, que concibe a las personas como sujetos activos en la elaboración del aprendizaje en interacción con los objetos de conocimiento o estudio (actitudes, valores, procedimientos, conceptos, hechos) es decir, conduce a concebir el aprendizaje escolar como un proceso de construcción del conocimiento, a partir de los conocimientos y las ideas previas, como una ayuda para el proceso de la construcción de la enseñanza.

González, D. (2001) considera que el termino enseñanza constructivista se ha convertido en una frase muy utilizada dentro de los diferentes sistemas educativos, los cuales van desde los planteamientos teóricos de los planes de estudio hasta la forma de realizar investigación científica-educativa. De acuerdo con Coll, C. (1990) la concepción constructivista se organiza en torno a tres ideas fundamentales:

- El estudiante es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje.
- La actividad mental constructiva del estudiante se aplica a ideas previas que poseen en un grado considerable de elaboración.
- La función del docente es incrustar el proceso de construcción del estudiante con el saber colectivo culturalmente organizado.

El constructivismo para Ojeda, R. (2006) es un modelo dinámico es cual establece que los aspectos cognitivos, sociales y afectivos del ser humano no son solo producto del ambiente, sino de los resultados de vivir día a día y en sociedad. El conocimiento es el resultado de la construcción diaria del ser humano tanto de lo que ya conoce como de lo que va construyendo con base en el medio que lo rodea. El modelo constructivista está centrado en el individuo, tanto en sus experiencias previas como por la adquisición de nuevo conocimiento, por tal motivo la construcción de nuevos conocimientos se produce cuando: a) el individuo interactúa con nuevo conocimiento; b) lo realiza en interacción con otros y c) solo si es significativo para el individuo. Coll, C. (1990) dice “...esto es la base del constructivismo”, la concepción constructivista no es en sentido estricto una teoría, sino, un marco explicativo que integra diversas aportaciones y debe utilizarse como un instrumento para la reflexión y la acción, y no como una teoría que esta sobre las demás. Por lo cual, es mejor hablar del paradigma constructivista. En sus orígenes, el constructivismo surge como una corriente epistemológica preocupada por discernir los problemas de la formación del conocimiento en el ser humano, bajo el supuesto de que la concepción de la ciencia es un proceso de formación de modelos y teorías, las cuales requieren adoptar un enfoque constructivista en la

enseñanza de la ciencias (Díaz- Barriga, F. y Hernández, G., 2002; Coll, C. *et al.*, 1998; Hernández, G., 1998; Klingler, C. y Vadillo G., 1999; Pozo, J. y Gómez, M., 2000 y Trianes, M. y Gallardo, J., 1998)

Existen distintas aportaciones que han contribuido a implantar el paradigma constructivista en educación, lo anterior es importante porque la sociedad espera que la educación escolar promueva el desarrollo personal del estudiante y no solo la adquisición de aprendizaje específico, ya que existe un rechazo de ver al estudiante como receptor pasivo de la enseñanza con la acumulación de conocimientos específicos, por lo que ha crecido el paradigma constructivista en el mundo de la educación, el cual, cuestiona la enseñanza tradicional en la escuela, con base en lo anterior, los ejemplos más conocidos de teorías que han contribuido a implantar un enfoque constructivista en la educación son los trabajos realizados por Jean Piaget, con el constructivismo psicogenético. El cual se centra en el estudio del funcionamiento y contenido de la mente de los individuos con base en el origen y evolución del conocimiento como un proceso interno del individuo, por otro lado se encuentra Lev Vigotski, con el constructivismo social, el cual establece que el interés del constructivismo es de origen social, donde la cultura y las relaciones sociales ayudan a construir el conocimiento individual, es importante visualizar a estas dos teorías no como contrarias, sino como complementarias, tanto el constructivismo psico-genético como el social son perfectamente asociables. (Díaz- Barriga, F. y Hernández, G., 2002; Hernández, G., 1998; Klingler, C. y Vadillo G., 1999 y Trianes, M. y Gallardo, J., 1998)

No existe mejor aprendizaje que el obtenido en la acción, Entonces se puede decir que la construcción del conocimiento escolar es en realidad un proceso de elaboración, en el sentido que el estudiante selecciona, asimila, procesa, interpreta y reconstruye explicaciones sobre los contenidos que se presentan en la escuela. Este proceso de construcción implica la confrontación de sus ideas previas, organizadas en estructuras conceptuales, con la nueva información que se aporta o que él obtiene. En este enfoque, la enseñanza es definida como el proceso que facilita o propicia que los estudiantes elaboren aprendizajes verdaderos o significativos. Por lo que se propone que el profesor detecte lo que los estudiantes saben, para que con ello promueva el conocimiento e instrumente acciones didácticas pertinentes que posibiliten su reestructuración.

El enfoque constructivista de la enseñanza engloba de manera natural el estudio de las ideas previas y la influencia que han tenido en el proceso de aprendizaje del ser humano. Dentro de esta visión, el aprendizaje es adquirido a través de la experiencia que los estudiantes van construyendo por la interacción directa que tienen con su medio, dando como resultado, explicaciones personales que tratan de interpretar los hechos sucedidos a su alrededor. Construir significados nuevos implica una evolución en los esquemas de conocimiento que se poseen previamente, esto se logra

introduciendo nuevos elementos o estableciendo nuevas relaciones entre dichos elementos. Así el estudiante podrá ampliar o ajustar tales esquemas o reestructúralos a profundidad como resultado de su participación en el proceso instruccional.

### 2.3.1

#### **Aprendizaje significativo y cambio conceptual**

Dentro del enfoque constructivista, existe una línea adecuada para aplicarla a la enseñanza de la ciencia: el aprendizaje significativo, el cual comprende la adquisición de nuevos significados, éstos son productos del aprendizaje significativo, su núcleo reside en que las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario sino sustancial (no literal), por lo cual el aprendizaje significativo se produce cuando una nueva información se ancla en conceptos relevantes preexistentes en la estructura cognitiva, a medida en que otros conceptos estén claros y disponibles en la estructura cognitiva del estudiante funcionarán como puntos de anclaje. (Ausubel, D., 1978 y Moreira, M., 2000)

Ausubel, D. considera al aprendizaje como un proceso activo de las ideas previas que el estudiante posee en su estructura cognitiva, Ausubel D. (1978) escribe “*Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, diría lo siguiente: El factor aislado más importante que influye en el aprendizaje, es aquello que el aprendiz ya sabe. Averígüese esto y enséñese de acuerdo con ello*”. Lo anterior propone, para que se lleve a cabo el proceso de aprendizaje significativo debe hacerse con base en lo que el estudiante ya conoce, por lo cual, parte de la labor docente es indagar de diversas maneras las ideas previas de los estudiantes.

Existe un abismo entre las ideas previas de los estudiantes y el conocimiento científico, para que los estudiantes aprendan las teorías y modelos científicos, es necesario que modifiquen sus interpretaciones, sino cometerán errores conceptuales e interpretaran lo que estudian con sus ideas previas, el sentido que los estudiantes atribuyen a conceptos genéticos, tienen escasa relación con el significado que estos mismos contienen en sus teorías científicas que deben aprender en la escuela. (Sánchez, M., 2000; Pozo, J. y Gómez, M., 2000) Pozo, J. y Gómez, M. (2000) consideran que “... las ideas previas son el resultado del sentido común, es decir, el funcionamiento del sistema cognitivo humano como producto biológico y cultural”, cambiarlas requieren algo más que sustituirlas por otras científicamente más aceptables, requiere modificar sustancialmente los principios en lo que se basa de modo implícito, pretende en suma reformatear la mente de los estudiantes o incorporarle un nuevo sistema operativo que sea compatible con los principios de los conocimientos científicos. Gran parte de las estrategias didácticas que toman en cuenta las ideas previas de los estudiantes han tendido a sustituir o cambiar conceptualmente esos conocimientos

por otros que se acerquen más a los marcos conceptuales de la ciencia, Kuhn cree que hay condiciones para el cambio conceptual, cuando existe insatisfacción con la concepción que los estudiantes tienen acerca de sus ideas previas y se ven enfrentados a una nueva concepción que explica mejor el conocimiento implicado, Sánchez, M. (2000) y Moreira, M. (2000) establecen que esto es una condición para la acomodación de un concepto científico, por lo que sugiere que el *cambio conceptual* es un *reemplazo* de una concepción por otra en la estructura cognitiva del estudiante.

De tal modo, se ha generado un fracaso en los intentos por alcanzar el cambio conceptual en el estudiante entendido como la simple sustitución de ideas, la experiencia del profesorado en el área de genética, señala que esta concepción de cambio conceptual no existe, por lo cual, en los últimos años se habla de cambiar las ideas previas de modo significativo, en el sentido que Ausubel, D. lo considera, de este modo, Moreira, M. (2000) dice “... *una vez que los significados son productos de aprendizaje significativo no son **borrables***”, cuando las estrategias de cambio conceptual se aplican bien en términos de aprendizaje significativo, lo que se hace es agregar nuevos significados a las ideas ya existentes, sin borrar o reemplazar los significados que ya tenían, por lo que la concepción se vuelve más elaborada en términos de significados agregados a la misma. (Moreira, M., 2000)

Bajo los lineamientos del aprendizaje significativo hay que tener en cuenta los aspectos de motivación para lograr la mejor comprensión de la ciencia y en específico de genética.

### **2.3.2 Motivación**

Para los docentes de EMS, la motivación es uno de los principales obstáculos a los que se enfrentan, por tal causa la motivación es uno de los problemas más graves del aprendizaje en todas las áreas ya que sin motivación no hay aprendizaje escolar. La enseñanza tradicional de la ciencia considera que la motivación es una responsabilidad de los estudiantes, pero esta debe concebirse de forma más compleja, no solo como una causa sino como una consecuencia de la falta de aprendizaje de la ciencia, Pozo, J. y Gómez, M. (2000) hace mención que los estudiantes no aprenden por que no están motivados, pero no están motivados porque no aprenden. La motivación ha dejado de ser una cuestión únicamente de los estudiantes para ser de todos los actores que participan en la educación (profesor-estudiante-institución-sociedad). Existen dos tipos de motivación extrínseca e intrínseca, en la primera, Díaz, P. (1985) establece que el interés de estudiar es externo al conocimiento, el estudiante solo trata de aprender no tanto porque le guste la asignatura sino por las ventajas que esta ofrece, obteniendo así recompensas extrínsecas e individuales lo que da como

resultado que el estudiante mantenga un interés solo en aprobar el ciclo escolar (quiere aprobar más que aprender), la segunda está definida por el hecho de realizar una actividad por el placer y la satisfacción que da el hecho de conocer y aprender obteniendo así logros personales.

Para Pozo, J. y Gómez, M. (2000) en las clases de ciencias lo que se aprende no es percibido por el estudiante como algo de interés o significativo y ese aprendizaje resulta muy efímero y por lo tanto poco eficaz, por lo que hay que generar en los estudiantes (no solo de ciencia) motivación intrínseca, ya que la verdadera motivación por la ciencia es que el estudiante descubra el interés por el conocimiento científico, indagando sobre su naturaleza y busque las respuestas a sus preguntas, por lo que este tipo de motivación lleva al estudiante a esforzarse en comprender lo que estudia y le otorga un significado (aprende y lo integra a su conocimiento) Por lo que surge una pregunta ¿cómo los docentes pueden generar la motivación intrínseca en los estudiantes de EMS en las clases de genética? Para Díaz- Barriga, F. y Hernández, G. (2002) y Pozo, J. y Gómez, M. (2000) se debe considerar que la enseñanza debe partir de los intereses de los estudiantes, para poder motivarlos, buscar la conexión de su mundo cotidiano con la finalidad de trascenderlo e introducirlos en la tarea científica, por lo cual, es importante y fundamental diseñar una enseñanza que genere esas actitudes, motivos y voluntades.

Por lo anterior se han diseñado y propuesto modelos de enseñanza-aprendizaje, bajo el paradigma constructivista, a continuación se describen algunos de los más usados.

## **2.4 Modelos de enseñanza constructivista**

Los modelos de enseñanza son estrategias diseñadas para cumplir metas de enseñanza particulares, los modelos están diseñados para alcanzar objetivos específicos, el empleo de modelos requiere de una capacidad para especificar los resultados precisos del estudiante, así un modelo específico puede ser elegido para alcanzar un objetivo en particular, un modelo de enseñanza, es un proyecto para enseñar, Eggen, P. y Kauchak, D. (2005) dicen “un modelo de enseñanza no puede sustituir a un docente, solo es una herramienta para auxiliar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

### **2.4.1 Descubrimiento**

Una corriente importante es asumir que la mejor manera para que los estudiantes aprendan ciencia es haciendo ciencia y su enseñanza debe basarse en experiencias que les permitan a los estudiantes investigar y reconstruir descubrimientos científicos, este enfoque se basa en el supuesto de que la metodología didáctica más potente es la propia metodología científica, este modelo parte

de la idea que los estudiantes tienen las mismas capacidades intelectuales que los científicos. (Pozo, J. y Gómez, M., 2000)

Bruner, J. (1995) asume que el estudiante en vez de recibir los contenidos de forma pasiva descubre bajo este modelo los conceptos, sus relaciones y los reordena para adaptarlos a su esquema cognitivo. Para Bruner, J. (1995) este tipo de aprendizaje persigue:

- Superar las limitaciones del aprendizaje mecanicista.
- Estimular a los estudiantes para que formulen suposiciones intuitivas que posteriormente intentarán confirmar sistemáticamente.
- Potenciar las estrategias metacognitivas y el aprender a aprender.
- Estimular la autoestima.

Este modelo coloca en primer plano el desarrollo de las destrezas de investigación, la aplicación rigurosa de determinadas estrategias conduce al descubrimiento de la realidad científica, por lo tanto si el estudiante se enfrenta a la naturaleza en la forma en que lo hacen los científicos realizará los mismos descubrimientos. Para Pozo, J. y Gómez, M. (2000) los criterios para seleccionar y organizar los contenidos son exclusivamente disciplinares y en forma de preguntas, la enseñanza y aplicación del método científico es el eje organizador del currículo, esto hace que los estudiantes sean investigadores activos de la naturaleza, las actividades de enseñanza deben semejarse a las actividades de investigación, el método científico es el método de enseñanza, por lo que aprender ciencia y hacer ciencia es lo mismo. La evaluación es más completa y compleja, no solo se tiene que tener en cuenta el conocimiento conceptual alcanzado sino también la forma de alcanzarlo es decir los procedimientos y actitudes de los estudiantes.

Ausubel, D. (1978) señala que se puede aprender conceptos significativamente sin necesidad de ser descubiertos, por lo cual el aprendizaje puede alcanzarse tanto por recepción como por descubrimiento. Un problema es asumir que existe una compatibilidad básica entre la mente de los estudiantes y los científicos, pero la realidad es que los estudiantes no piensan como científicos y el razonamiento científico no es la forma usual en que se resuelven los problemas cotidianos, la motivación y la confianza se alcanza solo si el descubrimiento se realiza con éxito de lo contrario los estudiantes se desmotivan de la ciencia.

#### **2.4.2 Exposición**

Este modelo fue propuesto por Ausubel, D. el cual considera que la enseñanza por exposición es recomendable *si y sólo si*: se parte y se estructura con base en los conocimientos previos de los estudiantes, y se da una organización apropiada al contenido (de lo general a lo

particular o detallado y de lo simple a lo complejo), se le proporciona significatividad lógica y psicológica a la información nueva que se pretende enseñar, se utilizan ciertas estrategias de enseñanza (por ejemplo, organizadores previos), y se garantiza y promueve el esfuerzo cognitivo-constructivo de los estudiantes (Ausubel, D., 1978) Este modelo consiste en un acercamiento progresivo de las ideas de los estudiantes a los conceptos científicos transmitiendo así la estructura conceptual de las disciplinas científicas, los contenidos, las actitudes y los procedimientos quedan relegados a un segundo plano, lo importante es que los estudiantes compartan los significados de la ciencia, los cuales poseen una lógica propia de las que es preciso partir, por lo que hay que conocer sus ideas previas.

La organización del contenido de un material en particular en la mente de un individuo consiste en un estructura jerárquica, por lo que el currículo debe proceder de lo general a lo específico, las actividades de enseñanza deben tender un puente cognitivo entre lo que el estudiante ya sabe y lo que necesita saber antes de aprender significativamente, la evaluación se centra en el conocimiento conceptual y la capacidad de relacionar los conceptos, existen técnicas desarrolladas con el fin de evaluar las representaciones de los estudiantes entre ellas está elaboración de mapas conceptuales (Novak, J. y Gowin, D., 1984) los cuales permiten explicar las relaciones conceptuales de los estudiantes dentro de un marco semántico.

Hernández, F. y Sancho, J. (1993) mencionan que el problema que presenta este modelo es que los profesores no toman en cuenta las recomendaciones que propone Ausubel, D., por lo general, la experiencia de enseñanza expositiva se basa en la presentación de contenidos en forma oral, con escasas posibilidades de explicación alternativa, de retroalimentación y de interacción con los estudiantes, quienes suelen ser receptores pasivos de la información proporcionada, lo cual termina en un aprendizaje superficial y una mala comprensión de los contenidos presentados. Quezada, R. (2006) considera que este es un modelo eficaz para lograr un ajuste progresivo de las concepciones de los estudiantes al conocimiento científico, pero insuficiente para lograr la estructuración de los conceptos en los estudiantes, la eficiencia de la enseñanza expositiva se haya limitada a que los estudiantes dominen la metodología científica.

### **2.4.3 Conflicto cognitivo**

Para Strike K. y Posner, G. (1990) este modelo es una posición intermedia ya que confronta las ideas previas de los estudiantes con situaciones conflictivas para lograr un cambio conceptual, para así sustituirlas con otras teorías más próximas al conocimiento científico, pero tiene que ser el propio estudiante el que tome conciencia de ese conflicto y lo resuelva, los profesores utilizan todos

los recursos disponibles para hacer ver al estudiante la insuficiencia de sus propias concepciones, asume la idea de que es el estudiante el que elabora y construye su propio conocimiento y que debe tomar conciencia de sus limitaciones y resolverlas, las ideas previas ocupan un lugar central, la meta fundamental es sustituir las ideas previas por conocimiento científico, para lograr esa sustitución es necesario hacer que el estudiante perciba sus límites, se sienta insatisfecho y dispuesto adoptar otros modelos más convincentes.

Campanario, J. y Moya, A. (1999) consideran que este modelo se inspira en parte en las concepciones epistemológicas de Lakatos y Kuhn sobre el cambio conceptual en ciencia. Hewson, P. y Beeth, M. (1995) ofrecen una serie de recomendaciones para llevar a cabo el conflicto cognitivo durante las clases:

- Las ideas previas de los estudiantes deben ser parte explícita del debate dentro del aula.
- El estatus de las ideas previas tiene que ser discutido.
- Los estudiantes deben comprender que las nuevas ideas son más útiles y responden mejor a la ciencia.
- El debate en el aula debe girar en torno a la utilidad y consistencia de las nuevas concepciones que se presentan en comparación a sus ideas previas.

Entendido así para ejecutar el modelo de conflicto cognitivo los profesores tienen que contar con un repertorio de técnicas y recursos acorde para detectar las ideas previas, trabajar con ellas e incorporar los conceptos científicos para generar el cambio conceptual.

Los contenidos procedimentales y actitudinales no desempeñan un papel importante en la organización del currículo, la meta es que los estudiantes dominen y comprendan los sistemas conceptuales en los que se basa el conocimiento científico, para lograrlo es preciso producir una revolución conceptual en la mente de los estudiantes. La enseñanza basada en el conflicto cognitivo requiere un cuidadoso diseño de las actividades de enseñanza, que implica también ayudar al estudiante a resolver sus conflictos, ya que solo él debe tomar conciencia mediante la explicación de los errores cometidos por su teoría, se evalúa el grado en que los estudiantes verbalizan los conceptos científicos y como aplican esos conocimientos para resolver problemas en situaciones nuevas, el estudiante solo habrá aprendido ciencia a medida en que aplique las teorías científicas a nuevos contextos y situaciones. (Pozo, J. y Gómez, M., 2000)

Para Carretero, M. y Baillo, M. (1995) una dificultad de este modelo es que las ideas previas de los estudiantes no son desechables o sustituidas sino al contrario pueden afianzarse al no crear un conflicto cognitivo deseable, ya que los estudiantes pueden ser selectivos cuando interpretan los conceptos científicos. Por lo cual, hay evidencias de que existe persistencia de las ideas previas, después de haber sido sometidas de modo sistemático a conflictos cognitivos.

#### 2.4.4 Investigación Dirigida

Para Gill, D. (1994) uno de los mayores problemas de la enseñanza de las ciencias es el abismo que existe entre la situación de enseñanza-aprendizaje y el modelo en que se construye el conocimiento científico la ciencia. Por lo cual, la investigación dirigida asume lograr cambios profundos en la mente de los estudiantes no solo conceptuales sino también metodológicos y actitudinales, es preciso situarles en un contexto de actividad similar al que vive un científico pero bajo la dirección del profesor, este planteamiento es un proceso de construcción social y con ello la forma de llevar esa investigación al aula como guía del trabajo didáctico. La investigación que los estudiantes deben realizar consiste en un laborioso proceso de construcción social de teorías y modelos apoyado no solo en recursos metodológicos sino también en las actitudes que el estudiante tenga, también debe de promover cambios no solo en conceptos sino en procedimientos y actitudes, se asume la hipótesis de incompatibilidad entre el conocimiento cotidiano y el científico, es necesario situar al estudiante en contextos sociales del construcción del conocimiento similares a los que vive un científico.

Gill, D. (1993 y 1994) propone una serie de estrategias para llevar a cabo el modelo de investigación dirigida dentro del salón de clases:

- Se plantean situaciones problemáticas que generan interés en los estudiantes.
- Se trabaja en grupos, realizan investigación bibliográfica, delimitan el problema y ofrecen posibles soluciones al mismo.
- Los problemas se tratan siguiendo una orientación científica, el profesor es el encargado de ofrecer una orientación a los estudiantes.

Según este modelo la enseñanza de la ciencia debe basarse en problemas generados desde el conocimiento disciplinar, por lo tanto, la selección de contenidos se apoya en los conocimientos conceptuales de la ciencia, el currículo se organiza dando sentido a la búsqueda de regularidades y la historia de la ciencia como hilo conductor del análisis de la relaciones en diversos dominios de la ciencia, por lo que desempeña un papel importante el estudio de la historia de la ciencia, asume que el aprendizaje de los contenidos por los estudiantes debe ser igual al propio proceso de construcción científica de esos contenidos. (Pozo, J. y Gómez, M., 2000) Las actividades de enseñanza se apoya en el planteamiento y resolución de problemas por parte del profesor y de los estudiantes, los problemas deben ser reales y que exijan la búsqueda de nuevas respuestas por parte de los estudiantes bajo la supervisión del profesor, por lo que la actividad de enseñan es también la evaluación, se evalúa el trabajo diario de los estudiantes y algo importante es que la evaluación

debe de retroalimentar al estudiante. El problema que plantea este enfoque es su alto nivel de exigencia al profesorado lo que hace difícil su generalización, ya que requiere de un cambio radical en la forma de concebir el currículo de ciencias. Para Campanario, J. y Moya, A. (1999) una de las dificultades se relaciona con la capacidad de investigación de los estudiantes y del propio profesorado, consideran que la metáfora del estudiante como científico es cuestionada por el nivel cognoscitivo y experiencias de los estudiantes.

#### **2.4.5**

#### **Explicación por contrastación y explicación de modelos**

Para Pozo, J. y Gómez, M. (2000) este modelo consiste en que el profesor exponga a sus estudiantes diversos modelos alternativos que deben de contrastar con el fin de comprender las diferencias conceptuales que hay entre ellos y de esta forma los estudiantes sean capaces de integrarlos y relacionarlos metacognitivamente, el estudiante debe reconstruir e integrar los valores, métodos de los sistemas conceptuales producidos por la ciencia con la ayuda pedagógica de su profesor que debe mediante explicaciones hacer comprensibles y contrastables esos conocimientos, este modelo asume la posibilidad de integrar jerárquicamente unas formas de conocimiento en otras, la meta es que el estudiante conozca la existencia de diversos modelos alternativos la exposición y contrastación de modelos le ayudara a comprender mejor los conceptos estudiados.

Glynn S. y Duit, R. (1995) elaboraron una propuesta que integra los diferentes tipos de actividades de enseñanza-aprendizaje en el cual dependiendo de los conceptos que serán revisados se puede optar por descubrimiento, exposición, conflicto cognitivo e investigación dirigida. Los criterios para seleccionar y organizar los contenidos son los propios modelos, es decir la forma en que se representa al conocimiento existente, se trata de profundizar y enriquecer los modelos elaborados por los estudiantes que deben ir integrando no solo cada vez más información sino también otros modelos y perspectivas, en la actividad de enseñanza el profesor debe ejercer en diferentes momentos papeles diversos, ya que debe guiar las indagaciones del estudiante, exponer alternativas, inducir o generar contra argumentos y promover la explicación de los conocimientos, por lo cual la integración de los modelos debe verse reflejado en la evaluación, no se trata de exigir al estudiante que se acerque a un modelo correcto sino de promover la reflexión, el metaconocimiento y el contraste de modelos, los criterios de evaluación deben de fomentar al estudiante la capacidad de explicar, describir y argumentar sobre sus modelos y de los demás. (Pozo,

J. y Gómez, M., 2000). Para Glynn S. y Duit, R. (1995) la dificultad de enseñanza es que los estudiantes no conocen a ciencia cierta cuál es el mejor modelo por lo que se inducen en los estudiantes un escepticismo con respecto a toda forma de ciencia y crea en los estudiantes que en ciencia todo vale.

Todos los modelos de enseñanza antes mencionados parten de la idea de que los estudiantes desempeñen un papel activo en clase, por lo cual ofrecen tareas diversas desde investigar como científicos hasta conocer y aplicar todos los modelos dependiendo de los conceptos, por lo cual son una alternativa al método tradicional.

Los modelos que se revisaron en esta tesis son solo algunos de los que existen para auxiliar el proceso de enseñanza-aprendizaje, esta tesis se fundamenta en uno en especial denominado Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el cual a continuación se describe.

## **2.5**

### **Aprendizaje basado en problemas**

#### **2.5.1**

##### **Antecedentes**

Los orígenes del ABP tienen aproximadamente cuarenta años, durante 1960 y 1970, un grupo de educadores médicos de la Universidad de McMaster (Canadá) reconocieron la necesidad de replantear tanto los contenidos como la forma de enseñar las ciencias básicas en el área de medicina, con la finalidad de conseguir mejor preparación de sus estudiantes, para satisfacer las demandas de la práctica profesional, para estos educadores el perfil de egresados requería habilidades para la solución de problemas, lo cual, incluía la habilidad para adquirir información, sintetizarla en hipótesis y comprobarlas a través de la adquisición de información, ellos denominan a ese proceso como Razonamiento Hipotético Deductivo. (Morales, P. y Landa, V., 2004) en consecuencia, se desarrollo un currículo basado en el aprendizaje en pequeños grupos centrados en el estudiante, por lo que se incorporó en 1971 el ABP, por lo cual, los educadores diseñaron un programa que dividía a los estudiantes en grupos reducidos bajo la supervisión de un tutor. En la década de 1970, la Universidad de Nuevo México, con el apoyo de colegas de McMaster, comenzaron un programa de ABP junto con el programa tradicional existente, el cambio curricular en torno al ABP también se extendió a países de América Latina, actualmente el ABP ha salido del campo de la medicina y se aplica en diversas áreas de ciencias básicas e ingenierías y en diversos niveles educativos. (Martínez, A. *et al.*, 2006 y Torp, L. y Sage, S., 1998)

#### **2.5.2**

##### **Definición**

Martínez, A. *et al.* (2006) mencionan que el modelo de ABP puede considerarse como un paradigma alternativo al magisterial tradicional, en los libros especializados se encuentran varias definiciones del concepto de ABP, los cuales mencionan que es una metodología de aprendizaje, cuyos propósitos fundamentales son facilitar la adquisición del conocimiento, fortalecer o desarrollar habilidades y actitudes. También se hace referencia como un enfoque pedagógico, multi-metodológico y multi-didáctico, encaminado a facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, es una metodología docente, basada en el estudiante como protagonista de su propio aprendizaje, el ABP facilita la adquisición de conocimientos, ayuda al estudiante a crear una actitud favorable para el trabajo en equipo, capacitándole para trabajar con otros acontecimientos, enseña los contenidos de la asignatura asentándose en casos, similares a los que el estudiante vive, ese “realismo” le ayuda a elaborar la información alejándole del aprendizaje teórico y repetitivo. (Molina, J. *et al.*, 2003) En lo que respecta al principio de usar problemas se consideran que son un punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos. Los estudiantes construyen su conocimiento sobre la base de los problemas de la vida real, por lo que se considera también que es una estrategia de enseñanza-aprendizaje en la que tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades y actitudes resultan importantes. (ITESM, 2003)

Mediante el proceso de indagación se resuelven preguntas, curiosidades, dudas e incertidumbres sobre fenómenos complejos de la vida, un problema es cualquier duda, dificultad o incertidumbre que se debe resolver de alguna manera, la indagación por el estudiante es una parte integral para el ABP. Para Barell (1999) y Torp, L. y Sage, S. (1998) el ABP es una experiencia pedagógica (práctica) organizada para investigar y resolver problemas que se presentan complejos en el mundo real, es un organizador del currículo y también una estrategia de enseñanza.

### **2.5.3 Criterios**

El ABP satisface tres criterios importantes que promueven el aprendizaje óptimo en los estudiantes, de acuerdo a Peterson (1997, citado en Sifuentes, M., 2005):

- Proporciona un ambiente idóneo para una actividad práctica.
- El estudiante recibe la guía y el apoyo de sus amigos e iguales, el aprender no es unidireccional (profesor-estudiante), sino multi-direccional, (otros estudiantes, tutores y profesores) el aprendizaje ocurre por las múltiples interacciones dentro del ambiente en el que aprende.

- Aprender es funcional, basado en resolver un problema verdadero, ya que depende de la habilidad de los estudiantes para integrarse en grupos pequeños, ayuda en la identificación y análisis de los problemas para generar soluciones.

Torp, L. y Sage, S. (1998) citan los cuatro criterios de Greenberg; para que se obtenga una buena situación de resolución de problemas como muestra de un enfoque constructivista:

1. Los estudiantes hacen una predicción comprobable
2. Los estudiantes pueden utilizar material disponible o de fácil acceso.
3. La situación misma es lo suficientemente compleja para sustentar enfoques y generar diversas soluciones.
4. El enfoque colaborativo favorece, en lugar de obstaculizar el proceso de resolución del problema.

Los autores amplían esta serie de criterios con uno más:

5. El criterio de relevancia, los estudiantes advierten que hay un vínculo a su vida cotidiana (plantear problemas de relevancia, es un principio rector de la pedagogía constructivista.)

#### **2.5.4 Enfoque**

El enfoque que presenta el ABP, es fomentar la autonomía cognoscitiva, se enseña y se aprende a partir de problemas que tienen significado para los estudiantes, se utiliza el error como una oportunidad más para aprender y no para castigar, se le otorga un valor importante a la auto-evaluación, evaluación formativa cualitativa e individualizada. El ITESM (2003) dice que un aspecto importante es que se promueve en el estudiante una actitud positiva hacia el aprendizaje, se respeta la autonomía del estudiante quien aprende sobre los contenidos y se propicia el trabajo en equipo, busca un desarrollo integral en los estudiantes y conjuga la adquisición de conocimientos, además de habilidades, actitudes y valores.

#### **2.5.5 Bases cognitivas**

Se considera que las premisas teóricas del ABP se encuentra por un lado en el racionalismo que establece que el conocimiento del mundo es en primer lugar producto de la actividad del pensamiento, de tal manera, las descripciones de la realidad son el resultado de estructuras cognitivas lógicas, modelos de procesamiento de la información y de las teorías psicológicas cognitivas plantadas por Jean Piaget, y Lev Vigotski incluidas en el paradigma constructivista. En

lo que respecta a la psicología cognitiva, el ABP se considera un método de instrucción que sigue la tradición racionalista influida por la psicología cognitiva, la cual proporciona una base teórica para el mejoramiento de la instrucción en general y para el ABP en particular, se reconoce como una premisa básica que el aprendizaje es un proceso de construcción del nuevo conocimiento sobre la base del conocimiento previo, de acuerdo con Glaser (1991, citado en Morales, P. y Landa, V., 2004) dice que se pueden establecer tres principios relacionados con el aprendizaje y los procesos cognitivos, los cuales son:

1. El aprendizaje es un proceso constructivo y no repetitivo, sin embargo, una de las características más importantes en la memoria es su estructura asociativa, el conocimiento está estructurado en redes de conceptos relacionados, llamadas redes semánticas, cuando se produce el aprendizaje la nueva información se acopla a las redes existentes, dependiendo de la manera como se realice este proceso, la nueva información puede ser recuperada con menos esfuerzo y utilizada para resolver problemas, reconocer situaciones o guardar información.
2. El proceso cognitivo llamado metacognición afecta el uso del conocimiento. El aprendizaje es más rápido cuando los estudiantes poseen habilidades para el auto-monitoreo, es decir la metacognición, la cual es vista como un elemento esencial del aprendizaje, estableciendo metas (¿qué voy a hacer?), selección de estrategias (¿cómo lo estoy haciendo?) y la evaluación de los logros (¿funcionó?), por lo que se proponen varias estrategias de enseñanza que son útiles para desarrollar la metacognición: motivar a los estudiantes, enfocarlos a la comprensión en vez de la memorización, promover las nuevas ideas, y ayudar a los estudiantes a plantearse preguntas que puedan ellos responder durante la resolución de problemas.
3. Los factores sociales y contextuales tiene influencia en el aprendizaje. La educación debe colocarse en un contexto de situaciones problemáticas complejas y significativas, debe enfocarse en el desarrollo de habilidades metacognitivas el conocimiento y las habilidades deben enseñarse desde diferentes perspectivas y aplicados en situaciones diferentes, la instrucción debe tener lugar en situaciones de aprendizaje colaborativo, de tal manera que los estudiantes puedan confrontar entre ellos sus conocimientos y planteamientos, estas estrategias se basan en dos modelos de aprendizajes contextualizados, los factores sociales tienen influencia sobre el aprendizaje del individuo, a lo largo del proceso de adopción el ABP en distintas especialidades e instrucciones se ha logrado identificar el efecto que se produce en el aprendizaje entre los más importantes:

- Facilita la comprensión de los nuevos conocimientos, lo que resulta indispensable para lograr aprendizajes significativos.
- Promueve la disposición afectiva y la motivación intrínseca de los estudiantes, indispensable para lograr aprendizajes significativos.
- Provoca conflictos cognitivos en los estudiantes.
- El aprendizaje resulta fundamentalmente en la colaboración y cooperación.
- Permite la actualización de la zona de desarrollo próximo de los estudiantes.

Schmidt (1983, citado en Sifuentes, M., 2005) Considera que existen varios principios que rigen el aprendizaje cognitivo en el ABP, el aprendizaje previo de las personas es muy importante ya que determina la naturaleza y significado con que es procesada la nueva información, la viabilidad y relevancia de las ideas previas es necesaria pero no suficiente para lograr la comprensión de la nueva información, por lo que es necesario que las ideas previas se activen en relación con el contexto donde se inicia el estudio, el conocimiento está estructurado, en el sentido que se organiza la memoria, consiste en proposiciones que están estructuradas en redes semánticas, las cuales pueden estar constituidas por un gran número de conceptos y sus interrelaciones, el grabado de la información en la memoria y su recuperación puede ser mejorado durante el aprendizaje si se elabora el material en asociación, es decir, si se establece una relación activa entre los dos elementos de un par de conceptos, el mismo autor considera que la habilidad para activar las ideas previas en la memoria a largo plazo y hacer viable su uso depende del contexto, es decir, de la información que se desea aprender, para así lograr un aprendizaje motivado.

Martínez, A. *et al.* (2006) mencionan que el ABP es una aproximación para el aprendizaje y la instrucción que tiene los siguientes efectos cognitivos en el aprendizaje de los estudiantes:

- Activación y utilización del conocimiento previo pertinente.
- Reestructuración del conocimiento y construcción de redes semánticas apropiadas.
- Aprendizaje en contexto.
- Estimulación de curiosidad.

Por otro lado, en lo que respecta a la teoría de procesamiento de la información, Torp, L. y Sage, S. (1998) afirman que el ABP se sustenta en las ideas centrales de esta teoría, las cuales sostienen que durante la situación de aprendizaje se:

- Activa las ideas previas, con lo cual facilita el nuevo aprendizaje.
- Imita las maneras para transferir ese conocimiento a las situaciones del mundo real.

- Aumenta la probabilidad de que el estudiante recuerde y seleccione lo que está almacenado en su memoria.

Para su aplicación en el paradigma constructivista el ABP considera:

- Plantear el aprendizaje alrededor de tareas más amplias o problemas relevantes para los estudiantes.
- Estructurar el aprendizaje alrededor de conceptos disciplinarios.
- Apoyar el trabajo de los estudiantes en un ambiente complejo y genuino.
- Tratar de que el estudiante exprese su punto de vista y vocabulario.
- Evaluar el aprendizaje del estudiante en el contexto de la enseñanza e incorporar la auto-evaluación.
- Alentar y desafiar el pensamiento de los estudiantes mediante una preparación cognitiva
- Promover los grupos colaborativos para que los estudiantes puedan poner a prueba sus ideas contra opiniones alternativas.
- Impulsar el uso de diferentes fuentes de información.

### 2.5.6

#### **Función del tutor y del estudiante**

La función del tutor y del estudiante en el ABP poco tiene que ver con los roles tradicionales, Martínez, A. *et al.* (2006) consideran que la función primordial del tutor es preservar el balance de la participación de los diferentes miembros del grupo, por lo cual, la habilidad tutorial es un requisito indispensable para el buen funcionamiento grupal. Para Molina, J. *et al.* (2003) un tutor debe tener la habilidad de conocer los pasos necesarios para promover el ABP y por lo tanto, habilidades, actitudes y valores, así como contar con el conocimiento de la materia y conocer los objetivos de aprendizaje de la asignatura, conocer, dominar diferentes estrategias y técnicas de trabajo, evolución grupal, así como el conocimiento de la correcta realización de la evaluación grupal e individual, contar con la integración de conclusiones de trabajo de los estudiantes, así como la aportación de los distintos puntos de vista para estimular la reflexión grupal y personal, para la aplicación de preguntas que estimulen y reten a los estudiantes de manera apropiada, motivándoles a la búsqueda de información y a la obtención de una adecuada manera de trabajo y organización grupal, también se requiere de una habilidad para promover la utilización del pensamiento crítico de la resolución de problemas, así como en la identificación, evolución, desarrollo y organización de las ideas previas de los estudiantes que tienen acerca de la materia, así

como estimular y dinamizar al grupo de manera efectiva, evitar exponer lecturas magistrales al grupo, habilidad para la evaluación del proceso de aprendizaje y comportamiento del grupo y de cada uno de sus componentes, realización en el grupo de una metodología de crítica constructiva, en la que predomine el aprendizaje positivo y que capacidades de los estudiantes deben ser mejoradas y cerciorarse que los conocimientos que se han adquirido son los adecuados a la luz de los objetivos propuestos.

Gómez, J. *et al.* (2004) amplía estas habilidades con la destreza para apoyar en el establecimiento de metas y de un plan de trabajo que incluya la organización y un papel de evaluación para promover el aprendizaje individual. La intervención del tutor sirve de estímulo para que los estudiantes estudien independientemente. En el ABP el tutor asesora de manera indirecta, los estudiantes visualizan al tutor como un guía ya que les ayuda a reflexionar sobre los conceptos y cuando el grupo no avanza el tutor interviene para que puedan progresar, el tutor es una pieza fundamental en el aprendizaje ya que debe estar capacitado para ejercer tareas de grupo. Martínez, A. *et al.* (2006) mencionan que la función central del tutor es actuar como un facilitador metacognitivo, debe actuar como catalizador y ser capaz de estimular y provocar un debate en el grupo, formulando preguntas que no sean directas, desafiando el pensamiento y cuestionando los argumentos, las preguntas metacognitivas del tutor sirven para que el estudiante las haga propias durante el proceso, de esa manera se avanzará al razonamiento de alto nivel.

Paul, R. y Elder, L. (1996 a y b) desarrolló una taxonomía de preguntas de tipo socrático<sup>1</sup>, las cuales se complementan entre sí, ya que la respuesta a una pregunta puede conllevar a otra categoría, por lo que la función del tutor consiste en mantener una plática con preguntas y respuestas sin que esto signifique un examen de tipo oral.

Categoría de preguntas metacognitivas de tipo socrático del tutor: según Paul, R. y Elder, L. (1996 a y b)

- Aclaración de situaciones.
- Examen de ideas hipotéticas.
- Examen de ideas y evidencias.
- Aclaración de puntos de vista o enfoques.
- Análisis de implicaciones o consecuencias.
- Aclaración de preguntas.

---

<sup>1</sup> Las preguntas de tipo socrático están basadas en el método socrático. El diccionario de filosofía de Mario Bunge (2005: 142) define a este método como “enseñar ‘por medio de preguntas y analizar en lugar de suministrar información ”

Simultáneamente los estudiantes actúan como responsables de su propio aprendizaje, por lo que desarrollan la habilidad para el aprendizaje independiente y auto-dirigido, en el ABP el tutor es un facilitador de información es una guía ya que el proceso de aprendizaje es responsabilidad del estudiantes.

Molina, J. *et al.* (2003) dice “... *el tutor es el guía del estudiante en su proceso de aprendizaje, es el más cercano al estudiante y el que facilita el aprendizaje y conoce la evolución del grupo y del estudiante, el tutor evalúa los aspectos actitudinales y de habilidad de cada estudiante y del grupo*”. Por lo que uno de los aspectos fundamentales del tutor es convertirse en un activo diseñador del currículo y un facilitador del aprendizaje, el reto para el tutor es seleccionar y estructura los problemas de modo que ayuden a cubrir los objetivos curriculares ejemplificando el mundo real.

Gómez, J. *et al.* (2004) considera que las características del tutor deben ser las siguientes:

- Tener amplio conocimiento de su disciplina y comprender a fondo los propósitos fundamentales del programa de estudio.
- Conocer el rol que se desempeña en el ABP.
- Profundizar en los diferentes métodos y estrategias para evaluar los aprendizajes en los estudiantes.
- Dominar las características del trabajo grupal y en especial del ABP.
- Estar convencido de que el ABP es el método más adecuado para la adquisición de información y para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico.
- Aceptar al estudiante como el principal responsable de su propia formación.

El mismo autor menciona que el papel del tutor dentro del trabajo de equipo debe:

- Disponer de tiempo para los estudiantes durante los periodos de trabajo.
- Considerar que los estudiantes requieren asesorías individuales.
- Llevar a cabo las evaluaciones individuales y de equipo.
- Coordinar el trabajo de retroalimentación de los estudiantes a lo largo del curso.

Por otro lado, Quezada, M. (1998) considera que el papel que juega el tutor depende de la modalidad de enseñanza-aprendizaje, y conlleva a realizar las siguientes actividades:

- Crear un clima de confianza y de apoyo mutuo.
- Detener a los estudiantes en los puntos críticos y plantearles preguntas para probar su comprensión de conceptos y principios.
- Resumir lo que el grupo sabe y lo que no sabe.
- Precisar hipótesis.

- Señalar tareas deficientes que los estudiantes no pueden percibir por su falta de información.
- Moderar la participación de los estudiantes.
- Fomentar que se toleren los silencios en el grupo durante los cuales los estudiantes organizan su pensamiento y buscan más datos.
- Promover la discusión de los tópicos importantes.
- Identificar las ideas previas de los estudiantes.
- Adecuarse al ritmo y procesos del grupo, en lugar de presionar para que el grupo se adapte a él.

Sánchez-Sosa, J. *et al.* (1978) mencionan que el perfil de un buen tutor es incluir conocimiento de la materia, facilidad para explicar con claridad, facilidad para identificar y retroalimentar a los estudiantes que hicieron un buen esfuerzo, actitud amistosa y accesible, se observan tres cualidades fundamentales de los tutores:

- Disposición y empatía para que los estudiantes se orienten e involucren en la dirección correcta.
- Amplio conocimiento el tema.
- Habilidad para expresarse en un lenguaje comprensible.

El estudiante por su parte es la figura central de este método, por lo cual es el centro del aprendizaje, su rol comienza en el mismo momento en que se le entrega el caso y solo lo concluye en el momento de realizar una evaluación personal es decir hasta el momento en que es consciente de sus resultados individuales y grupales. El estudiante debe participar de forma libre y abierta, las funciones de forma individual son aprender a identificar pistas, formularse preguntas que estén dentro del texto así como la elaboración de sus respectivas hipótesis e identificar las áreas u objetivos de aprendizaje, siempre con la guía del tutor, dentro del salón de clases es importante que los estudiantes aprendan a dar y recibir comentarios de forma constructiva para ayudar a generar un ambiente de respeto hacia las diferentes posturas y puntos de vista, esto es a lo que Vilca, V. (2006) llama **ambiente motivador** ya que en la medida de que los estudiantes pierdan el miedo a expresar sus opiniones o preguntas en frente del grupo se avanzará en el desarrollo de la motivación intrínseca, favoreciendo el desarrollo de pensamiento crítico.

Para lograr los objetivos de aprendizaje los estudiantes tiene que tener la capacidad para realizar un consenso entre ellos de cuál será la forma más adecuada para obtener la información y con cuanto tiempo cuentan. Neri, V. (2005) considera que el trabajo en equipos es importante

porque desarrolla habilidades de comunicación, respeto y delimitaciones de tiempos, para Sierra, L. (2005) esta forma de trabajo genera y desarrolla responsabilidad de forma individual y de equipo ayudando así al crecimiento personal del individuo dentro de una sociedad. En lo que respecta a la búsqueda e integración de nueva información los estudiantes no solo requieren de material bibliográfico sino también de otras fuentes como son videográfico, internet, o incluso fuentes personales, el ITESM (2000) considera que buscar nuevas fuentes de información genera en los estudiantes pensamiento y actitud crítica ante la información.

Durante la presentación de la información dentro del salón de clases los estudiantes hablan acerca de sus resultados de forma integrada, después se realiza la evaluación personal y de equipo, en la cual se evalúa la forma en que llegaron a la información si esta fue precisa, si las fuentes de información fueron las más adecuadas para resolver el problema y si su forma de trabajar tanto individual como en equipo fue idóneo, para Savery, J. y Duffy, T. (1995) esta es la mejor forma de aprender ya que no solo aprendes y memorizas conceptos sino también modos de llegar a ellos, lo cual es un aprendizaje para toda la vida y ayuda al desarrollo de la metacognición, por lo cual en los siguientes casos el estudiante comienza hacer consciente de su forma individual de trabajar y aprender por lo que va mejorando su proceso de desarrollo humano.

## 2.5.

### 7

#### **Elaboración de casos**

Un caso es una tarea que de entrada no tiene solución evidente y exige una investigación, es una situación nueva, cuya respuesta está más allá de lo que ya se conoce y por lo tanto exige utilizar estrategias de búsqueda de información. Bunge, M. (2005) considera que un caso es un hueco en el conocimiento digno de ser llenado y es toda dificultad que no puede superarse automáticamente sino que requiere la puesta en marcha de actividades orientadas hacia su resolución. El caso se considera científico cuando debe considerar teorías y conceptos de la ciencia y se estudia mediante métodos científicos con el objetivo primario de incrementar los conocimientos. Siendo así, el objetivo primario de la resolución de problemas es incrementar los conocimientos y estos pueden estar relacionados con tres ámbitos intelectuales:

- Conceptos: con el fin de reforzar y profundizar en la teoría.
- Procedimientos: para desarrollar actividades intelectuales (técnicas, destrezas, comprensión y utilización de metodologías)

- Actitudes: dirigidos a fomentar la detección de cuestiones problemáticas en su relación ciencia-tecnología-sociedad.

A partir de estos ámbitos Caballer, J. y Oñorbe, A. (1997) clasifican los casos en tres apartados:

- Casos cuestiones. Van dirigidos a la adquisición de conocimientos conceptuales, su principal función es de refuerzo y aplicación de teorías.
- Casos ejercicios. Son destinados al aprendizaje de modelos concretos de resolución de técnicas, su enseñanza se centra en problemas tipo o parte de estos.
- Casos investigaciones. Para la adquisición de conocimientos procedimentales y de actitudes hacia la ciencia y sus métodos de trabajo. Su enseñanza se base en la utilización de una metodología de investigación aplicable a diversos problemas.

En el caso de la metodología del ABP los casos deben conectar ciertas acciones, se deben de precisar experiencias de aprendizaje integrales reflejadas en los problemas, que evoquen en los estudiantes estructuras mentales lógicas de análisis y ejecución de tal manera que el estudiante no solo aprenda contenidos sino también habilidades y actitudes hacia las distintas aéreas del conocimiento. (Sifuentes, M., 2005) En ABP los estudiantes trabajan en la solución de un caso, el cual constituye un problema, Espíndola (1996, citado en Sifuentes, M., 2005) considera para la elaboración del caso tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Análisis de las necesidades cognoscitivas del currículo y del claro establecimiento de los propósitos educativos.
- Inclusión de enfoques y estrategias que respondan a dichas necesidades y propósitos.
- Incorporación de procedimientos y actividades cognoscitivas que respondan a dichas necesidades.
- Selección de materiales para cubrir dichos procesos. (cuestionarios, lecturas, imágenes)

Schmidt (1983, citado en Sifuentes, M., 2005) considera para el éxito del ABP que el caso reúna las siguientes características:

- Activar las ideas previas de los estudiantes: es necesario hacer un planteamiento neutro del caso, ser concreto e incluir información necesaria para tener un grado de dificultad (de acuerdo al nivel de los estudiantes)
- Ser específico: el caso debe tener similitud con hechos reales.
- Propiciar en los estudiantes la elaboración o reestructuración de su conocimiento, para ello es importante fomentar el análisis, elaboración de hipótesis, revisión de argumentos y discusión de los argumentos.

Para Savery, J. y Duffy, T. (1995) hay dos guías para el desarrollo de casos; primero el problema debe contener conceptos y principios relevantes al dominio del contenido que debe aprender en función de los objetivos del programa, segundo, los casos deben ser reales y familiares, pues es así como se adquiere interés para solucionarlo. Duch, B. (1996) propone cinco características que deben tomarse en cuenta al elaborar casos en ABP:

- a) El diseño del caso debe comprometer el interés del estudiante y motivarlos a examinar de manera profunda los conceptos y objetivos que se quieren aprender, el caso debe estar en relación con los objetivos del curso y con problemas o situaciones de la vida diaria para que los estudiantes encuentren mayor sentido en el trabajo que realizan.
- b) Los casos deben de llevar a los estudiantes a tomar decisiones o hacer juicios basados en hechos, información lógica y fundamentada. Están obligados a justificar sus decisiones y razonamiento en los objetivos de aprendizaje del curso los problemas o las situaciones deben requerir que los estudiantes definan que suposiciones son necesarias y porque, así como considerar que información es relevante y que pasos o procedimientos son necesarios con el propósito de resolver el caso.
- c) La cooperación de todos los integrantes del grupo de trabajo es necesaria para poder abordar el caso de manera eficiente. La longitud y complejidad debe ser administrada por el tutor de tal modo que los estudiantes no se dividan el trabajo y cada uno no se ocupe únicamente de su parte.
- d) Las preguntas de inicio del caso deben tener alguna de las siguientes características de tal modo que todos los estudiantes se interesen y entren a la discusión del tema:
  - Preguntas abiertas, es decir que no se limiten a una respuesta.
  - Ligadas a un aprendizaje previo, dentro de un marco de conocimientos específicos.
  - Temas de controversia que despierten diversas opiniones.
- e) El contenido de los objetivos del curso debe ser incorporado en el diseño de los casos, conectando el conocimiento anterior a nuevos conceptos y ligando estos a conceptos de otros cursos o disciplinas.

Duch, B. (2001) sugiere cinco pasos que hay que tener en cuenta al momento de escribir casos de ABP, los cuales son:

1. Buscar una idea central o concepto en el cual se va a resolver el caso y realizar una lista con los objetivos de aprendizaje que los estudiantes deben conocer cuando ellos trabajen en el caso.

2. Pensar en ejemplos del mundo real o en un tema de actualidad que pueda ser desarrollado en forma de texto, estos temas se pueden revisar en revistas, temas de película, periódicos, televisión, noticiarios, libros de texto, ejemplos personales, entre otros.
3. El caso necesita ser introducido y revisado de tal forma que los estudiantes puedan ser capaces de identificar el problema y los conceptos implicados.
4. Es necesario escribir una guía detallada para el tutor para implementar los casos en un curso.
5. El paso final es identificar diversas fuentes de información para los estudiantes, ya que los estudiantes necesitan aprender a identificar y utilizar diversos medios informativos.

Duch, B. (1996) propone tres niveles de casos de ABP con base en el nivel cognitivo de Bloom<sup>2</sup>:

- Nivel 1. Es un caso que se ubica en el nivel de comprensión de Bloom, el cual es generalmente confinado a concepto de un tema y la información es proporcionada dentro del caso.
- Nivel 2. Es un caso que se cuenta como una historia del mundo real. Esto da más motivación a los estudiantes y eventualmente pueden hacer o tomar decisiones acerca del caso. En los niveles de Bloom se ubica en la comprensión o aplicación.
- Nivel tres. Este es un buen ejemplo de caso de ABP, ya que se ubica en el nivel de análisis, síntesis, o evaluación de Bloom. Este caso es acerca del mundo real, no está disponible toda la información, los estudiantes tienen que investigar, descubrir y encontrar nueva información; promueve juicios y decisiones sobre la información obtenida y sobre todo se pueden obtener varias respuestas validas.

A continuación se describen los lineamientos para la elaboración de casos

Estructura de un caso: tomado de Martínez, A. *et al.* (2006).

Material para el estudiante:

- a) Descripción del caso (texto)
- b) Identificación de las pistas, hechos o datos orientadores.
- c) Análisis y definición del(os) problema(s).
- d) Formulación de hipótesis o explicaciones.
- e) Toma de decisiones (opcional)
- f) Identificación de áreas u objetivos de aprendizaje.

<sup>2</sup> Desde 1948, un grupo de educadores asumió la tarea de clasificar metas y objetivos educativos. Ellos se propusieron desarrollar un sistema de clasificación para tres dominios: El cognitivo, el afectivo y el psicomotor. El trabajo sobre el dominio cognitivo fue terminado en 1956 y es normalmente denominado como *Bloom's Taxonomy of the Cognitive Domain*.

- g) Fuentes de información

Material para el tutor

- a) Introducción al caso.
- b) Texto (caso).
- c) Pistas, hechos y datos orientadores.
- d) Planteamiento de los problemas.
- e) Hipótesis o explicaciones.
- f) Toma de decisiones (opcional)
- g) Aéreas u objetivos de aprendizaje de las disciplinas involucradas.
- h) Preguntas de estímulo.
- i) Fuentes de información.

El caso se elabora según la estructura anterior para la sección del tutor, teniendo en cuenta que al analizar el caso los estudiantes deberán realizar los mismos pasos por lo que la información deberá coincidir.

### **2.5.8 Validación de casos**

Es importante que en el ABP la solución del caso, logre su entendimiento ya que si está mal elaborado no tendrá relevancia para el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que la validación es un elemento indispensable que permite al tutor valorar la calidad de las construcciones del problema, en tanto acerca a los estudiantes al logro de los objetivos de aprendizaje. Después de elaborar los casos deben ser revisados por expertos para que ellos los validen, a este proceso se llama *Sistema de revisión por expertos (peer review)* y consiste en que normalmente dos o más revisores leen y analizan el caso, para determinar tanto la validez del texto como los objetivos de aprendizaje, así como su impacto en el proceso de enseñanza aprendizaje. (Campanario, J., 2002)

En este sentido la validación se realiza para determinar si el problema es preciso, si el texto es comprensible, si estimula la discusión en grupo, si estimula el aprendizaje significativo y cumple con los objetivos de aprendizaje para lo cual fue realizado. Washington, E. *et al.* (1999) describen los métodos empleados para la validación de casos para lograr su eficiencia:

- Durante el desarrollo del caso la validación por pares, las fallas en el texto y los cambios sugeridos son anotados, el texto es revisado y actualizado antes de su implementación. En esta valoración se recomienda tomar en cuenta:
  - a) Que contenga problemas comunes.
  - b) Presentación de situaciones reales.

- c) Estructura lógica y fluida.
- d) Su complejidad debe comprender al nivel cognoscitivo de los estudiantes a los cuales va a ser aplicado.
- e) Estimular a los estudiantes a la solución del caso.
- f) Los temas de estudio deben ser identificados con cierta claridad, sin ser evidentes.
- g) No le sobren ni falten temas de estudio.
- Posteriormente el caso puede ser presentado a los estudiantes para los cuales fue realizado, lo cual permite verificar las reacciones de los estudiantes hacia el caso.
- Después de la presentación del caso los estudiantes contestan una evaluación hacia el caso de ABP, (retroalimentación de los casos) la cual puede ser de forma individual o por equipos de trabajo, las preguntas son en relación a la claridad y redacción del caso. Un ejemplo de las preguntas que se pueden utilizar son: ¿las oraciones son claras? , ¿la redacción es clara?, ¿existen oraciones distractoras?, ¿existen oraciones facilitadoras?
- Por último, los casos ya retroalimentados por los estudiantes se regresan a los expertos para una última revisión y considerar los comentarios que los estudiantes realizaron a los casos y decidir si son cambiados o no.

### **2.5.9 Evaluación**

Utilizar el método del ABP implica tomar la responsabilidad de mejorar las formas de evaluación que se han utilizado, en este método, los tutores buscan diferentes alternativas de evaluación que además de evaluar sean un instrumento más del proceso de aprendizaje de los estudiantes. Gómez, J. *et al.* (2004) estipula “...si se usan instrumentos de evaluación de manera tradicional, cuando los estudiantes han experimentado esta experiencia de aprendizaje, lo único que lograremos en ellos son sentimientos de frustración.” Martínez, A. *et al.* (2006) consideran que para que la evaluación en el ABP resulte apropiada es necesario considerar los fundamentos de la metodología y las características específicas de cómo se está desarrollando la institución, por lo que es necesario conocer los objetivos generales del ABP, los cuales son:

En relación con los contenidos de aprendizaje que:

- Los estudiantes desarrollen conocimientos específicos de diversas áreas.
- Los estudiantes integren y apliquen los conocimientos adquiridos.
- 1. En relación con el proceso que:
  - Los estudiantes desarrollen habilidades para el aprendizaje independiente y de comunicación.

- Los estudiantes adquieran y desarrollen habilidades necesarias para solucionar problemas.
- Los estudiantes aprendan a trabajar en equipo.

Los mismos autores sostienen que los objetivos del plan de estudio determinan qué y cómo se deberá evaluar. Por lo han establecido algunos principios de evaluación de los estudiantes:

- Congruencia entre evaluación y métodos de enseñanza.
- Evaluación inclusiva (de todos los miembros que intervengan en el proceso)
- Evaluación continua (antes, durante y después del proceso)
- Evaluación formativa y sumativa
- Diferenciación entre el papel del profesor y el de evaluación.
- Confiabilidad y validez de los instrumentos de evaluación.

Morales, P. y Landa, V. (2004) el ABP genera un sin número de actividades que pueden ser evaluadas entre ellas: el trabajo de cada individuo, la presentación del equipo, el reporte escrito del grupo, los conocimientos adquiridos, es importante que el tutor al mismo tiempo que proporciona el problema, debe indicar cuáles serán los criterios de evaluación, (es importante considerarlos con anticipación en el momento de planificar la evaluación) por lo cual, las siguientes son acciones susceptibles de evaluación:

- Aporte individual

Es el trabajo, en forma de reporte, ensayo que un estudiante genera como productos de sus actividades para la solución del problema y como parte de un equipo, puede ser el análisis o síntesis de cierta información, la obtención de datos experimentales o algún otro producto que demuestre su trabajo individual.

- Aporte en equipo

Es semejante al trabajo o aporte individual, pero ahora como resultado del trabajo conjunto.

- Evaluación del compañero (co-evaluación)

Es la evaluación que hace un estudiante a sus compañeros con base en una tabla de características y nivel de desempeño.

- Autoevaluación

Evaluación que hace el estudiante sobre sí mismo con base en una reflexión de lo que se aprendió y sus contrastes con los objetivos del problema o curso.

Para Martínez, A. *et al.* (2006) los fines que debe perseguir la evaluación son:

1. Para el estudiante

Ayudarle a alcanzar sus objetivos personales, ayudarle para que conozca sus cualidades y establecer el ejercicio de auto evaluación, manifestarle sus deficiencias y proporcionarle medios para corregirlas.

2. Para la escuela

Ayudarle a cumplir con sus responsabilidades sociales, normativas y formativas.

3. Para el plan de estudio

Permite analizar los resultados de sus objetivos, para realizar los ajustes necesarios

4. Para el tutor

Existen instrumentos que son utilizados para realizar las evaluaciones, las opciones de los instrumentos que pueden resultar más útiles o más adecuados en determinada situación o institución, en términos generales las características de cualquier instrumento de evaluación:

- Validez o grado de precisión con el que la prueba utilizada mide verdaderamente aquello para lo que se diseño como instrumento de medida.
- Confiabilidad que es la regularidad o constancia con la que una prueba mide una variable dada a repetir la prueba, es decir, si es reproducible.
- Objetividad o grado de concordancia entre los juicios aportados por examinadores independientes y competentes acerca de lo que constituye una buena respuesta para cada uno de los electos de un instrumento de medida.
- Viabilidad que se refiere a una prueba que puede utilizarse en las condiciones habituales.

El ITESM (2003) y Gómez, J. *et al.* (2004) reportan que es deseable que la evaluación cubra las siguientes situaciones:

1. Según los resultados del aprendizaje de contenidos.

- De acuerdo al conocimiento que el estudiante aporta al proceso de razonamiento grupal.
- De acuerdo a las intenciones personales del alumno con los demás miembros del grupo.

La evaluación debe retroalimentar al estudiante, debe hacerse de manera regular y es una responsabilidad del tutor, no debe tener un sentido positivo o negativo, más bien debe tener un propósito descriptivo, identificado y aprovechando todas las áreas de mejora posibles.

**2.5.10**

**Ventajas, desventajas y limitaciones**

Quezada, M. (1998) menciona las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas

- Los conocimientos se integran y no quedan fragmentados.

- Fomenta la autoformación permanente y el aprendizaje autodirigido.
- Desarrolla habilidades propias del ejercicio profesional y de la toma de decisiones.
- Permite la adquisición de conocimientos en el contexto social.
- Permite la asimilación de ejemplos que se usan como modelos para resolver problemas similares.
- Permite el aprendizaje de la búsqueda de información actualizada.

#### Desventajas

- Los estudiantes resienten al principio la falta de precisión, estructura en el contenido y materiales.
- Al trabajar en equipos el estudiante al principio se hace dependiente del grupo.
- La organización del grupo consume mucho tiempo.
- Requiere de la participación de profesores expertos en tutorías.

#### Limitaciones

El ITESM (2003) establece las limitaciones del ABP:

- Es una tarea difícil: iniciar el trabajo con el ABP no es algo que puede hacerse con facilidad o rápidamente, tanto estudiante como maestros deben cambiar su perspectiva de aprendizaje, asumir responsabilidades y realizar acciones que no son comunes en un ambiente de aprendizaje convencional.
- Modificación curricular: al trabajar con el ABP, los contenidos de aprendizaje pueden abordarse de forma distinta, desde muchos ángulos, con mayor profundidad, desde diferentes disciplinas, por lo que existe la necesidad de hacer un análisis de las relaciones de los contenidos de los diferentes cursos, lo anterior evitará que se presenten duplicaciones en los contenidos de distintas materias.
- Se requiere de más tiempo: en el ABP no es posible transferir información de manera rápida como en métodos convencionales, al trabajar con el ABP existe mayor necesidad de tiempo por parte de los estudiantes para lograr los aprendizajes, también se requiere mas tiempo por parte de los profesores para preparar los problemas y atender a los estudiantes en asesorías y retroalimentación, el ABP no puede ser considerado como un método rápido y al menos ese no es uno de sus objetivos.
- El ABP es más costoso: en la medida que requiere mayor capacitación y tiempo para lograr los objetivos de aprendizaje, si se trabaja bajo el esquema ortodoxo<sup>3</sup> de ABP, es decir solo trabajar con grupos de seis a ocho alumnos con la asesoría del tutor, definitivamente es un

---

<sup>3</sup>En el sistema ortodoxo se trabaja en grupos pequeños y todo el sistema del ABP se sigue rigurosamente.

método costoso, el ABP como técnica didáctica, se está considerando el trabajo en grupos de hasta 40 alumnos para luego conformarlos en pequeños grupos

- Los profesores carecen de la habilidad de facilitador de conocimiento: la mayor parte de los profesores no tienen la capacitación para trabajar con grupos de estudiantes, la inercia hacia continuar siendo en centro de las clases y exponer información es fuerte, el área de mayor dificultad para los profesores se observa en un deficiente dominio sobre los fenómenos de integración grupal. Por lo que existe resistencia al cambio.

### 3.

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En México, durante el siglo XX y en específico a partir de la década del cuarenta, la educación nacional se distingue por contener aspectos de filosofías neopragmatistas y neopositivistas, (llamada enseñanza tradicional) las cuales, respondieron a las necesidades urgentes para el desarrollo educativo del país; a pesar de las reformas que se han realizado cada sexenio en el ámbito de la pedagogía y la didáctica surge una pregunta: ¿por qué nuestros estudiantes siguen aprendiendo prácticamente de la misma manera que aprendían los estudiantes de la época posrevolucionaria? (Cueli, J. *et al.*, 1990)

En EMS, genética se considera un organizador previo del currículo de ciencias biológicas y de la salud. Los profesores presentan dificultades durante el proceso de enseñanza y esto se refleja en el aprendizaje de los estudiantes, por lo cual presentan una serie de dificultades para la integración y aplicación de los nuevos conocimientos, una de las causas se debe a que los profesores dentro de su práctica educativa no presentan metodologías activas, tratan al estudiante de manera pasiva y la relación profesor-estudiante es unidireccional, se considera al estudiante como un receptor de conocimientos, y además no toman en cuenta las ideas previas que los estudiantes ya poseen.

Por lo cual, es importante que se propongan y pongan en práctica nuevas estrategias que auxilien el proceso de enseñanza-aprendizaje, que consideren a los estudiantes como personas activas y que la relación profesor-estudiante, estudiante-estudiante, sea multidireccional.

Una de las estrategias de enseñanza-aprendizaje que se proponen en esta tesis es el método denominado Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), para abordar los tópicos de genética que se revisan en Educación Media Superior, para que los docentes de este nivel educativo consideren al ABP como una alternativa viable que los auxilie en su quehacer docente.

Para el caso específico de utilizar el método de ABP como una metodología activa, primero hay que elaborar y validar casos, para el área específica de genética no existen casos elaborados y validados para los tópicos de: ADN y ARN, cromosoma de procarionte y eucarionte desde la perspectiva de la diversidad genética; relaciones alélicas y relaciones no alélicas como fuentes de expresión genética, variación; mutación, recombinación genética y flujo génico como fuentes de variación genética; los cuales son impartidos en la asignatura de Biología V en la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y Biología III en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH)

### **3.1 Objetivo general**

Elaboración y validación de casos con base en la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas utilizando los tópicos de: ADN y ARN, cromosoma de procarionte y eucarionte desde la perspectiva de la diversidad genética; relaciones alélicas y relaciones no alélicas como fuentes de expresión genética, variación; mutación, recombinación genética y flujo génico como fuentes de variación genética; en Educación Media Superior.

### **3.2 Objetivos específicos**

- Elaborar los casos de los tópicos de genética seleccionados para los programas de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH)
- Validar el contenido de los casos por expertos.
- Aplicar los casos a un grupo de estudiantes de EMS que estén cursando biología III en el CCH.
- Detectar las ideas previas que los estudiantes poseen en los temas seleccionados, por el método de ABP.

### **3.3 Justificación**

El tema de fuentes de variación genética es un punto central, en el último año de EMS, en general, es en este periodo cuando se profundiza en los tópicos de ADN, ARN, cromosoma procarionte y eucarionte, relaciones alélicas y no alélicas, mutación, recombinación genética y flujo génico, estos temas son importantes para la formación de estudiantes que desean acceder a una licenciatura de ciencias biológicas

Los nuevos modelos de enseñanza han modificado la forma de ver al estudiante, en especial, el método llamado ABP, en los últimos treinta años el ABP ha sido adoptado por escuelas de medicina en todo el mundo, más recientemente ha sido aplicado en una diversidad de escuelas profesionales y existe un interés en su incorporación en EMS, en general su aplicación se ha incrementado día con día. (Morales, P. y Landa, V., 2004) Este proyecto tiene cuatro propósitos fundamentales:

- 1) Elaborar casos con base en el método de ABP, para los tópicos de: ADN y ARN, cromosoma de procarionte y eucarionte desde la perspectiva de la diversidad genética; relaciones alélicas y relaciones no alélicas como fuentes de expresión genética y variación; mutación, recombinación genética y flujo génico como fuentes de variación genética.
- 2) Validar por expertos los casos elaborados para los tópicos de: ADN y ARN, cromosoma de procarionte y eucarionte desde la perspectiva de la diversidad genética; relaciones alélicas y relaciones no alélicas como fuentes de expresión genética y variación; mutación, recombinación genética y flujo génico como fuentes de variación genética
- 3) Probar los casos en un grupo de estudiantes pertenecientes al CCH.
- 4) Detectar las ideas previas que los estudiantes del CCH poseen de los tópicos seleccionados, con base en los casos de ABP elaborados y validados.

## 4.

### METODOLOGÍA

#### 4.1

#### Metodología para la primera etapa

##### 4.1.1

##### Elaboración de casos

Esta etapa consistió en la elaboración de casos, por lo cual se siguieron los siguientes pasos:

- a) Comparación de los programas de estudio de los sistemas educativos de la ENP y CCH.

Consistió en la exploración de los programas de estudio CCH y ENP, en los cuales se revisaron; el enfoque de la institución, propósitos, contenidos temáticos para cada una de las unidades, enfoque de la materia, enfoque disciplinario, enfoque didáctico, propuesta de evaluación, perfil de egreso y bibliografía propuesta. (Anexo 1)

- b) Ubicación de los tópicos seleccionados dentro de los planes de estudio de la ENP y CCH.

Los criterios utilizados para la elección de los tópicos fueron que se encontraran en ambos programas de estudio bajo el mismo enfoque.

- c) Elaboración de una carta maestra de contenidos.

Se elaboró con base en los tópicos que se presentan bajo un mismo enfoque, utilizando: el nombre de la institución a la que pertenece, el programa de biología en el que se ubica, el semestre o el año en que se abarca, la unidad que los contiene, el propósito de la unidad, horas establecidas, el tema y subtema, el aprendizaje, la estrategia y la bibliografía propuesta. (Anexo 2)

- d) Elección de temas para la elaboración de casos

Para la elección de los temas se tomó en cuenta los aprendizajes propuestos por los programas de estudio, se buscaron temas en libros de texto, noticias periodísticas y experiencias propias, que fueran de relevancia para los estudiantes y actuales.

- e) Elaboración de casos.

Se elaboraron casos con base en el método de ABP, se tomaron en cuenta los pasos propuestos por Duch, B. (1996-2001) considerando los objetivos de aprendizaje por cada programa de estudio (ENP y CCH) de las unidades elegidas, para lo cual se abordó de la siguiente forma:

- Elección del tópico seleccionado.
- Consideración del o los objetivos de aprendizaje propuestos para cada tópico.
- Complemento escrito para formar el caso (historia o escenario)
- Para este trabajo se siguió el orden de los tópicos propuesto en programa de estudios del CCH. Estableciendo así la primera versión de los casos de ABP.

Para elaborar los lineamientos para la hoja de los estudiantes y del tutor se siguieron los pasos establecidos por Martínez, A. *et al.* (2006):

La hoja del estudiante contuvo los siguientes incisos:

- 1.- Descripción del caso (texto)
- 2.- Identificación de las pistas, hecho o datos orientadores.
- 3.- Análisis y definición de los problemas.
- 4.- Formulación de hipótesis o explicaciones.
- 5.- Identificación de áreas u objetivos de aprendizajes.
- 6.- Fuentes de información.

La hoja del tutor presentó los siguientes incisos

- 1.- Texto (caso)
- 2.- Pistas, hechos o datos orientadores.
- 3.- Planteamiento de los problemas.
- 4.- Hipótesis o explicaciones.
- 5.- Áreas u objetivos de aprendizaje
- 6.- Fuentes de información

- f) Población: para la elaboración de los casos en su primera versión participó: la tesista, la cual fue capacitada para la elaboración de casos en el taller: Curso Taller Optativa de Apoyo al Desarrollo de Tesis, correspondiente el tercer semestre de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior.
- g) Lugar: el Curso Taller Optativa de Apoyo al Desarrollo de Tesis, correspondiente al tercer semestre de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Medicina.
- h) Tiempo: la elaboración de los tres primeros casos se llevo durante el Curso Taller Optativa de Apoyo al Desarrollo de Tesis, el cual se impartió durante los meses de agosto-diciembre de 2006. Los casos restantes fueron realizados durante los meses de enero-marzo de 2007.

#### 4.2.1 Validación de casos

Para esta parte se siguieron los siguientes pasos:

- a) Aplicación de los casos en un grupo de pares, prueba piloto.

En este caso, fueron profesores del CCH y escuelas particulares de profesión biólogos, todos ellos estudiantes del Curso-Taller: Optativa de Apoyo al Desarrollo de Tesis de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior.

- b) Validación de casos en su primera versión, por un grupo de pares.

El cual consistió en que el grupo de pares llegarán a los objetivos de aprendizaje, para los cuales fueron elaborados los casos, para este punto existieron varias posibilidades:

- Validación total: la totalidad del grupo de pares llegaron sin ningún problema a los objetivos de aprendizaje propuestos para cada caso.
- Validación parcial: el grupo de pares establecen los objetivos de aprendizaje, pero el texto presenta mala redacción o incomprensión de alguna frase o palabras, para lo cual hay que realizar las modificaciones pertinentes al caso para poder obtener la validación total.
- Anulación del caso: el grupo de pares no llega a establecer los objetivos de aprendizaje del caso o lo hicieron con dificultades, esto puede deberse a que el caso está mal orientado, la temática es errónea, o se persiguen otros objetivos, a lo cual hay que anular el caso y cambiar la temática.

- c) Validación de casos por un grupo de expertos.

Se solicitó a cinco expertos en la metodología de ABP revisaran y determinarían: la validez del contenido, así como la relación que tiene cada caso con los objetivos de los programas de estudio, para que un caso fuera validado por expertos se pidió el 100% de acuerdo en los expertos, se tomaron en cuenta los comentarios y sugerencias propuestas para la mejora de los casos.

- d) Población para la prueba piloto:

Fue aplicada en un grupo de pares, todos profesores del CCH y escuelas particulares de profesión biólogos y actuarios, los cuales cursaban la materia en el Curso Taller Optativa de Apoyo al Desarrollo de Tesis de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior.

- e) Población para la validación de casos en su segunda versión:

Se solicitó la colaboración de cinco expertos en ABP todos ellos pertenecientes a la Facultad de Medicina, los cuales fueron profesores con experiencia mayor a cinco años en la elaboración, validación y aplicación de la metodología de ABP.

- f) Lugar: tanto la prueba piloto como la colaboración de los expertos en la metodología del ABP se llevó a cabo en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México de Ciudad Universitaria.
- g) Tiempo: la prueba piloto y la consulta con los expertos se llevó a cabo durante los meses de agosto del 2006 a marzo del 2007.
- h) Procedimiento: la tesista sostuvo entrevistas personales con los expertos en ABP, con el fin de mejorar la claridad de los casos, las modificaciones que se realizaron a los primeros tres casos fueron con base en conceso, el cual se llegó tanto de pares como de expertos, para los casos restantes solo fue posible la aprobación de los expertos, ya que el Curso Taller Optativa de Apoyo al Desarrollo de Tesis de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior había finalizado, quedando lista la segunda versión de los casos.

### 4.3

#### Metodología para la tercera etapa

##### 4.3.1

#### Aplicación y validación final de los casos en un grupo de estudiantes

En lo que respecta a la evolución de la investigación, se ubicó *transversalmente*, porque tomó o consideró una muestra de población real, durante un tiempo determinado para poder así obtener una generalidad de la población (Sarramona, J., 1980).

##### a) Aplicación de casos.

Los casos elaborados y validados por expertos de ABP se aplicaron a una población de 16 estudiantes tanto hombres como mujeres, que estuvieran cursando biología III, pertenecientes al CCH del turno vespertino, la tesista fue la tutora para aplicar el método del ABP, los estudiantes formaron cuatro equipos de trabajo los cuales contaban con cuatro estudiantes, las clases de biología III cuentan con cinco horas de trabajo durante la semana repartidas en tres días: lunes y miércoles de dos horas y el viernes de una hora.

Se realizó una malla curricular (anexo 2a) que contiene el número de casos elaborados, título, la temática para cada caso con base en los objetivos de aprendizaje y las unidades a las que pertenecen dentro de los programas de estudio de la ENP y CCH. En lo que respecta al tiempo asignado para la aplicación de los casos en el CCH fue de 32 horas, el cual, responde al tiempo establecido dentro del programa de estudio del CCH.

##### b) Explicación del método de ABP al grupo de estudiantes.

A los estudiantes se les aplicó la versión de los casos validados por expertos. En la primera sesión se explicó la metodología del ABP, se establecieron los lineamientos para llevar a cabo las clases,

los cuales fueron: respeto dentro el salón de clases, puntualidad, asistencia, participación tanto individual como en equipo; una parte en la que se hizo énfasis fue en la forma de trabajo que realizarían tanto los estudiantes como el tutor. Se aplicó un caso de ABP para que se familiarizaran con el método, este no se tomó en cuenta por que solo sirvió para acercar a los estudiantes al ABP, se contestaron las dudas de los estudiantes sobre el método y se explicó la forma en que debía ser llenado el material para el estudiante. La aplicación del método de ABP se dividió en dos sesiones:

c) Aplicación del ABP en clase.

Para la aplicación del ABP en forma grupal se dividió el proceso en dos sesiones.

- Primera sesión, aplicación de los casos:

A los estudiantes se les repartieron dos hojas del material para estudiantes, se pidió que una hoja la llenaran de forma individual y que contestaran hasta objetivos de aprendizaje, esta hoja fue recogida por el tutor ya que sirvieron para la obtención de las ideas previas que los estudiantes tienen de los temas seleccionados. La segunda hoja se trabajó en plenaria, se pidió a un estudiante que leyera en voz alta el caso, el tutor preguntó si el caso fue claro o existen palabras, frases u oraciones que no entienden, los estudiantes identificaron las pistas y elaboraron un listado de lo que se conoce, establecieron los problemas con base en el análisis de lo que se conoce, para así poder responderlas en forma de hipótesis.

Se hizo énfasis en que cada pregunta debía llevar su hipótesis, los estudiantes hicieron un listado de conceptos u objetivos de aprendizaje que necesitaban conocer para la resolución o comprensión del caso, durante toda la sesión el tutor realizó preguntas de aclaración de situaciones, aclaración de puntos de vista y enfoques, análisis de implicaciones y se examinaron las ideas hipotéticas que los estudiantes realizaron,

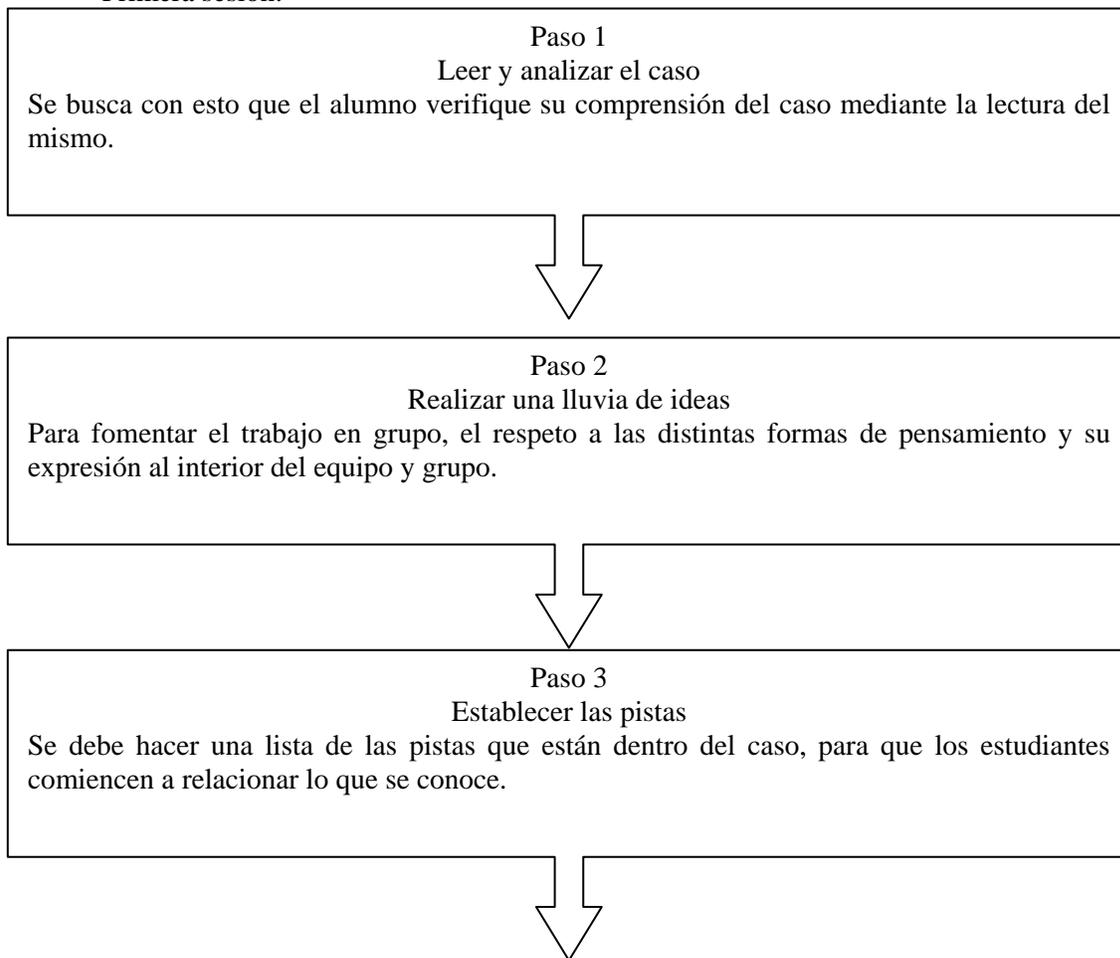
Los estudiantes se quedaron con las hojas que fueron trabajadas en forma grupal, se les pidió que por equipo realizaran un trabajo de investigación bibliográfica que contuviera todos los objetivos de aprendizaje, el cual se entregó en la siguiente sesión, cuando los casos fueron revisados.

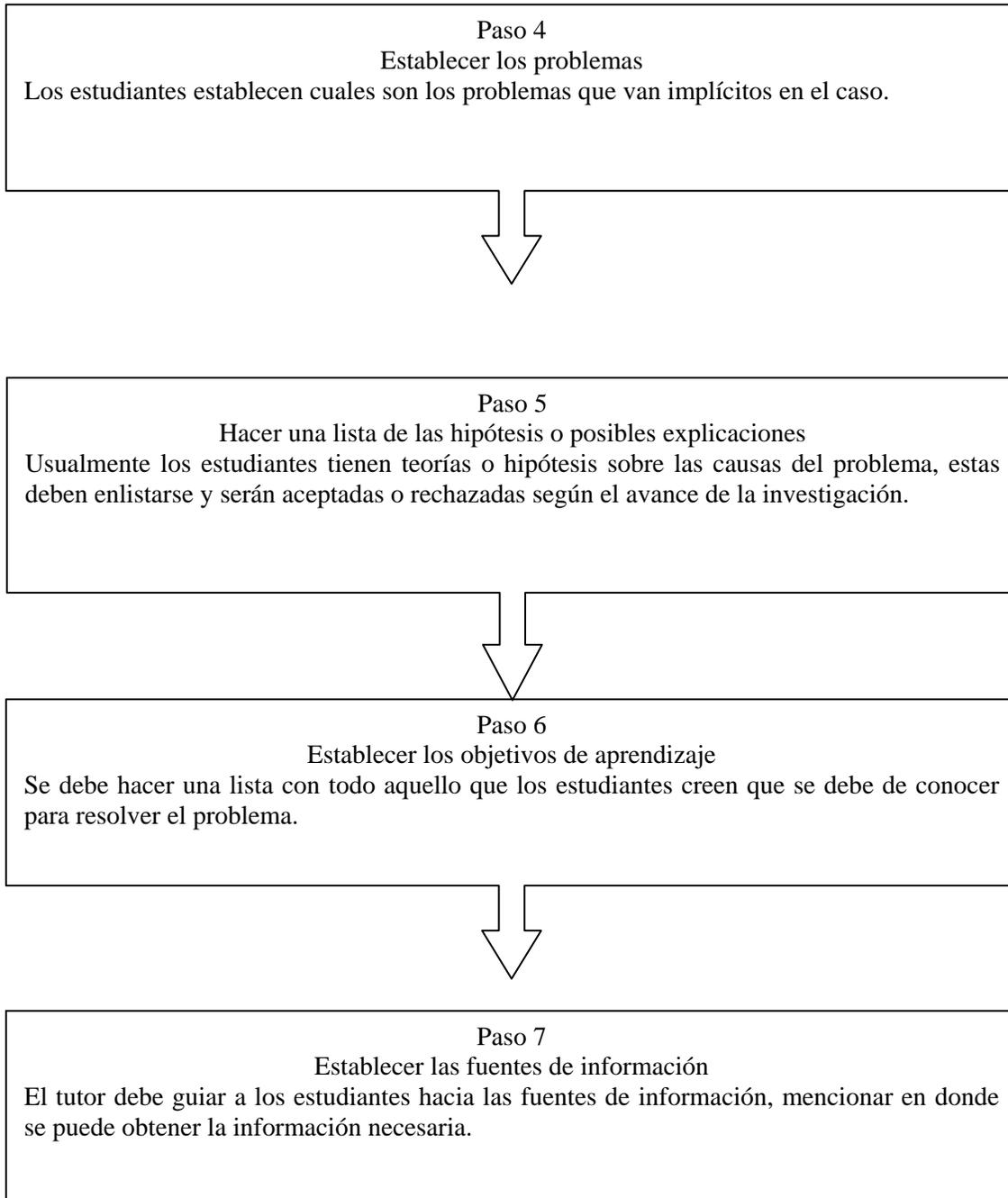
- Segunda sesión, revisión de los casos

La presentación de resultados se llevó a cabo bajo la *técnica de discusión*, con base en *grupos de discusión* y trabajo cooperativo (Wals, S., 2006) el cual, consistió en dos pasos: 1) equipo original; los equipos formados con anterioridad (sesión anterior) trabajaron con base en un punto de los objetivos de aprendizaje propuestos para cada caso; 2) reubicación de los miembros de los equipos; después de esta parte los estudiantes cambiaron de equipo para contestar una serie de preguntas originadas a partir de la discusión guiada (tocando todos los puntos). Para su aplicación el tutor les

facilitó una guía de preguntas específicas para cada caso, la cual consiste en dos partes; la primera es para el equipo original y la segunda es para intercambiar información con lo demás equipos (anexo 3), después los estudiantes se reubicaron en otros equipos e intercambiaron información, se discutió y presentó lo elaborado en clases para llegar así a una conclusión, aclaración o resolución de los casos. Se pidió por equipo un trabajo bibliográfico de cada caso, el cual presentó los objetivos de aprendizaje, al final de las sesiones a los estudiantes se les aplicó un cuestionario para evaluar los conocimientos conceptuales adquiridos. (Anexo 4) La ruta que se siguió para la aplicación de los casos se sintetiza en el siguiente diagrama: (tomado y modificado de: Morales, P. y Landa, V., 2004)

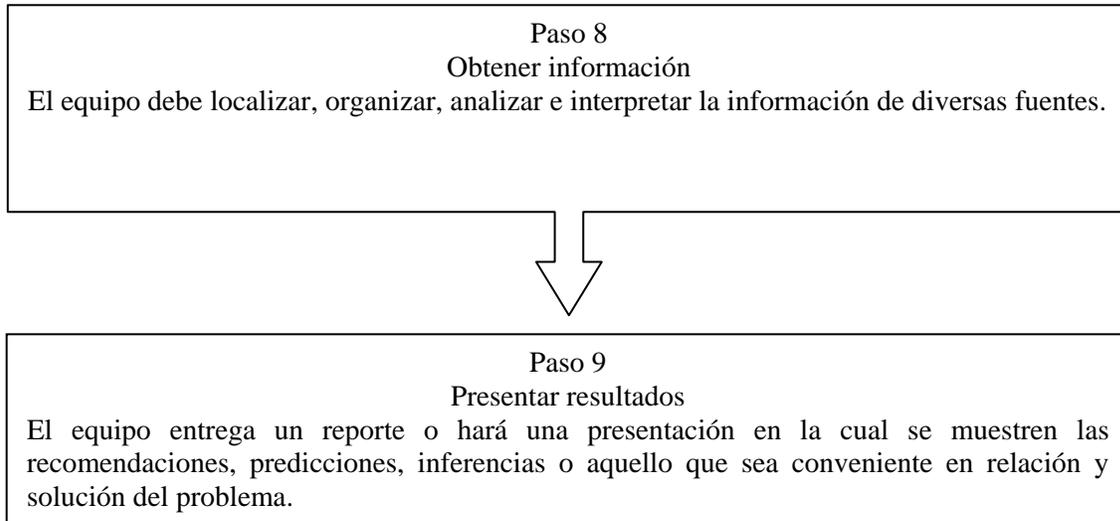
- Primera sesión:





Los estudiantes se quedaron con las hojas de los casos del material para el estudiante que se realizaron de forma grupal.

- Segunda sesión:



d) Retroalimentación.

Los estudiantes por equipo, contestaron un cuestionario acerca de la claridad de los casos llevados en clase (anexo 5) las correcciones propuestas por los estudiantes se analizaron con los expertos en ABP y se realizaron las modificaciones pertinentes.

e) Última revisión de casos por tutores expertos.

Para esta última versión se proporcionaron a los expertos en ABP (los cuales fueron los mismos que revisaron las primeras versiones), los comentarios, sugerencias y modificaciones que los estudiantes realizaron a cada uno de los casos, para realizar las modificaciones a los mismos.

f) Validación final.

Después de realizadas las correcciones con la aprobación de los expertos se elaboró la versión final de los casos.

g) Población. Para aplicar los casos de ABP la tesista fue capacitada como tutora durante el Curso Taller Optativa de Apoyo al Desarrollo de Tesis, los casos fueron aplicados a 16 estudiantes tomando los siguientes criterios:

**1. Criterios de inclusión de la población:**

- Estuvieran en Educación Media Superior.
- Pertenecientes al Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), turno vespertino.
- Cursaran Biología III.
- Fueran estudiantes regulares.

**2. Criterios de exclusión de la población:**

- Estudiantes que no desearon participar.

h) Lugar. La aplicación de los casos se realizó en el CCH Sur.

- i) Tiempo. La aplicación de los casos se realizó durante los meses de abril a mayo de 2007.
- j) Procedimiento

Aplicación de los casos de ABP con la finalidad de verificar si los estudiantes logran identificar los objetivos de aprendizaje para los cuales fueron realizados los casos, realizar la validación final de los mismos y obtener las ideas previas que los estudiantes tienen de los tópicos seleccionados. Se realizaron nueve casos de ABP, se aplicaron a 16 estudiantes del CCH los cuales formaron cuatro equipos de cuatro integrantes, se siguió la metodología del ABP en tiempo y forma.

#### 4.4

#### Metodología para la cuarta etapa

##### 4.4.1

##### Obtención de ideas previas

El método que se utilizó es de tipo *observacional exploratorio* ya que la interferencia del investigador solo fue de recogida de datos y categorización de las ideas previas de los estudiantes, para Bisquerra, R. (1989) la observación se convierte en técnica científica en la medida en que: 1) sirva a un objetivo ya formulado en la investigación; 2) se planifica de forma sistemática; 3) es controlada sistemáticamente y se relaciona con proposiciones más generales en vez de ser presentada como curiosidades interesantes; 4) está sujeta a comprobación, controles de validez y fiabilidad.

La periodización de la investigación es de tipo *prospectiva*, porque la captación de información se realizó del presente-futuro, lo anterior es una noción de ideas precedidas de anticipación (Berger, G., 2003; Bunge, M., 1979)

Para la obtención de las ideas previas de los estudiantes se realizó:

1. Obtención de ideas previas de forma individual

Se proporcionó a cada estudiante una hoja del caso del material para el estudiante. Esto fue con la finalidad de que los estudiantes de forma individual llegaran hasta los objetivos de aprendizaje (en este caso las preguntas o problemas y sus hipótesis o posibles explicaciones se consideraron las ideas previas de los estudiantes). El tutor recogió las hojas del caso, para tenerlas como evidencias, para así poder detectar las ideas previas y realizar una categorización de ellas.

##### 4.4.2

##### Análisis de ideas previas

El método que se utilizó es de tipo *descriptivo*, ya que se hizo una identificación y categorización de las ideas previas que los estudiantes poseen, porque se enfocó a describir el objeto de estudio. (Papua, J. *et al.*, 1979). En esta etapa se establecieron las ideas previas que los estudiantes tienen,

esto se realizó con base en la *técnica de análisis de contenido*, la cual, se describe como una técnica de investigación para la descripción objetiva, sistemática y cualitativa del contenido manifestado de la comunicación, su base es tratar de transformar un documento escrito en datos interpretativos. (Álvarez-Gayou, J. 2005 y Bisquerra, R. 1989)

Para su aplicación Álvarez-Gayou, J. (2005) y Bisquerra, R. (1989) establecen los siguientes pasos:

- Decidir el instrumento de evaluación: En este caso se utilizaron, las hojas del estudiante de los casos elaborados, validados por expertos y presentados en clase.
- Definir la unidad de análisis ya sea palabras, frases, oraciones. Para el caso de ABP son frases, palabras y oraciones. En particular las preguntas y sus hipótesis vertidas por los estudiantes, las cuales, se consideraron las ideas previas que tienen los estudiantes de forma individual, antes que sean intervenidas por un proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Categorización de la unidad de análisis: Es la identificación, selección y estructuración de las categorías de análisis. Para identificar las categorías se realizó una inspección inicial de la unidad de análisis, para que a partir de ahí se determinen los principales conceptos implicados, la categoría utilizada es la propuesta por Sanmartí, N. (2002) de la cual se tomaron la generalidad y persistencia.

#### Comparación de ideas previas

Después de haber realizado la categorización por generalidad de las ideas previas de los estudiantes, se realizó una comparación de las preguntas y sus respectivas hipótesis (hay que recordar que estas se tomaron como ideas previas) con base en las hojas del material para el tutor, con la finalidad de conocer si estas son correctas o incorrectas, se tomaron los siguientes criterios para considerar correctas o incorrectas las ideas previas:

- Correctas. Son las preguntas y sus hipótesis que los estudiantes realizaron de cada caso y estas son o se asemejan a las preguntas e hipótesis establecidas por los expertos en las hojas del tutor.
- Incorrectas. Fueron las preguntas e hipótesis que los estudiantes realizaron de cada caso y estas no son o no se asemejan a las preguntas e hipótesis establecidas por los expertos en las hojas del tutor.

Para conocer la persistencia de las ideas previas que todavía tienen los estudiantes de los tópicos seleccionados, al grupo en general se les aplicó un cuestionario (anexo 4).

# 5.

## RESULTADOS

### 1.1.

#### Casos validados

#### Primer caso. Primera versión

Visita al rancho

Material para el estudiante

Antonio fue de visita al rancho de sus abuelos, **ahí, él observó** una gran variedad de organismos tanto vegetales como animales. Antonio considera que todos los organismos vivos tienen algo en común dentro de sus células que **a la vez los hacen diferentes, como especie, produciendo así una gran diversidad biológica.**

#### Primer caso. Segunda versión

Visita al rancho

Material para el estudiante

Antonio fue de visita al rancho de sus abuelos, dónde observó una gran variedad de organismos tanto vegetales como animales, Antonio considera que todos los organismos vivos tienen algo en común dentro de sus células que se hereda de padres a hijos. Piensa que este proceso a la vez que produce individuos de una misma especie, es responsable de la gran variedad biológica.

#### Primer caso. Versión final

Material para el estudiante

Antonio fue de visita al rancho de sus abuelos, dónde observó una gran variedad de organismos tanto vegetales como animales, Antonio considera que todos los organismos vivos tienen algo en común dentro de sus células que se hereda de padres a hijos. Piensa que este proceso a la vez que produce individuos de una misma especie, es responsable de la gran variedad biológica.

**Este color muestra las palabras y oraciones que se cambiaron para formar la segunda versión.**

#### Primer caso. Versión final

Material para el tutor

Pistas/datos/hechos orientadores

- Antonio fue de visita al rancho.
- Él vio gran variedad de organismos.
- Todos los organismos tiene algo en común dentro de sus células.
- Pero a la vez los diferencia como especie y produce una gran diversidad biológica.

Problemas:

- ¿Qué tienen en común los organismos y qué a su vez los diferencia como especie?
- ¿Por qué existe una gran variedad de organismos?
- ¿Por qué es importante eso que tienen en común para la diversidad biológica?

Hipótesis o posibles explicaciones:

- La diversidad de los organismos es sustentada por su material genético (ADN).
- Lo que tiene en común es el material genético, la secuencia de este es exclusiva de una sola especie, la cual, contiene la información hereditaria y lleva la información genética de la célula madre a la célula hija.
- El material genético contiene instrucciones codificadas para las estructuras y funciones biológicas de los organismos.
- El material genético es el genotipo de los organismos el cual es expresado en su fenotipo y el ambiente en donde se encuentran

Objetivos de aprendizaje:

- ADN
- Material genético.
- Especie
- Diversidad biológica.

Fuentes de información:

- Audesirk, T; Audesirk, G. y Byers, B.** (2003): La vida en la tierra, sexta edición, ed. Prentice Hall, México.
- Biggs, A; Kapicka, C. y Lundgren, L.** (2003): Biología, La dinámica de la vida, ed. Mac Graw-Hill Interamericana, México.
- Campbell, N; Mitchell, L. y Reece, J.** (2001): Biología, conceptos y relaciones, tercera edición, ed. Prentice Hall, México.
- Curtis, H; Schneek, A. y Massarini, A.** (2000): Biología, sexta edición, ed. Panamericana, España.

**Segundo caso. Primera versión**

Casi iguales

Material para el estudiante

Investigadores del Instituto Max Planck de Antropología en Leipzig, Alemania, publicaron un artículo que menciona las diferencias entre el humano y el chimpancé, **las cuales, radican en el cerebro**, específicamente en los genes que se expresan en forma de proteínas, **haciendo que los cerebros sigan patrones diferentes**: La conclusión a la que llegaron fue: **el factor clave para esta diferencia, es el cambio en la estructura de las proteínas, lo que ha generado una diversidad biológica.**

**Segundo caso. Segunda versión**

Casi iguales

Material para el estudiante

Investigadores del Instituto Max Planck de Antropología en Leipzig, Alemania, publicaron un artículo que menciona las diferencias entre el humano y el chimpancé. Estas diferencias radican en el cerebro, específicamente en los genes que se expresan en forma de proteínas, haciendo que los cerebros sigan patrones diferentes de conducta, consumo de energía y pensamiento. La conclusión a la que llegaron fue que el factor clave para esta diferencia, es el cambio en la estructura de las proteínas, lo que ha generado una diversidad biológica entre el humano y el chimpancé.

**Segundo caso. Versión final**

Material para el estudiante

Investigadores del Instituto Max Planck de Antropología en Leipzig, Alemania, publicaron un artículo que menciona las diferencias entre el humano y el chimpancé. Estas diferencias radican en el cerebro, específicamente en los genes que se expresan en forma de proteínas, haciendo que los cerebros sigan patrones diferentes de conducta, consumo de energía y pensamiento. La conclusión a la que llegaron fue que el factor clave para esta diferencia, es el cambio en la estructura de las proteínas, lo que ha generado una diversidad biológica entre el humano y el chimpancé.

**Este color muestra las palabras y oraciones que se cambiaron para formar la segunda versión.**

**Segundo caso. Versión final**

Material para el tutor

Pistas/datos/hechos orientadores

- Investigadores del Instituto Max Planck de Antropología en Leipzig, Alemania publicaron un artículo.
- El artículo menciona que las diferencias entre el humano y el chimpancé, radican en el cerebro.
- Específicamente, en los genes que se expresan en forma de proteínas.
- Los cerebros siguen patrones diferentes.
- El factor clave para esta diferencia es el cambio en la estructura de las proteínas.
- Generando una diversidad biológica.

Problemas:

- ¿Cómo se forman las proteínas en los organismos?
- ¿Cuáles son los diferentes patrones entre los cerebros de los chimpancés y humanos?
- ¿Por qué las proteínas generan diversidad biológica?

Hipótesis o posibles explicaciones:

- La estructura de las proteínas proviene de los genes, es decir, de los ácidos nucleicos.
- El ADN transcribe a ARN y este va como mensajero al citoplasma y allí el ribosoma es el encargado de la producción de la proteína.
- La función principal del ARN es servir como intermediario de la información que lleva el ADN en forma de genes y la proteína final codificada.
- Los genes que se expresan en el cerebro de los humanos y chimpancés presentan modelos de transcripción que siguen patrones totalmente diferentes.
- El ADN contiene la información genética específica para cada organismo (especie), la cual, es expresada en forma de proteínas, que presentan una estructura y función detalla para cada organismo, manifestándose en la conducta y el fenotipo de los mismos, lo que da origen a una gran diversidad biológica.
- La diversidad de los organismos es sustentada por su material genético.

Objetivos de aprendizaje:

ADN  
 ARN  
 Síntesis de proteínas  
 Genes

Fuentes de información:

- Audesirk, T; Audesirk, G. y Byers, B.** (2003): La vida en la tierra, sexta edición, ed. Prentice Hall, México.
- Biggs, A; Kapicka, C. y Lundgren, L.** (2003): Biología, La dinámica de la vida, ed. Mac Graw-Hill Interamericana, México.
- Campbell, N; Mitchell, L. y Reece, J.** (2001): Biología, conceptos y relaciones, tercera edición, ed. Prentice Hall, México.
- Curtis, H; Schnek, A. y Massarini, A.** (2000): Biología, sexta edición, ed. Panamericana, España.

**Tercer caso. Primera versión**

¿Y dónde están los genes?

Material para el estudiante

Mariana leyó una noticia en el periódico acerca de que recientemente, especialistas del Instituto para la Investigación Genómica han secuenciado los genes de una bacteria que habita en entornos salados. Mariana sabe que los genes son la unidad básica de herencia de los seres vivos, **pero lo que desconoce es en** ¿qué parte de la célula bacteriana se encuentran?

### Tercer caso. Segunda versión

¿Y dónde están los genes?

Material para el estudiante

Mariana leyó una noticia en el periódico acerca de que recientemente, especialistas del Instituto para la Investigación Genómica han secuenciado los genes de una bacteria que habita en entornos salados. Mariana sabe que los genes son la unidad básica de herencia de los seres vivos y se preguntó: ¿en qué parte de la célula bacteriana se encuentran?

### Tercer caso. Versión final

Material para el estudiante

Mariana leyó una noticia en el periódico acerca de que recientemente, especialistas del Instituto para la Investigación Genómica han secuenciado los genes de una bacteria que habita en entornos salados. Mariana sabe que los genes son la unidad básica de herencia de los seres vivos y se preguntó: ¿en qué parte de la célula bacteriana se encuentran?

**Este color muestra las palabras y oraciones que se cambiaron para formar la segunda versión.**

### Tercer caso. Versión final

Material para el tutor

Pistas/datos/hechos orientadores

- Mariana leyó una noticia en el periódico.
- Especialistas ha secuenciado los genes de una bacteria que habita los entornos salados.
- Los genes unidad básica de herencia de los seres vivos.
- ¿En qué parte de la célula bacteriana se encuentra los genes?

Problemas:

- ¿Por qué se utilizan bacterias para el estudio genético?
- ¿Qué es una secuencia genómica?
- ¿Por qué es importante la secuencia genómica de esa bacterias?
- ¿La secuencia genómica es importante para que la bacteria viva en un entorno salado?
- ¿En qué parte de la célula bacteriana se encuentran los genes?

Hipótesis o posibles explicaciones:

- Las bacterias pueden cultivarse fácilmente en los laboratorios. En las condiciones adecuadas se reproducen rápidamente y su manutención es de bajo costo.
- La secuencia genómica es como un orden dentro de los genes.
- La importancia de la bacteria que habita en entornos salados es que sobrevive en un ambiente cuya concentración salina es muy alta, pues normalmente los ambientes salinos desnaturalizan las proteínas bacterianas.
- Los genes se hallan contenidos en los cromosomas bacterianos.

Objetivos de aprendizaje:

- Genes
- Bacterias
- Material genético bacterial
- Cromosomas bacterianos
- Secuencia genómica.

Fuentes de información

- Audesirk, T; Audesirk, G. y Byers, B. (2003):** La vida en la tierra, sexta edición, ed. Prentice Hall, México.
- Biggs, A; Kapicka, C. y Lundgren, L. (2003):** Biología, La dinámica de la vida, ed. Mac Graw-Hill Interamericana, México.
- Campbell, N; Mitchell, L. y Reece, J. (2001):** Biología, conceptos y relaciones, tercera edición, ed. Prentice Hall, México.
- Curtis, H; Schneek, A. y Massarini, A. (2000):** Biología, sexta edición, ed. Panamericana, España.

**Cuarto caso. Primera versión**

La mosca de la fruta

Material para el estudiante

Rubén escucho una noticia en televisión, se mencionaba que científicos estadounidenses han logrado identificar cerca de 13,600 genes de la mosca de la fruta, **y él se sorprendió al pensar que ¿en donde se encuentra tal cantidad de genes?**

#### **Cuarto caso. Segunda versión**

La mosca de la fruta

Material para el estudiante

Rubén escucho una noticia en televisión, se mencionaba que científicos estadounidenses han logrado identificar cerca de 13,600 genes de la mosca de la fruta. Se sorprendió mucho. Pues le pareció un hecho curioso que se estudiara la mosca de la fruta hasta en sus genes y que este insecto tuviera tantos. Aunque sabe que los genes están relacionados con la herencia, no se imagina cómo tal cantidad de genes están agrupados en este pequeño organismo.

#### **Cuarto caso. Versión final**

Material para el estudiante

Rubén escucho una noticia en televisión, se mencionaba que científicos estadounidenses han logrado identificar cerca de 13,600 genes de la mosca de la fruta. Se sorprendió mucho. Pues le pareció un hecho curioso que se estudiara la mosca de la fruta hasta en sus genes y que este insecto tuviera tantos. Aunque sabe que los genes están relacionados con la herencia, no se imagina cómo tal cantidad de genes están agrupados en este pequeño organismo.

**Este color muestra las palabras y oraciones que se cambiaron para formar la segunda versión.**

#### **Cuarto caso. Versión final**

Material para el tutor

Pistas/datos/hechos orientadores:

Rubén escucho una noticia en la televisión.  
 Científicos estadounidenses identificaron 13,600 genes de la mosca de la fruta.  
 Se sorprendió mucho.  
 Le pareció curioso que se estudiara los genes de la mosca de la fruta.  
 No se imagina como están agrupados los genes de este insecto.

Problemas:

- ¿Qué importancia tiene el estudio de la mosca de la fruta?
- ¿Qué importancia tiene estudiar e identificar los genes de la mosca de la fruta?
- ¿Qué es un gen?
- ¿Dónde y cómo se encuentran los genes?

Hipótesis o posibles explicaciones:

- Se facilita el estudio de los genes en un organismo simple como la mosca, que es de fácil manejo en el laboratorio y se reproduce rápidamente es más fácil
- Al identificar los genes de la mosca de la fruta, ayuda a comprender como están constituidos los organismos, para conocer sus características genéticas.
- Los genes de estos organismos se encuentran contenidos en estructuras llamadas cromosomas dentro del núcleo.
- Un gen es la unidad física fundamental y funcional de la herencia, es una secuencia ordenada de nucleótidos ubicados en una posición particular en un cromosoma particular que codifica un producto funcional específico.

Objetivos de aprendizaje:

- Mosca de la fruta.
- Célula eucarionte
- Cromosoma de la mosca de la fruta (Cromosoma eucarionte)
- Gen.

Fuentes de información:

- Audesirk, T; Audesirk, G. y Byers, B.** (2003): La vida en la tierra, sexta edición, ed. Prentice Hall, México.
- Biggs, A; Kapicka, C. y Lundgren, L.** (2003): Biología, La dinámica de la vida, ed. Mac Graw-Hill Interamericana, México.
- Campbell, N; Mitchell, L. y Reece, J.** (2001): Biología, conceptos y relaciones, tercera edición, ed. Prentice Hall, México.
- Curtis, H; Schneek, A. y Massarini, A.** (2000): Biología, sexta edición, ed. Panamericana, España.

### Quinto caso. Primera versión

El papá de María Elena

Material para el estudiante

María Elena fue diagnosticada hipertensa (tensión arterial alta), el médico **preguntó si en su familia han existido casos de hipertensión**, María Elena respondió que su papá es hipertenso, pero no así su mamá **y** hermano. El médico explicó a María Elena que su hipertensión es heredada.

#### **Quinto caso. Segunda versión**

El papá de María Elena

Material para el estudiante

María Elena, de 43 años, fue diagnosticada hipertensa (tensión arterial alta), el médico le preguntó si sus papás tienen o tuvieron hipertensión arterial. María Elena respondió que su papá es hipertenso, pero **no así su mamá ni su hermano**. El médico explicó a María Elena que su hipertensión es heredada.

#### **Quinto caso. Versión final**

El papá de María Elena

Material para el estudiante

María Elena, de 43 años, fue diagnosticada hipertensa (tensión arterial alta), el médico le preguntó si sus papás tienen o tuvieron hipertensión arterial. María Elena respondió que su papá es hipertenso, pero que su mamá y hermano no lo son. El médico explicó a María Elena que su hipertensión es heredada.

**Este color muestra las palabras y oraciones que se cambiaron para formar la segunda versión.**  
Este color muestra las palabras y oraciones que se cambiaron para formar la versión final del caso.

#### **Quinto caso. Versión final**

Material para el tutor

Pistas/datos/hechos orientadores:

María Elena fue diagnosticada hipertensa (presión arterial alta).

El médico preguntó si sus papás tienen hipertensión.

María Elena respondió que su papá es hipertenso pero no su mamá ni su hermano.

La hipertensión es una enfermedad heredable.

Problemas:

¿Qué es la hipertensión?

¿Por qué María Elena es hipertensa y su hermano no?

¿Por qué es importante considerar los antecedentes familiares?

¿Por qué la hipertensión es una enfermedad heredable?

Hipótesis o posibles explicaciones:

-La hipertensión arterial es una enfermedad caracterizada por un alza en las cifras de la presión arterial sobre los límites aceptados como normales.

-María Elena es hipertensa por sus antecedentes familiares, específicamente su padre es hipertenso.

-El origen de la hipertensión puede ser hereditaria ya que la información del padecimiento se ubica en un gen.

-El papá de María Elena tiene un gen dominante para esa enfermedad, por lo que existe la posibilidad de heredarla a sus descendientes, en comparación con su mamá que es recesiva para la enfermedad. En el caso de un trastorno dominante: si uno de los padres es portador y el otro es normal, existe un 50% de probabilidades de que cada hijo herede el gen portador del padecimiento y por lo tanto, el rasgo dominante.

-La proporción de los descendientes obedece a la genética mendeliana.

Objetivos de aprendizaje:

Hipertensión arterial (generalidades)

Herencia

Genética mendeliana

Dominancia y recesividad

Fuentes de información:

**Audesirk, T; Audesirk, G. y Byers, B.** (2003): La vida en la tierra, sexta edición, ed. Prentice Hall, México.

**Biggs, A; Kapicka, C. y Lundgren, L.** (2003): Biología, La dinámica de la vida, ed. Mac Graw-Hill Interamericana, México.

**Campbell, N; Mitchell, L. y Reece, J.** (2001): Biología, conceptos y relaciones, tercera edición, ed. Prentice Hall, México.

**Curtis, H; Schneek, A. y Massarini, A.** (2000): Biología, sexta edición, ed. Panamericana, España.

## Sexto caso. Primera versión

### Grupos sanguíneos

Material para el estudiante

Oscar escuchó en la radio que un hospital solicitaba sangre de cualquier tipo para un paciente que estaba internado. Oscar sabe que existen cuatro grupos sanguíneos (A, AB, B, O), los cuales están determinados por un solo gen y que estos grupos son heredados de los progenitores, pero lo que **desconoce es: ¿por qué si un sólo gen determina el tipo de sangre, hay cuatro grupos distintos?**

### **Sexto caso. Segunda versión**

Grupos sanguíneos

Material para el estudiante

Oscar escuchó en la radio que un hospital solicitaba sangre de cualquier tipo para un paciente que estaba internado. Oscar sabe que existen cuatro grupos sanguíneos (A, AB, B, O), los cuales están determinados por un solo gen y que estos grupos son heredados de los progenitores, pero lo que no se explica es el hecho de que existen cuatro grupos sanguíneos distintos a pesar de que un sólo gen determina el tipo de sangre.

### **Sexto caso. Versión final**

Grupos sanguíneos

Material para el estudiante

Oscar escuchó en la radio que un hospital solicitaba sangre de cualquier tipo para un paciente que estaba internado. Oscar sabe que existen cuatro grupos sanguíneos (A, AB, B, O), los cuales están determinados por un solo gen y que estos grupos son heredados de los progenitores, pero lo que no se explica es el hecho de que existen cuatro grupos sanguíneos distintos a pesar de que un sólo gen determina el tipo de sangre.

**Este color muestra las palabras y oraciones que se cambiaron para formar la segunda versión.**

### **Sexto caso. Versión final**

Material para el tutor

Pistas/datos/hechos orientadores:

Oscar escuchó en la televisión que un hospital solicitaba sangre de cualquier tipo para un paciente que estaba internado.

Oscar sabe que existen cuatro grupos sanguíneos (A, AB, B, O)

Los grupos sanguíneos están determinados por un solo gen

Los grupos sanguíneos son heredados de los progenitores,

No se explica la existencia de cuatro grupos sanguíneos con un solo gen que los determina.

Problemas

¿Por qué el hospital solicitaba sangre de cualquier tipo para el paciente que estaba internado?

¿Cómo se heredan los grupos sanguíneos de las personas?

¿Por qué el gen que determina el tipo de sangre puede proporcionar cuatro grupos sanguíneos?

Hipótesis o posibles explicaciones

-El hospital solicitaba sangre de cualquier tipo por que el paciente podía ser receptor de cualquier grupo sanguíneo.

-El hospital también puede solicitar cualquier grupo sanguíneo, sólo con el fin de reponer la muestra donada.

-El grupo sanguíneo es determinado por la combinación entre la información genética que define al grupo sanguíneo de la madre y del padre.

-Hay un gen que determina el tipo de sangre de los humanos, el cual, presenta varias alternativas (alelos) A, AB, B, O. Dependiendo del tipo de sangre de los progenitores y de sus posibles combinaciones, se obtiene el grupo sanguíneo de los descendientes.

Objetivos de aprendizaje

Receptor universal.

Grupos sanguíneos.

Gen.

Varias alternativas de un gen (alelos múltiples)

Herencia

Fuentes de información

**Audesirk, T; Audesirk, G. y Byers, B.** (2003): La vida en la tierra, sexta edición, ed. Prentice Hall, México.

**Biggs, A; Kapicka, C. y Lundgren, L.** (2003): Biología, La dinámica de la vida, ed. Mac Graw-Hill Interamericana, México.

**Campbell, N; Mitchell, L. y Reece, J.** (2001): Biología, conceptos y relaciones, tercera edición, ed. Prentice Hall, México.

**Curtis, H; Schneek, A. y Massarini, A.** (2000): Biología, sexta edición, ed. Panamericana, España.

### Séptimo caso. Primera versión

Los mosquitos

Material para el estudiante

Oscar fue de visita con sus papás a la casa de los abuelos paternos que viven en Xochimilco. Él notó que habían demasiados mosquitos. El papá de Oscar contó que cuando él era niño se fumigaba con DDT, por lo que la abuelita comentó que cuando se comercializó el DDT, se empezó a fumigar toda la región, pero no todos los mosquitos murieron, por lo que Oscar se preguntó: ¿por qué no todos los mosquitos murieron?

**Séptimo caso. Segunda versión**

Los mosquitos

Material para el estudiante

Oscar fue de visita con sus papás a la casa de los abuelos paternos que viven en Xochimilco. Él notó que habían demasiados mosquitos. El papá de Oscar contó que cuando él era niño se fumigaba con DDT, por lo que la abuelita comentó que cuando se comercializó el DDT, se empezó a fumigar toda la región, pero no todos los mosquitos murieron, por lo que Oscar se preguntó: ¿por qué no todos los mosquitos murieron?

**Séptimo caso. Versión final**

Los mosquitos

Material para el estudiante

Oscar fue de visita con sus papás a la casa de los abuelos paternos que viven en Xochimilco. Él notó que habían demasiados mosquitos. El papá de Oscar contó que cuando él era niño se fumigaba con DDT, por lo que la abuelita comentó que cuando se comercializó el DDT, se empezó a fumigar toda la región, pero no todos los mosquitos murieron, por lo que Oscar se preguntó: ¿por qué no todos los mosquitos murieron?

**Séptimo caso. Versión final**

Material para el tutor

Pistas:

Casa de los abuelos en Xochimilco.  
 Muchos mosquitos.  
 Cuando su papá era niño su mamá fumigaba con DDT.  
 Fumigaban con DDT toda la región.  
 No todos los mosquitos murieron.

Problemas:

¿Por qué hay muchos mosquitos en Xochimilco?  
 ¿Por qué se fumigaba con DDT en toda la región?  
 ¿Por qué no murieron con el DDT todos los mosquitos?

Hipótesis:

- Los canales de Xochimilco propician la reproducción del mosquito.
- El surgimiento del DDT ayudó a reducir la población de mosquito en la región.
- Los mosquitos que no murieron eran portadores de una mutación, la cual fue ventajosa, lo que les dio la capacidad de sobrevivir en un ambiente cargado con DDT.
- Existen dentro de una población de mosquitos, individuos poco sensibles al DDT, como producto de la variación genética.
- La variación genética de una población se hereda a la descendencia.
- El DDT es un insecticida parcialmente eficaz contra el mosquito adulto.

Objetivos de aprendizaje:

Ciclo de vida de los mosquitos.  
 Características de la región de Xochimilco.  
 Características del DDT.  
 Mutaciones.  
 Selección natural.  
 Variabilidad genética.

Fuentes de información:

Audesirk, T. et al. La vida en la tierra, sexta edición, ed. Prentice Hall, México, 2003.  
 Biggs, A. et al. Biología, la dinámica de la vida, ed. Mac Graw-Hill Interamericana, México, 2003.  
 Campbell, N. et al. Biología, conceptos y relaciones, tercera edición, ed. Prentice Hall, México, 2001.  
 Curtis, H. et al. Biología, sexta edición, ed. Panamericana, España, 2000.  
 Freeman, E. y Herron, J. Análisis Evolutivo, segunda edición, ed. Prentice Hall, México, 2002.

### **Octavo caso. Primera versión**

Las fotos de Carlos

Material para el estudiante

Carlos es fotógrafo de vida silvestre y en uno de sus viajes al Lago Erie, ubicado en Nueva York, fotografió una serpiente con bandas oscuras (*Nerodia sipedon*); los pobladores le comentaron que en las islas cercanas habita la misma especie de serpiente con bandas pero también sin bandas. Al día siguiente Carlos fue al lugar referido y constató lo dicho por los pobladores.

**Octavo caso. Segunda versión**

Las fotos de Carlos

Material para el estudiante

Carlos es fotógrafo de vida silvestre y en uno de sus viajes al Lago Erie, ubicado en Nueva York, fotografió una serpiente con bandas oscuras (*Nerodia sipedon*); los pobladores le comentaron que en las islas cercanas habita la misma especie de serpiente con bandas pero también sin bandas. Al día siguiente Carlos fue al lugar referido y constató lo dicho por los pobladores.

**Octavo caso. Versión final**

Las fotos de Carlos

Material para el estudiante

Carlos es fotógrafo de vida silvestre y en uno de sus viajes al Lago Erie, ubicado en Nueva York, fotografió una serpiente con bandas oscuras (*Nerodia sipedon*); los pobladores le comentaron que en las islas cercanas habita la misma especie de serpiente con bandas pero también sin bandas. Al día siguiente Carlos fue al lugar referido y constató lo dicho por los pobladores.

**Este color muestra las palabras y oraciones que se cambiaron para formar la segunda versión.**

**Octavo caso. Versión final**

Material para el tutor

Pistas y hechos orientadores.

Fotógrafo de vida silvestre, Lago Erie, serpiente del continente (*Nerodia sipedon*) con bandas, islas misma serpiente pero sin bandas, en las islas hay serpientes con y sin bandas,

Problema

- ¿Por qué en el continente hay serpientes con bandas?
- ¿Por qué en las islas hay serpientes con y sin bandas?
- ¿A qué se debe la diferencia de las serpientes?
- ¿Cómo llegaron las serpientes a las islas?

Hipótesis/explicaciones.

- La presencia o ausencia de bandas en las serpientes es el resultado de un proceso de especiación.
- Son el resultado de la variabilidad genética.
- El medio ambiente de las islas favorece la sobrevivencia de serpientes sin bandas.
- El medio ambiente influye en la adaptación de las especies.
- Las características biogeográficas de la zona permiten que las serpientes que viven en el continente se trasladen a las islas por diferentes medios de dispersión, lo cual permite que se reproduzcan, por lo que su descendencia todavía presenta bandas.
- Las serpientes que viven en el continente al trasladarse hacia las islas (migración) están realizando un flujo de genes, los cuales presentan información para la característica bandeada.

Objetivos de aprendizaje.

- Lago Erie (continente e islas)
- Nerodia sipedon* con y sin bandas.
- Flujo génico como fuente de variabilidad genética.
- Migración como fuente de variabilidad genética.
- Especiación.
- Adaptación.
- Selección natural.

Fuentes de información.

- Audesirk, T; Audesirk, G. y Byers, B. (2003):** La vida en la tierra, sexta edición, ed. Prentice Hall, México.
- Biggs, A; Kapicka, C. y Lundgren, L. (2003):** Biología, La dinámica de la vida, ed. Mac Graw-Hill Interamericana, México.
- Campbell, N; Mitchell, L. y Reece, J. (2001):** Biología, conceptos y relaciones, tercera edición, ed. Prentice Hall, México.
- Curtis, H; Schneek, A. y Massarini, A. (2000):** Biología, sexta edición, ed. Panamericana, España.
- Freeman, E. y Herron, J. (2002):** Análisis Evolutivo, segunda edición, ed. Prentice Hall, México.

**Noveno caso. Primera versión**

Las hijas de Antonio y Andrea

Material para el estudiante

Antonio y Andrea **con 15 años de casados** tienen dos hijas, María y Karina, ambas no se parecen físicamente. Antonio considera que María tiene un parecido físico con la familia paterna; Andrea dice que Karina es más parecida físicamente a la familia materna.

Antonio y Andrea piensan que se puede tener hijos que no se parezcan físicamente, pero estos pueden parecerse a la familia tanto paterna como materna.

**Noveno caso. Segunda versión**

Las hijas de Antonio y Andrea

Material para el estudiante

Antonio y Andrea con 15 años de casados tienen dos hijas, María y Karina, ambas no se parecen físicamente. Antonio considera que María tiene un parecido físico con la familia paterna; Andrea dice que Karina es más parecida físicamente a la familia materna.

Antonio y Andrea piensan que se puede tener hijos que no se parezcan físicamente, pero estos pueden parecerse a la familia tanto paterna como materna.

**Noveno caso. Versión final**

Las hijas de Antonio y Andrea

Material para el estudiante

Antonio y Andrea con 15 años de casados tienen dos hijas, María y Karina, ambas no se parecen físicamente. Antonio considera que María tiene un parecido físico con la familia paterna; Andrea dice que Karina es más parecida físicamente a la familia materna.

Antonio y Andrea piensan que se puede tener hijos que no se parezcan físicamente, pero estos pueden parecerse a la familia tanto paterna como materna.

**Este color muestra las palabras y oraciones que se cambiaron para formar la segunda versión.**

**Noveno caso. Versión final**

Material para el tutor

Pistas/datos/hechos orientadores:

Antonio y Andrea tienen más de 15 años casados.

Dos hijas María y Karina.  
 Ellas no se parecen físicamente.  
 María se parece físicamente a la familia paterna.  
 Karina se parece físicamente a la familia materna.  
 Se pueden tener hijos que no se parezcan físicamente, pero pueden tener parecido a las familias.

Problemas:

- ¿Por qué María y Karina no se parecen físicamente?
- ¿Por qué María se parece físicamente a la familia paterna?
- ¿Por qué Karina se parece físicamente a la familia materna?

Hipótesis o posibles explicaciones:

- En una familia existen semejanzas pero también existen diferencias, las cuales dan lugar a la gran diversidad de la especie.
- En el momento de la fecundación de ambas (padre-madre) existió una recombinación genética diferente (genotipo) para cada una, la cual, determinó la apariencia física (fenotipo) de ambas.
- La recombinación genética que presenta María determinó su apariencia física, la cual es parecida a la familia paterna.
- La recombinación genética que presenta Karina determinó su apariencia física, la cual es parecida a la familia materna.

Objetivos de aprendizaje:

- Meiosis.
- Recombinación genética como fuente de variación genética.
- Diversidad.

Fuentes de información:

- Audesirk, T; Audesirk, G. y Byers, B.** (2003): La vida en la tierra, sexta edición, ed. Prentice Hall, México.
- Biggs, A; Kapicka, C. y Lundgren, L.** (2003): Biología, La dinámica de la vida, ed. Mac Graw-Hill Interamericana, México.
- Campbell, N; Mitchell, L. y Reece, J.** (2001): Biología, conceptos y relaciones, tercera edición, ed. Prentice Hall, México.
- Curtis, H; Schnek, A. y Massarini, A.** (2000): Biología, sexta edición, ed. Panamericana, España.
- Freeman, E. y Herron, J.** (2002): Análisis Evolutivo, segunda edición, ed. Prentice Hall, México.

## 1.2.

### Ideas previas que poseen los estudiantes por caso

A continuación se presentan nueve tablas que representan las ideas previas que los estudiantes tienen acerca de los tópicos seleccionados por caso, las cuales están representadas tanto por las preguntas como hipótesis identificadas con sus porcentajes respectivos. Los porcentajes de las preguntas corresponden al número de estudiantes que realizaron la misma pregunta entre el total del grupo; los porcentajes de las hipótesis corresponden al número de estudiantes que realizaron la

misma pregunta y contestaron de manera diversa o no contestaron. Las preguntas e hipótesis se dividieron en correctas e incorrectas, esta identificación se realizó con base en la hoja del tutor. La tabla 10 presenta el porcentaje general de preguntas e hipótesis de los estudiantes por caso, la 11 muestra la media de los porcentajes generales de pregunta e hipótesis de los estudiantes, por otro lado para conocer la persistencia de las ideas previas de los estudiantes por tópico se realizó una comparación (tabla 12) entre la media del porcentaje de las respuestas incorrectas del cuestionario aplicado al finalizar las sesiones de los casos de ABP (anexo 4) las respuestas incorrectas se consideraron como la persistencia de ideas previas incorrectas, así se determinó la media del porcentaje de ideas previas incorrectas por tópico, el tabla número 13 muestra una comparación entre las hipótesis incorrectas iniciales y su persistencia final.

Tabla 1. Categorización por generalidad de ideas previas. Tópico ADN

<b>Caso 1: Visita al rancho*</b>							
Pregunta identificada	%	Correcta	Incorrecta	Hipótesis identificadas	%	Correcta	Incorrecta
¿Qué es lo que tienen en común los organismos?	77.7	X		~El ADN	42.8	X	
				~Su estructura molecular y celular	28.5	X	
				~No contesto	28.7		
¿Qué se hereda de padres a hijos?	55.5		X	~Las células	80.0		X
				~No contesto	20.0		
¿Por qué la herencia es la responsable de la variabilidad genética?	55.5	X		~Por las complicaciones del ADN	40.0		X
				~Por las mezclas de dos tipos diferentes de ADN	60.0		X

\*Participación: 9 alumnos

En la tabla 1 se presentan las ideas previas de los estudiantes con relación al tópico de ADN; La primer y tercer pregunta muestra que son correctas pero solo la primera le corresponde de manera correcta sus hipótesis, por lo cual el porcentaje de preguntas correctas es 77.7 % y 55.5% en contraste, las hipótesis correctas de la primer pregunta decae al 42.8% y 28.5%.

Tabla 2. Categorización por generalidad de ideas previas. Tópico ARN

<b>Caso 2: Casi iguales*</b>							
Pregunta identificada	%	Correcta	Incorrecta	Hipótesis identificadas	%	Correcta	Incorrecta
¿Cuál es la forma en que se expresan las proteínas?	30.0	X		~Tienen estructuras diferentes	33.3	X	
				~Dependientes de los genes	33.3		
				~No contesto	33.3		
¿Cuál es el cambio en la estructura de las proteínas?	40.0		X	~Deben tener alguna diferencia.	50.0		X
				~Las proteínas están ordenadas diferente, lo que provoca que funcionen diferente.	25.0		X
				~No contesto	25.0		
¿Qué son las proteínas y cómo están estructuradas?	10.0	X		~Son las encargadas de dar energía al cuerpo y son estructuras cíclicas en forma de pentágono.	100.0		X

\*Participación: 10 alumnos

En la tabla 2 se presentan las ideas previas de los estudiantes con relación al tópico de ARN; La primer y tercer preguntas muestran que son correctas pero solo la primera le corresponde de manera correcta una hipótesis, por lo cual el porcentaje de preguntas correctas en este caso es 30.0 % y 10.0% pero en contraste a la única hipótesis correcta es de solo un tercio de los estudiantes que realizaron la primer pregunta.

Tabla 3. Categorización por generalidad de ideas previas. Tópico: cromosoma procarionte

<b>Caso 3: ¿y dónde están los genes?*</b>							
Pregunta identificada	%	Correcta	Incorrecta	Hipótesis identificadas	%	Correcta	Incorrecta
¿En qué parte de las células bacterianas se encuentran los genes?	63.3	X		~En los cromosomas	14.2	x	
				~En el núcleo	57.1		x
				~En el citoplasma	14.2		x
				~En el ADN, en el caso de virus en el ARN	14.2		x
¿Por qué los genes son la unidad básica de herencia?	45.4		X	~Es lo que se transmite	20.0		x
				~Son la unidad básica	20.0		x
				~Almacenan la genética	20.0		x
				~Su orden y función	20.0		x
				~Los genes son los que contienen ADN y los genes producen la herencia	20.0		x
¿Qué es una bacteria?	36.3		X	~Un microbio	25.0		x
				~Organismo microscópico de constitución básica	25.0		x
				~No contestó	50.0		x
¿Qué es un gen?	27.2		X	~Son la base de la herencia por que almacenan el ARN	66.6		x
				~Son la unidad básica de herencia	33.3	x	
¿Dónde están los cromosomas?	27.2		X	~En el ADN	33.3		x
				~En la célula, dentro del núcleo	33.3		x
				~No contestó	33.3		x
¿Cuál es la función de los genes de la bacteria?	9.0		X	~Son los que se transmiten de una generación a otra	100.0		x
¿Qué significa secuencia de genes?	27.2	X		~Es la manera en que los genes se ordenan o acomodan	100.0	x	

\*Participación: 11 alumnos

En la tabla 3 se presentan las ideas previas de los estudiantes con relación al tópico de cromosoma procarionte; la primer y séptima pregunta son correctas, por lo cual el porcentaje de preguntas correctas en este caso es de 63.3 % y 27.2% respectivamente; los estudiantes realizaron cinco preguntas incorrectas, las hipótesis que les corresponden a dichas preguntas son incorrectas excepto una, con relación a las hipótesis correctas son tres, una ellas corresponde a una pregunta incorrecta. Lo cual indica que no solo encontraremos preguntas e hipótesis correctas en ambos casos. En la última pregunta el porcentaje llega al 100.0% ya que los estudiantes que la realizaron tuvieron correcta su hipótesis.

Tabla 4. Categorización por generalidad de ideas previas. Tópico: cromosoma eucarionte

<b>Caso 4: La mosca de la fruta*</b>							
Pregunta identificada	%	Correcta	Incorrecta	Hipótesis identificadas	%	Correcta	Incorrecta
¿Cómo tal cantidad de genes están agrupados en este pequeño organismo?	100.0	X		~Por que están muy unidos	6.6		X
				~De forma tal que puedan vivir	13.3		X
				~Establecidos por todo el organismo	6.6		X
				~Están agrupados de tal manera que se enchinan (en forma de chinche)	6.6		X
				~Por su tamaño y cromosoma procariota	20.0		X
				~Dentro del núcleo	6.6	X	
				~Se agrupan en cadena en el ADN	6.6		X
				~Dentro del cromosoma que se encuentra dentro de la célula	6.6	X	
				~Se agrupan dependiendo de su función	6.6		X
~No contestó	20.0		X				
¿Qué son los genes y cómo están relacionados con la herencia?	53.3	X		~En los genes se encuentran los genes hereditarios	25.0		X
				~Forman parte del proceso de la herencia	12.5		X
				~Por que sus padres se los pasan	12.5		X
				~Por que son la herencia	12.5		X
				~Por que ellos llevan la información	12.5		X
				~Contienen la información en el ADN	12.5		X
				~No contestó	12.5		X

\*Participación: 15 alumnos

En la tabla 4 se presentan las ideas previas de los estudiantes con relación al tópico de cromosoma eucarionte; las dos preguntas realizadas son correctas, por lo cual el porcentaje de preguntas correctas en este caso es 100.0 %; con relación a las hipótesis correctas encontramos dos de la primer pregunta. Esto indica que la formulación de las preguntas fue correcta pero la hipótesis no, agregando de igual forma que estas dos hipótesis fueron contestadas correctamente por 13.2% de los estudiantes, obteniendo así el 6.6% en cada una de ellas.

Tabla 5. Categorización por generalidad de ideas previas. Tópico: relaciones alélicas.

<b>Caso 5: El papá de María Elena*</b>								
Pregunta identificada	%	Correcta	Incorrecta	Hipótesis identificadas	%	Correcta	Incorrecta	
¿Cuál es la causa de la hipertensión arterial?	27.2		X	~Se hereda de padres a hijos	33.3		X	
				~La hipertensión puede ser heredada	33.3		X	
				~El estrés	33.3		X	
¿Qué es la hipertensión arterial?	81.8	X		~Es una enfermedad que altera la presión arterial	77.7	X		
				~No contestó	22.2			X
¿Por qué la hipertensión es heredada?	72.7	X		~Porque todos la tenemos	37.5		X	
				~Es una enfermedad hereditaria	62.5			X
¿Por qué María resultó hipertensa mientras su hermano no?	36.3	X		~Es una enfermedad genéticamente heredable y su papá es portador de la enfermedad	50.0	X		
				~Las enfermedades genéticas se transmiten a todos los hijos	25.0			X
				~La hija recibe más genes del padre que de la madre	25.0			X

\*Participación: 11 alumnos

En la tabla 5 se presentan las ideas previas de los estudiantes con relación al tópico de relaciones alélicas; tres de las cuatro preguntas realizadas muestran que son correctas, con un porcentaje de 81.8%, 72.7 y 36.3% respectivamente; con relación a las hipótesis correctas encontramos dos, en la segunda y cuarta pregunta. Por lo cual, la formulación de las preguntas fue correcta pero en la mayoría de las hipótesis no, agregando de igual forma que estas dos hipótesis correctas fueron contestadas por el 77.7% y 50.0% de los estudiantes. Cabe mencionar que para la hipótesis del estrés esta es correcta pero al no encontrarse en la hoja del tutor se asignó como incorrecta.

Tabla 6. Categorización por generalidad de ideas previas. Tópico: relaciones no alélicas.

<b>Caso 6: Grupos sanguíneos*</b>							
Pregunta identificada	%	Correcta	Incorrecta	Hipótesis identificadas	%	Correcta	Incorrecta
¿Por qué el hospital solicitaba sangre de cualquier tipo para el enfermo?	61.5	X		~El paciente era receptor universal	50.0	X	
				~El hospital solicito cualquier tipo de sangre para recuperar la donación	50.0	X	
¿Cómo se hereda el tipo sanguíneo?	69.2	X		~El tipo de sangre se hereda por la combinación del tipo de sangre de sus padres	55.5	X	
				~Por la sangre que lleva esa información	44.4		X
¿Por qué los grupos sanguíneos están determinados por un solo gen?	76.9	X		~Por que existen diferentes tipos de alelos en el gen, el cual determina el grupo sanguíneo	30.0	X	
				~Un solo gen almacena la información	30.0		X
				~Existe poca diferencia entre los tipos y posiblemente sea el que haga compatible la sangre	10.0		X
				~Por que en un solo gen hay variaciones de cromosomas	10.0		X
				~Por que un solo gen hace la diferencia	10.0		X
				~Por que en cada persona es diferente el tipo de sangre	10.0		X

\*Participación: 13 alumnos

En la tabla 6 se presentan las ideas previas de los estudiantes con relación al tópico de relaciones no alélicas; las tres preguntas realizadas son correctas, por lo cual el porcentaje de preguntas correctas en este caso es de 61.5%, 69.2% y 76.9% respectivamente; con relación a las hipótesis correctas encontramos cuatro, dos ellas ubicadas en la primer pregunta y las dos restantes ubicadas en la segunda y tercera pregunta. Las hipótesis restantes son incorrectas aunque sus preguntas sean correctas.

Tabla 7. Categorización por generalidad de ideas previas. Tópico: mutación.

<b>Caso 7: Los mosquitos*</b>							
Pregunta identificada	%	Correcta	Incorrecta	Hipótesis identificadas	%	Correcta	Incorrecta
¿Por qué no todos los mosquitos murieron?	93.3	X		~Por que unos se hicieron potentes a esta formula	20.0		X
				~En la región hay demasiados arboles y por lo tanto existen los mosquitos	7.1		X
				~Los mosquitos lograron adaptarse y evolucionaron de tal forma que el insecticida no les hizo daño	14.2		X
				~Porque escaparon y o no les afecto el insecticida	7.1		X
				~Dejaron crías en el charco	7.1		X
				~Porque algunos resultaron más resistentes al DDT y estos se reprodujeron heredando esa cualidad a sus hijos	7.1	X	
				~Existen algunos mosquitos con mucho mejor capacidad de supervivencia	7.1		X
				~Algunos mosquitos sobrevivieron, mutaron y se reprodujeron	7.1		X
				~Por que el DDT no hace efecto	14.2		X
				~No contestó	7.1		X
¿Qué es el D.D.T.?	86.6		X	~Es un insecticida contra los mosquitos	69.2		X
				~Es un fumigante hecho de diferentes químicos	15.3		X
				~Es una sustancia que altera el sistema del mosquito	7.6		X
				~No contestó	7.6		X
¿Qué fue lo que hizo resistente a los mosquitos?	33.3		X	~Una parte del mosquito se adapto	40.0		X
				~Por que el fumigante no era muy efectivo	20.0		X
				~El mosquito mutó	20.0		X
				~No contestó	20.0		X

\*Participación: 15 alumnos

En la tabla 7 se presentan las ideas previas de los estudiantes con relación al tópico de mutación; se realizaron tres preguntas, de las cuales solo la primera es correcta con un porcentaje de 93.3%; con respecto a las hipótesis correctas se encontró solo una ubicada en la primer pregunta, lo que contrasta drásticamente, ya que fue la pregunta para la cual se realizaron nueve hipótesis y solo el 7.1% de los estudiantes tuvo la hipótesis correcta.

Tabla 8. Categorización por generalidad de ideas previas. Tópico: flujo génico.

<b>Caso 8: Las fotos de Carlos*</b>							
Pregunta identificada	%	Correcta	Incorrecta	Hipótesis identificadas	%	Correcta	Incorrecta
¿Por qué las serpientes de la misma especie están tanto en el lago como en las islas?	33.3		X	~Por alguna mutación ~Por que son muchas	25.0 75.0		X X
¿Por qué en las islas cercanas habitan serpientes con bandas y sin ellas?	80.0	X		~Por el proceso de adaptación unas serpientes no evolucionaron ~Por la variedad biológica ~Por el ambiente de las islas y por alguna mutación ~Son subespecies de la misma y la selección natural se encargó de darle variedad a las serpientes dependiendo del lugar que habita ~Migran al no tener alimento ~Por que a sí lo marcan sus genes ~Por que hay variación	9.0 18.0 27.0 9.0 9.0 27.0	X	X X X X X X
¿Qué es una emigración?	6.6		X	~Es el cambio de vida	100.0		X

\*Participación: 15 alumnos

En la tabla 8 se presentan las ideas previas de los estudiantes con relación al tópico de flujo génico; para este caso los estudiantes realizaron tres preguntas de las cuales una es correcta con un 80.0%; con relación a las hipótesis correctas encontramos solo una hipótesis correcta con un 9.0%; cabe destacar que dicha hipótesis está ubicada dentro de una pregunta incorrecta.

Tabla 9. Categorización por generalidad de ideas previas. Tópico: recombinación genética.

<b>Caso 9: Las hijas de Antonio y Andrea*</b>							
Pregunta identificada	%	Correcta	Incorrecta	Hipótesis identificadas	%	Correcta	Incorrecta
¿Por qué las dos niñas no se parecen?	93.7	X		~Por la biología	26.6	X	X
				~Por que se heredan distintos genes	13.3		
				~Por el papá y la mamá	6.6		
				~Porque su código genético es diferente	46.6		X
				~No contesto	6.6		
¿Por qué se puede tener hijos que se parezcan a las dos familias?	37.5		X	~Se heredan características de ambos padres	33.3		X
				~Por la influencia de los genes de las dos familias	50.0		X
				~No contesto	16.6		X
¿Por qué María se parece a la familia paterna y Karina a la familia materna?	100.0	X		~En María dominaron los genes del padre y en Karina fueron los de la madre	25.0		X
				~Solo tiene cada una el 50% de os genes de sus padres	12.5		X
				~Por el sexo	6.2		X
				~Por la primer ley de Mendel	31.2		X
				~Por que los genes de los padres se pueden recombinar	25.0		X

\*Participación: 16 alumnos

En la tabla 9 se presentan las ideas previas de los estudiantes con relación al tópico de recombinación genética; hay dos preguntas correctas, con un porcentaje de 93.7% y 100.0% respectivamente; con relación a las hipótesis correctas encontramos tres, dos ellas ubicadas en la primer pregunta y la restante en la tercer pregunta, todas pertenecen a preguntas correctas.

Tabla 10. Porcentaje general de preguntas e hipótesis.

Caso	Tópico	Porcentaje de preguntas		Porcentaje de hipótesis	
		Correctas	Incorrectas	Correcta	Incorrecta
1	ADN	66.6	33.4	40.0	60.0
2	ARN	66.6	33.4	20.0	80.0
3	Cromosoma procarionte	28.5	71.5	15.7	84.3
4	Cromosoma eucarionte	100.0	0.0	11.7	88.3
5	Relaciones alélicas	75.0	25.0	20.0	80.0
6	Relaciones no alélicas	100.0	0.0	40.0	60.0
7	Mutación	33.3	66.7	5.5	94.5
8	Flujo génico	33.0	67.0	10.0	90.0
9	Recombinación genética	66.6	33.4	23.0	77.0
	Media total	63.3	36.7	20.7	79.3

En la tabla 10 se muestran los porcentajes generales de las preguntas e hipótesis realizadas por los estudiantes, los tópicos que presentan el 100% de sus preguntas correctas son: cromosoma eucarionte y relaciones no alélicas pero el 88.3% y el 60.0% de sus hipótesis son incorrectas, para el tópico de mutación el 33.3% de sus preguntas fueron correctas y el 94.5% de sus hipótesis fueron incorrectas, este fue el que más hipótesis incorrectas presentó.

Tabla 11. Media de porcentajes generales de pregunta e hipótesis realizadas por estudiantes.

Caso	Tópico	Media de % de pregunta		Media de % de hipótesis		
		Correcta	Incorrecta	Correcta	Incorrecta	No contestó
1	ADN	66.6	55.5	35.7	60.0	24.4
2	ARN	20.0	40.0	33.3	52.1	29.2
3	Cromosoma procarionte	45.3	29.0	49.2	33.5	41.7
4	Cromosoma eucarionte	76.7	0.0	6.6	11.8	16.3
5	Relaciones alélicas	63.6	27.2	63.9	35.7	22.2
6	Relaciones no alélicas	69.2	0.0	46.4	19.1	0.0
7	Mutación	93.3	60.0	7.1	18.3	11.6
8	Flujo génico	80.0	20.0	9.0	33.2	0.0
9	Recombinación genética	96.9	37.5	28.3	23.9	11.6
	Totales	67.9	29.9	31.0	32.0	17.4

En la tabla 11 se muestran de manera general las medias de los porcentajes de preguntas e hipótesis de los tópicos seleccionados. Se tomo la media del número de los estudiantes que realizaron las mismas preguntas e hipótesis, para los tópicos de recombinación genética y mutación el 96.9% y el 93.3% de los estudiantes realizaron las mismas preguntas correctas, los porcentajes de estudiantes que realizaron las mismas hipótesis correctas para los tópicos de relaciones alélicas y cromosoma procarionte son de: 63.9% y 49.2%. En el total de la media general de las columnas de preguntas e hipótesis correctas muestran una variación 67.9% y 31.0% respectivamente. En lo que respecta a las columnas de pregunta y respuesta incorrecta baja la variación entre los totales generales, 29.9% y 32.0%, la columna que especifica la parte de los estudiantes que no contestaron contiene una media total de 17.4% por lo tanto, existe una variación mayor de hipótesis incorrectas.

Tabla 12. Media de porcentajes generales de la persistencia de ideas previas incorrectas

Caso	Tópico	Media de % de respuestas correctas	Media de % de persistencia de ideas previas incorrectas
1	ADN	100.0	0.0
2	ARN	70.8	29.2
3	Cromosoma procarionte	51.0	49.0
4	Cromosoma eucarionte	71.9	28.1
5	Relaciones alélicas	75.0	25.0
6	Relaciones no alélicas	55.0	45.0
7	Mutación	57.5	42.5
8	Flujo génico	63.8	36.3
9	Recombinación genética	52.0	48.0
	Media total	66.3	33.7

En la tabla 12 se muestran las medias de los porcentajes de las respuestas correctas de los estudiantes en el cuestionario aplicado al final de la revisión de los casos (anexo 4) para el tópico de ADN los estudiantes contestaron de forma correcta todas las preguntas presentando así un valor de cero para la persistencia de ideas previas incorrectas; no así para los tópicos de cromosoma procarionte y recombinación genética presentan una disminución mínima de la persistencia de ideas previas incorrectas.

Tabla 13. Comparación entre las hipótesis incorrectas iniciales y su persistencia final.

Caso	Tópico	Media de % de hipótesis incorrectas y no contestadas	Media de % de persistencia de ideas previas incorrectas
1	ADN	84.4	0.0
2	ARN	81.3	29.2
3	Cromosoma procarionte	75.2	49.0
4	Cromosoma eucarionte	28.1	28.1
5	Relaciones alélicas	57.9	25.0
6	Relaciones no alélicas	19.1	45.0
7	Mutación	29.9	42.5
8	Flujo génico	33.2	36.3
9	Recombinación genética	35.5	48.0
	Media total	49.4	33.7

En la tabla 13 se realizó una comparación entre la media de porcentaje de hipótesis incorrectas y no contestadas que los estudiantes realizaron para cada uno de los casos y la media de las respuestas incorrectas obtenidas del cuestionario (anexo 4) a la cual se designó como persistencia de ideas previas. ADN fue el tópico que presenta un valor de cero de persistencia de ideas previas, la media total de persistencia de ideas previas es de 33.7 la cual muestra una disminución en comparación a la media total de porcentaje de hipótesis incorrectas y no contestadas.

# 6.

## DISCUSIÓN

### 6.1

#### De la primera etapa

#### 6.1.1

#### Elaboración de casos

### 1) Comparación de los programas de estudio

Se realizó una comparación de los programas de estudio de los sistemas educativos ENP y CCH. (Anexo 1) se buscó la ubicación de la materia de los tópicos seleccionados dentro de los planes de estudio. En el CCH el sistema es semestral, los tópicos seleccionados se imparte en Biología III, en quinto semestre. La ENP tiene un ciclo anual y se imparte en Biología V, por lo que se ofrece en el sexto año; en los dos planes se lleva a cabo durante el último año de EMS por lo que se considera una materia importante para el paso a la educación superior. En los dos planes la asignatura de Biología es obligatoria para los estudiantes que cursan el área II: ciencias biológicas y de la salud, también se presenta como optativa para los estudiantes que cursan el área I y las ingenierías.

Ambos planes de estudio presentan filosofías definidas, los propósitos en el CCH son cuatro: los dos primeros están relacionados a comprender los contenidos del plan de estudio, los dos restantes son para el desarrollo de habilidades y actitudes, para adquirir una actitud crítica y responsable ante los problemas que se planteen. En la ENP son seis: el primero es para los contenidos, el segundo se refiere a los contenidos y su relación ciencia-tecnología-sociedad, el tercero y cuarto hacen referencia a las habilidades para investigación y trabajo de laboratorio, el quinto y sexto son con base en el desarrollo de actitudes. Un punto discrepante en los objetivos en los dos planes de estudio es que en la ENP se hace mención en tres de los propósitos a la resolución de problemas, aunque en el CCH solo son cuatro presenta una integración de los conocimientos, habilidades y actitudes que se esperan desarrollar en los estudiantes.

Los contenidos temáticos en el CCH son dos (hay que recordar que el sistema es semestral) y están en forma de preguntas, en comparación con la ENP que son seis y están escritos en forma de oración y concepto único. El enfoque de la materia que se da en los dos planes de estudio es similar ya que presentan un enfoque integral por que toman en cuenta los conceptos, habilidades, actitudes y valores. En lo que respecta al enfoque disciplinario en los dos planes de estudio son diferentes en dos puntos: en el CCH se propone el análisis histórico y su relación con la ciencia-tecnología-sociedad, en la ENP se hace mención del aspecto cognoscitivo y la investigación como base metodológica, los puntos que comparten son por que ofrecen un enfoque evolutivo y las propiedades de los sistemas vivos. El enfoque didáctico es

muy puntual en el CCH ya que hace mención de que es constructivista, centrado en el estudiante y en la ENP no se explica.

El CCH propone una evaluación continua en tres tiempos: inicial o diagnóstica, formativa y sumativa; en la ENP, también consideran un sistema de evaluación diagnóstica y proponen un seguimiento permanente, de modo que tiene que servir como indicador del proceso enseñanza-aprendizaje. El perfil de egreso del estudiante en el CCH está más detallado y presenta puntos integrales de la relación ciencia-tecnología-sociedad, en la ENP se le da énfasis a la resolución de problemas. La bibliografía que recomienda el plan de estudios del CCH es puntual y son libros de biología general, con criterios de inclusión a consideración del docente, en la ENP son libros de biología, genética, artículos científicos, la cual presenta algunos problemas de actualización porque la bibliografía en algunos casos tiene más de 30 años de haber sido publicada.

## **2) Ubicación de los tópicos seleccionados**

Para la ubicación de los tópicos seleccionados se realizó un cuadro comparativo (anexo 2) de los dos planes de estudio (CCH y ENP), el criterio que se utilizó para la elección de los tópicos es que se encontraran dentro de los planes de estudio bajo el mismo enfoque, los casos desarrollados fueron realizados en orden que propone el programa de estudio del CCH, se elaboraron nueve casos, los cuales cubren toda la unidad II del quinto semestre de biología III, en la ENP se presentan en las unidades 3 y 5 del sexto año de biología V, para así elaborar la malla curricular (anexo 2a)

## **3) Elección de temas para la elaboración de casos**

Para la elección de los temas se tomó en cuenta el programa de estudio del CCH, para realizarlos se consideraron sucesos reales, de una estructura no compleja y atractivos para los estudiantes, Reigeluth, C. (2000) considera que una de las claves del éxito del ABP es que los problemas sean interesantes, pertinentes y atractivos de resolver, tienen que estar definidos y estructurados ya que la motivación juega un papel importante para la resolución del problema. Según la categorización de Caballer, J. y Oñorbe, A. (1997) los problemas para los casos de esta investigación se clasifican en problemas cuestiones y problemas investigaciones, ya que van dirigidos a la adquisición de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales hacia la ciencia y sus métodos de trabajo.

Para los casos se buscó que contuvieran las siguientes características: activación de las ideas previas de los estudiantes, que fuesen específicos y tuvieran relación con hechos reales, se consideraron las dos guías que proponen Savery, J. y Duffy, T. (1995) para la elaboración de problemas: los problemas contienen o engloban conceptos y principios relevantes en función de los objetivos del programa, los

problemas deben ser reales e interesantes, también se siguieron los cinco pasos indicados por Duch, B. (1996, 2001):

1. Se eligió la idea central o concepto, con base en el programa de estudio.
2. Se desarrolló un texto considerando la realidad, para el desarrollo de la narración.
3. El problema se presentó en una sola parte.
4. Se elaboró el material para el tutor.
5. Se identificaron las fuentes de información.

Los casos tienen tres componentes integrados: a) contexto del problema: el texto incluyó algunos factores que lo rodean; b) representación o simulación del problema: fueron en forma de relato sobre un conjunto de acontecimientos que conducen a un problema que es necesario resolver; c) espacio de simulación: presentó herramientas necesarias para que el estudiante manipulara el problema (preguntas y desarrollo de hipótesis). Reigeluth, C. (2000) considera que estos tres componentes han de estar integrados en el entorno para cumplir con los fines del modelo de ABP.

Para la elaboración de los casos se tomaron en cuenta, experiencias personales y familiares, artículos científicos, problemas de libros de biología, casos reales también significa que sean pertinentes, interesantes, respetuosos hacia los valores, creencias, nivel sociocultural y costumbres de los estudiantes. El punto de partida para la elaboración de los casos fue en todos ellos los conceptos implicados en los planes de estudio para desarrollar después el texto y contexto del mismo. Los casos presentan un texto breve y de escritura sencilla.

La complejidad de los problemas realizados fue un híbrido de los tres niveles propuestos por Duch, B. (1996) con base en el nivel cognitivo de Bloom, ya que fueron problemas típicos confinados a comprensión de conceptos, según Bloom es el nivel de comprensión; los problemas se contaron como historias o relatos en los que se pudieron hacer toma de decisiones, ubicándose en los niveles de Bloom en comprensión o aplicación, en todos los casos no estuvo disponible toda la información en el problema por lo que los estudiantes tuvieron que investigar, tomar juicios y decisiones acerca de la información obtenida, ubicándose en el nivel de análisis, síntesis y evaluación

## 6.2

### De la segunda etapa

#### 6.2.1

#### Validación de casos

##### 1) Aplicación de los casos en un grupo de pares

Cuando los primeros casos fueron terminados se realizó una prueba piloto en este caso con profesores-estudiantes del curso-taller: Optativa de Apoyo al Desarrollo de Tesis, de la Maestría en Docencia para la

Educación Media Superior, todos ellos de profesión biólogos y actuarios, profesores de escuelas de medio superior tanto públicas como privadas.

## **2) Validación de casos en su primera versión**

En la prueba piloto los profesores actuaron como estudiantes, ya que se les pidió que contestaran hasta identificación de áreas u objetivos de aprendizajes. Esta actividad multidisciplinaria enriqueció los casos ya que los comentarios que se realizaron ayudaron a la revisión y corrección de estilo de los casos, lo cual sirvió para validar los casos en su primera versión.

## **3) Validación de casos por un grupo de expertos (segunda versión)**

Los casos elaborados en su primera versión fueron presentados a un grupo de cinco expertos en la metodología de ABP y específicamente en elaboración y validación de casos, a este punto se le conoce como: sistema de revisión por expertos (peer review), Campanario, J. (2002) considera que en este proceso deben de intervenir dos o más expertos para determinar la validez del texto y si cumplen con los objetivos de aprendizaje.

Los expertos indicaron si los casos correspondían a los objetivos de aprendizaje tanto de contenido como formativos, si el texto era claro y conciso, si presenta situaciones reales, si eran adecuados para el nivel cognoscitivo de los estudiantes a los que van dirigidos, si estimulaba a los estudiantes a la solución y que no les sobre o les falten objetivos de aprendizaje. Washington, E. *et al.* (1999) consideran a esto validez de contenido, este método de validación es importante para lograr la eficacia del ABP.

Las modificaciones que los expertos sugirieron a los casos fueron en relación a palabras, frases u oraciones ya que no estaban bien estructuradas o no se entendían, en otros, los casos fueron anulados por que perseguían otros objetivos de aprendizaje. La validación que se les pidió a los expertos fue que el total de ellos estuvieran de acuerdo con el caso. Después de realizadas las modificaciones a los casos, estos estuvieron listos para ser presentados a un grupo de estudiantes, quedando así lista la segunda versión validada de los casos.

### **6.3**

#### **De la tercera etapa**

##### **6.3.1**

#### **Aplicación y validación final**

### **1) Explicación del método de ABP**

Los casos elaborados fueron presentados a un grupo de estudiantes de EMS pertenecientes al CCH, que estuvieran cursando biología III y que fueran estudiantes regulares e inscritos, el tiempo total de las sesiones fue de 32 horas, en concordancia con el programa de estudio. Durante la aplicación de los

casos la tutora realizó preguntas de aclaración de situaciones, aclaración de puntos de vista y enfoques, análisis de implicaciones y se examinaron las ideas hipotéticas que los estudiantes realizaron; para Paul, R. y Elder, L. (1996a) realizar este tipo de preguntas ayuda al desarrollo de la metacognición de los estudiantes, con la finalidad de que todo lo que se está hablando se traduzca en conceptos e información concreta para el caso, ya que es muy fácil que durante la participación en plenaria se pueda perder el rumbo del caso y no concluir en los objetivos de aprendizaje para los que fueron hechos los casos.

Según las etapas propuestas por Piaget los estudiantes que cursan la EMS están en la etapa operacional formal, porque piensan de manera más lógica, piensan más como científicos, diseñan planes para resolver problemas y utilizan un razonamiento hipotético deductivo, por lo que pueden desarrollar hipótesis acerca de la forma de resolver problemas.

## **2) Experiencias de los estudiantes con el ABP**

Cuando se explicó el método del ABP a los estudiantes ellos no lo comprendieron del todo, aunque no hubo preguntas al principio de las sesiones de trabajo, después fue cuando ellos comenzaron a preguntar y entender el proceso, al inicio de las sesiones solo asistían 9 estudiantes y por lo general llegaban 30 minutos después de iniciada la clase; no entendían el por qué ellos tenían que hacer el trabajo, hacer escritos y algunos estudiantes querían trabajar solos no querían ser incluidos en grupos de trabajo, por lo que durante las primeras sesiones hubo que hablar con ellos, y la tutora no permitió que se trabajara de forma aislada ya que el ITESM, (2003) consideran que al analizar la información, trabajando en grupos de discusión, es importante para el desarrollo social y metacognitivo de los estudiantes, por que al hablar o intercambiar información con sus pares son capaces de darse cuenta de su avance o retraso académico. Vygotsky, considera que las destrezas cognitivas son mediadas por palabras, lenguaje y formas de discurso que sirven como herramientas psicológicas para facilitar y transformar la actividad mental y estas destrezas tienen sus orígenes en las relaciones sociales y están inmersas en un ambiente socio cultural. Algunos estudiantes mencionaron que los casos de ABP eran difíciles, ya que ellos no sabían realizar y formular hipótesis, sus trabajos de investigación bibliográfica presentaban deficiencias tanto de escritura como de búsqueda y síntesis de información, por lo cual se les pidió que por equipo trajeran dos libros de la bibliografía recomendada para cada caso y el tutor tuvo que llevar una computadora portátil para poder tener acceso a internet por lo cual durante las sesiones se les enseñó a buscar y seleccionar información. Reigeluth, C. (2000) menciona que las abundantes fuentes de información representan una parte fundamental para la resolución de los casos de ABP, en la actualidad internet es un medio de almacenaje por tratarse de un poderoso conector que permite que los usuarios tengan acceso a los recursos de la red, sin embargo, la sobreabundancia y proliferación de elementos sin rigurosidad académica de las páginas

Web, obliga a ser selectivos en el uso y recomendación de la práctica de navegación en internet para un propósito concreto.

En la medida en que los estudiantes observaron sus logros fueron adquiriendo habilidades y actitudes además de haber aprendido la temática de la unidad, fueron identificando sus capacidades y comenzaron a encargarse de su propio aprendizaje, los estudiantes comenzaron a llegar a clases puntualmente, el trabajo escrito mejoró, los equipos se manejaban con más seguridad al momento de ofrecer sus argumentos y respetaban a los demás miembros del equipo como del grupo. Los estudiantes entendieron su rol y la del tutor, al final de la aplicación de los casos los estudiantes se sintieron satisfechos con su participación y las sesiones terminaron con la totalidad de asistencia del grupo que eran 16 estudiantes (comunicación personal de los estudiantes) la evolución que presentó el grupo concuerda con lo mencionado por el ITESM, (2003) considera que existen cinco momentos en la evolución de un grupo de ABP: etapa de inicio: son estudiantes con desconfianza, dificultad para entender y asumir su rol, presentan resistencia al cambio; segunda etapa: presentan ansiedad sienten que no avanzan y consideran que el ABP es complicado; tercera etapa: van tomando conciencia de su propio aprendizaje, desarrollan la habilidad de discernir la información; cuarta etapa: presentan seguridad y autosuficiencia, existe un intercambio fluido de información; quinta etapa: los estudiantes comprenden el ABP y son respetuosos con todo el grupo.

La profesora titular del grupo en el que se aplicaron los casos consideró que en general los estudiantes lograron los objetivos de aprendizaje para los cuales fueron realizados los casos y lo más importante obtuvieron y desarrollaron habilidades de búsqueda y síntesis de información, trabajo en equipo, discusión en grupo, así como actitudes de interés hacia la ciencia, respeto y puntualidad, que son muy importantes para el desarrollo personal del estudiante (comunicación personal de la profesora M en C. Villar Carmona Nilsa)

### **3) Retroalimentación**

Finalmente los estudiantes por equipo contestaron un cuestionario de retroalimentación para todos los casos (anexo 5) con el propósito de considerar cambios a los casos, las preguntas que se realizaron fueron de tipo opinión-comentario, por que se exploró la comprensión del caso, se preguntó acerca de oraciones, frases o palabras que no comprendían, si la redacción era clara, si existían palabras o frases que los distrajeran y llevaran el caso por otros objetivos, si existían palabras, frases u oraciones que facilitarían el texto y si consideraban podían redactar el caso como ellos pensarían que estaría mejor.

### **4) Validación final de los casos**

Los cuestionarios de retroalimentación de los casos fue proporcionada a expertos en ABP para que consideraran las propuestas, comentarios y sugerencias que los estudiantes realizaron a los casos, se realizaron las modificaciones pertinentes quedando así lista la última versión validada de los casos, los cuales se pueden aplicar en un curso formal.

## 6.4

### De la cuarta etapa

#### 6.4.1

#### Obtención de ideas previas

##### 1) Generalidad y persistencia

Para la obtención de las ideas previas, se identificaron, categorizaron y se establecieron agrupaciones por generalidad a preguntas con sus respectivas hipótesis que los estudiantes realizaron a cada uno de los casos de ABP aplicados en clases, (tablas 1-9) la clasificación por generalidad de preguntas e hipótesis estuvo ligada a las peculiaridades de los hechos físicos presentados en cada uno de los casos utilizados para conocer las ideas previas de los estudiantes. Solano, I. *et al.* (2000) denominan a este tipo de indagación: descriptivos dependientes de los hechos físicos. La caracterización por generalidad realizada de las ideas previas fue con base a porcentajes, los cuales permitieron resaltar su universalidad; la cual puede quedar matizada por la manera en que el lenguaje es utilizado por los estudiantes, así como la influencia del contexto y formas de cuestionamiento con las que se lleva a cabo su averiguación.

Para considerar correctas o incorrectas las ideas previas (tabla 10) se utilizó el criterio de afinidad de las preguntas e hipótesis de los estudiantes con base en la hoja del tutor, las hipótesis que los estudiantes ofrecieron para algunos casos son ambiguas y presentaron falta de precisión e información, por lo cual se ubicaron en incorrectas para eliminar la ambigüedad, el caso cinco presentó una hipótesis correcta para la pregunta ¿Cuál es la causa de la hipertensión arterial? el 33.3% de los estudiantes respondieron que es el estrés pero al no encontrarse esa respuesta en la hoja del tutor se decidió agruparla en hipótesis incorrectas aunque esta sea parte correcta. Para los tópicos de: cromosoma eucarionte y relaciones no alélicas el 100% de las preguntas realizadas por los estudiantes fueron correctas; para el tópico de relaciones alélicas de: 75%; ADN, ARN y recombinación genética fue de: 66.6%; para mutación y flujo génico correspondió al 33.3% y cromosoma procarionte de: 28.5%, en lo que respecta a las hipótesis realizadas por los estudiantes los tópicos de ADN y ARN son los que obtuvieron el mayor porcentaje de hipótesis correctas ambos con un 40%, recombinación genética presentó un 23% de sus hipótesis correctas, ARN y relaciones alélicas presentaron el 20%, para cromosoma procarionte fue de:

15.7%, cromosoma eucarionte 11.7%, flujo génico fue de 10%, el tópico de mutación fue el que obtuvo el menor porcentaje de hipótesis correctas con el 5.5%.

Por lo cual el 63.3 % de las preguntas y el 20.7% de las hipótesis se consideran correctas, el resultado de la variación se debe a que una pregunta puede tener más de una hipótesis así como estudiantes que no contestaron, por lo que surge una pregunta: ¿por qué los estudiantes realizan o estructuran las preguntas de forma adecuada y ofrecen hipótesis incorrectas o no aceptables? una posible explicación es que los estudiantes realizan preguntas adecuadas porque son elaboradas de forma simple y estas al ser dependientes de los hechos físicos presentados en cada caso de ABP su estructura es concreta y específica, al contrario de las hipótesis, uno de los problemas es que los estudiantes tienen confusión de conceptos y explican con base a su experiencia personal lo que es difícil dar hipótesis correctas, por lo cual el abanico de posibilidades para responder es más amplio o tan reducido que no contestan.

Para obtener las medias generales de los porcentajes del número de los estudiantes por caso de ABP que realizaron las mismas preguntas e hipótesis, se realizó la tabla 11; la cual contiene los nueve casos. Los tópicos de mutación, flujo génico y recombinación genética, presentan un mayor porcentaje de estudiantes que formularon preguntas correctas 93.3%, 80.0% y 96.9, respectivamente, a diferencia de los tópicos de ARN y cromosoma procarionte ya que la media es de 20.0% y 45.3%, respectivamente, esto se debe a que los tópicos de mutación, flujo génico y recombinación genética fueron los tres últimos casos presentados en clase con los cuales los estudiantes estaban más familiarizados con el método, por lo tanto, podían tener más facilidad de estructurar preguntas de forma correcta, lo contrario ocurrió para los tópicos de ARN y cromosoma procarionte ya que estos fueron el segundo y el tercer caso vistos en clases. En lo que respecta al apartado de hipótesis correctas, los tópicos de relaciones alélicas, relaciones no alélicas y cromosoma procarionte tienen una media de 63.9% 46.4% y 49.2% respectivamente; las hipótesis correctas que presentaron los resultados más bajos fueron: cromosoma eucarionte, mutación y flujo génico con: 6.6%, 7.1% y 9.0%, estas diferencias entre las hipótesis correctas se atribuye a que los estudiantes estructuraron las hipótesis conforme a sus conocimientos y experiencias personales, si los estudiantes presentan confusión entre conceptos generan hipótesis incorrectas, también hay que considerar que para una pregunta existe más de una hipótesis (sea correcta o incorrecta) y también existieron estudiantes que realizaron preguntas pero no dieron las hipótesis, por lo cual el porcentaje de hipótesis correctas descendió. Hay un dato importante que se repite en las columnas de pregunta incorrecta e hipótesis no contestada, el cual es cero, este valor se debe a que los estudiantes para el caso de cromosoma eucarionte y relaciones no alélicas, no efectuaron preguntas incorrectas, del mismo modo ocurrió en las hipótesis no contestadas en los casos de relaciones no alélicas y flujo génico.

Las preguntas e hipótesis que para este trabajo se consideraron como incorrectas son ideas previas que han sido reportadas en la literatura, Bugallo, A. (1995) y Ayuso, G. y Banet, E. (2002), encontraron que los estudiantes presentan dificultades con los términos conceptuales: ADN, ARN, gen, cromosoma, cromátida y proteína; esto concuerda con los resultados obtenidos en esta tesis, las ideas previas encontradas en los estudiantes al aplicar los casos de ABP de los tópicos: ADN, ARN, cromosoma procarionte y eucarionte, los estudiantes establecen un significado ambiguo e incorrecto por lo que tiene confusión acerca de la estructura, función y ubicación de estas estructuras biológicas, por tal motivo tienen ideas previas erróneas por darles un mismo significado y función, por lo cual no pueden hacer relaciones entre conceptos.

En lo que respecta a los tópicos de relaciones alélicas y no alélicas, los estudiantes a los que se les aplicó los casos de ABP tiene ideas previas generales, consideran que la dominancia es una acción de poder por lo que existen genes fuertes y débiles, esto se ve reflejado en la forma, tamaño y función del gen, ya que entre más grande un gen tiene más poder para dominar a los débiles. Las ideas previas que los estudiantes tienen de herencia intermedia, refleja la confusión y mezcla de conceptos básicos como: gen, alelo, cromosoma, cromátida, también consideran la co-dominancia como una combinación de genes que da como resultado un nuevo organismo con características intermedias de los progenitores, pero también se puede recibir más genes de alguno de los dos progenitores, esto concuerda con lo encontrado por Hackling, M. (1982)

De igual forma los estudiantes tienen ideas previas erróneas acerca de: mutación, flujo génico y recombinación genética, consideran la mutación como inmunidad algo necesario para sobrevivir a los cambios inesperados del ambiente, por lo que su idea previa general es que los organismos al verse en dificultades para poder sobrevivir y dejar descendencia elijen mutar de forma específica quedando así adaptados y evolucionados como especie. Esto corresponde a lo encontrado por Ayuso, G. y Banet, E. (2002) el cual dice que los estudiantes piensan que las mutaciones tienen su origen en la necesidad y no relacionan este proceso con variaciones en el material genético. Barrabín, J. y Grau, R. (1996) encontraron que los estudiantes tienen presente ideas lamarckianas, naturalistas y teológicas, dependiendo del contexto las utilizan y bloquean la comprensión de una explicación darwiniana. Para el caso de flujo génico, los estudiantes de este estudio no consideran que el flujo génico sea una fuente de variación genética, lo mismo reportan Ayuso, G. y Banet, E. (2002) algo parecido ocurre para el tópico de recombinación genética ya que no reconocen la reproducción sexual como fuente de variación genética en las poblaciones, para el caso de la descendencia los estudiantes consideran que los genes se mezclan y se distribuyen, en donde el parecido con el progenitor depende del número de genes que tenga de cada uno de los progenitores, Driver, R. *et al.* (1999) mencionan que los estudiantes comprenden que los genes son

los responsables de las semejanzas entre los progenitores y su descendencia pero no ofrecen ninguna explicación aceptable o correcta al fenómeno.

Una de las principales características de genética que complican su estudio es la comprensión de los tópicos a partir de las consideraciones micro-macro de la ejemplificación de los fenómenos que provocan los cambios en su entorno, desde el origen de esas transformaciones que suceden en periodos largos de evolución con condiciones genéticas muy precisas dentro de las especies. Por lo cual, las ideas previas que se identificaron en esta tesis obedecen a la edad de los estudiantes, las cuales se forman a partir de la necesidad que tienen de comprender los distintos fenómenos con los que están en contacto, la forma en que son validadas estas ideas previas es en función al consenso de pares, por lo que existe un límite de aplicación de estas ideas previas. Las ideas previas de los estudiantes presentan flexibilidad (depende del fenómeno que expliquen) si los estudiantes consideran que existen semejanzas entre fenómenos extrapolan sus explicaciones, por el contrario, si piensan que algunos fenómenos no están relacionados (aunque científicamente lo estén) comienzan a elaborar ideas previas distintas.

Después de finalizados los casos de ABP a los estudiantes se les aplicó un cuestionario (anexo 4) el cual contuvo todos los tópicos (la pregunta 15 se eliminó por considerarse errónea para el tópico destinado, la pregunta 10 se consideró correcta pero hay que agregar más información en el inciso correcto ya que es ambiguo) las respuestas incorrectas se les designo como persistencia de ideas previas. El tópico de ADN presentó el 100% de respuestas correctas por lo que tiene un valor de cero de persistencias de ideas previas incorrectas, no así los tópicos de cromosoma procarionte y recombinación génica, ya que su media de respuestas correctas fue de 51.0% y 52.0%, por lo cual existe el 49.0% y 48.0% de persistencia de ideas previas incorrectas. Para algunos tópicos bastó solo un caso, por ejemplo ADN, pero para los tópicos que presentan un porcentaje elevado de persistencias de ideas previas incorrectas es necesario reforzarlos con más casos de ABP.

En comparación entre las hipótesis incorrectas realizadas por los estudiantes para cada caso y la persistencia de estas al final (con base en las respuestas incorrectas del cuestionario, tabla 13) el tópico de ADN presentó un promedio de 84.4% de sus hipótesis iniciales incorrectas y no contestadas, pero es el que presenta un valor de cero en la persistencia de ideas previas incorrectas, la media total de las hipótesis iniciales incorrectas y no contestadas fue de 49.4% y la persistencia de las ideas previas incorrectas fue de 33.7%, por lo cual existe una disminución en promedio del 15.7% de ideas previas incorrectas, este dato es importante ya que expone de manera general que las ideas previas son muy resistentes al cambio, como lo consideran Driver R. (1986) y Otero, J. y Campanario, J. (2000). Esto concuerda con los resultados obtenidos por Kibuka-Sebitosi, E. (2007) quien realizó un estudio con estudiantes sudafricanos adolescentes y encontró que después de realizada la instrucción escolar de genética los estudiantes

presentan las mismas ideas previas erróneas en los tópicos de gen, cromosoma y mutación por mencionar algunos. Un dato similar tiene Sánchez, M. (2000) encontró que los estudiantes mexicanos desde nivel de enseñanza básica (secundaria) hasta licenciatura en biología mantienen un esquema de ideas previas de genética sin grandes cambios.

Con base en los resultados obtenidos es difícil cambiar las ideas previas de los estudiantes ya que estas no pueden ser borradas de la memoria de estos, mas bien para lograr un cambio de estas ideas previas hay que concientizar al estudiante de tres cosas: 1.- que presenta ideas previas acerca de fenómenos científicos; 2.- dichas ideas previas no son compatibles con la comunidad científica actual y 3.- existen conceptos científicos que por el momento son aplicables a determinadas cuestiones científicas, por lo cual es importante aprenderlas y comprenderlas, para estar informados dentro de una sociedad. Visto así el estudiante no presenta un cambio conceptual sino como mencionan White, T. y Gunstone, F. (1989) el estudiante más que lograr un cambio conceptual tiene que lograr un cambio de creencias ya que tiene que adquirir la conciencia de que tiene ideas previas que no son aplicables en la ciencia.

Por lo cual, Otero, J. y Campanario, J. (2000) mencionan que los estudiantes generan dos esquemas de conocimientos uno con base en la instrucción escolar los cuales les servirán para responder de forma correcta durante sus clases, pero también los mantiene sus ideas previas, pero si los docentes aplican metodologías educativas activas como es el caso del método de ABP, pueden mejorar la comprensión, aplicación de conceptos y así ayudar a comprender a los estudiantes que sus ideas previas no son aceptadas por la comunidad científica. Es importante mencionar también que al cotejar los resultados de manera individual y por tópico, se muestra que la reestructuración de las ideas previas ocurre solamente en algunos estudiantes y en pocos tópicos (como en el caso de ADN), este trabajo demuestra que no todos los estudiantes modifican sus ideas previas con base en un único caso de ABP, por lo cual deben integrarse más de uno para facilitar la enseñanza-aprendizaje de genética.

El ABP funciona como un instrumento mixto para detectar ideas previas en estudiantes de EMS en el área de genética, por actuar bajo el contexto de preguntas abiertas y como entrevista individual. Solano, I. *et al.* (2000) consideran que las preguntas abiertas deben realizarse directas sobre el contenido y son aplicables a muestras grandes, la entrevista individual debe existir bajo un contexto de situaciones físicas sacadas de la realidad, se deben realizar preguntas directas sobre el contenido y solicitar sus predicciones o hipótesis, estas pueden aplicarse a muestras pequeñas, la hoja del estudiante del ABP al proporcionarla de forma individual puede aplicarse a muestras grandes y pequeñas.

## CONCLUSIONES

Existen varios métodos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias que pueden ser aplicados a la EMS, uno de ellos es el ABP, ya que al apoyarse en hechos reales, los estudiantes se identifican con la problemática planteada, por lo cual, es importante unir la realidad con los hechos científicos para evitar el desligue de la ciencia con la vida cotidiana.

Se cumplieron los objetivos propuestos para este trabajo, durante la elaboración de casos de ABP deben considerarse los objetivos del programa de estudio para el cual se van a realizar, también la elección de los temas deben ser congruentes con los aprendizajes propuestos en los programas de estudio e interesantes para los estudiantes.

Se elaboraron nueve casos de genética los cuales fueron validados por expertos, para esto existen grupos de expertos en la validación de casos de ABP, en gran medida estos se encuentran en la enseñanza superior, por lo cual es importante que se formen grupos de expertos en validación de casos con base en la metodología de ABP en EMS. Los casos fueron aplicados en un curso formal con estudiantes del CCH, y estos casos se ponen a disposición de los profesores de EMS que quieran incluirlos en su proceso de enseñanza para el logro de los objetivos de aprendizaje, con base en una metodología activa.

Para que exista una idónea aplicación de casos sobre ABP durante las clases es necesario introducir al estudiante al método, es decir, auxiliarlos para una mayor comprensión de los temas, y por lo tanto a generar preguntas concretas con base en el caso acompañadas con sus posibles hipótesis. Lo anterior ayuda a la delimitación temporal del conocimiento con base en el tópico seleccionado y conforme se avanza en la aplicación del método ayuda a la integración de los temas revisados por unidad o modulo.

Una de las virtudes del método de ABP es que no solo enseña conceptos científicos sino también desarrolla en el estudiante actitudes y habilidades para su formación educativa; a partir del desarrollo de esta investigación las actitudes que se identificaron en los estudiantes son: puntualidad, respeto y mostraron interés en la ciencia; para el caso de las habilidades estas son: búsqueda y síntesis de información, planteamiento de preguntas e hipótesis y comunicación oral y escrita. Lo anterior es importante porque ayuda a desarrollar la metacognición del estudiante al auxiliar el proceso de conocimiento interno al tomar conciencia del funcionamiento de su manera de aprender y comprender los factores que explican los resultados de una actividad, sean positivos o negativos.

Se recomienda que se elabore más de un caso para cada tópico ya que entre más variedad de estos se tiene un mayor número de temas y así los docentes que deseen aplicarlos durante un proceso de enseñanza-aprendizaje tengan mayor posibilidad de elección. También en algunos tópicos existe la necesidad de aplicar más de un caso de ABP para lograr una mejor comprensión de los temas y así clarificar la complejidad de los mismos.

Una de las aplicaciones que en este trabajo se le proporcionó al ABP fue como instrumento para detectar ideas previas en estudiantes de genética que cursan EMS, por lo cual el ABP también sirve para detectar y conocer las ideas previas que los estudiantes tienen acerca de un tópico determinado. Es importante que los docentes conozcan e identifiquen las ideas previas que los estudiantes poseen para que a partir de ahí diseñen su práctica educativa, al aplicar el ABP o cualquier otro método que consideren conveniente pero fundamentado en la investigación educativa.

Con base en los resultados obtenidos se demuestra que el ABP es un método que se suma al proceso de enseñanza-aprendizaje, el cual puede utilizarse como instrumento para detectar ideas previas, también desarrolla en el estudiante la conciencia de que presenta determinadas ideas previas de los conceptos científicos que son enseñados en la escuela y que dichas ideas previas no son aplicables en la ciencia.

El ABP mostró que es un modelo de enseñanza-aprendizaje que ayuda a corregir algunas ideas erróneas sobre conceptos fundamentales. También es pertinente mencionar que el trabajo no es unidireccional, se eleva el desempeño dentro del grupo y la interacción del profesor con los estudiantes para promover mejores actitudes ante problemas y conceptos difíciles por su nivel de complejidad espacio-temporales.

---

**BIBLIOGRAFÍA**

1. **Álvarez-Gayou, J** (2005): *Cómo hacer investigación cualitativa fundamentos y metodología*, Paidós, México.
2. **Armsey, J. y Dahl, N.** (1975): *Tecnología de la enseñanza*, Editorial Guadalupe, Argentina.
3. **Arredondo, V.** (2001): *Perspectivas de la enseñanza media superior en el umbral del siglo XXI*, VMA Calvan, Educación media superior aportes, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
4. **Ausubel, D.** (1978): *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas, México.
5. **Barell, J.** (1999): *Aprendizaje Basado en Problemas un enfoque investigativo*, Manantial, Buenos Aires.
6. **Bazán, J.** (2001): *Horizontes actuales de la educación media superior*, en Bazán, J y García T (Coord) EMS, aportes, CCH- México.
7. **Bernardo, J. y Calderero, J.** (2000): *Aprendiendo a investigar en educación*, Ediciones Rialp, S.A, Madrid.
8. **Bisquerra, R.** (1989): *Métodos de investigación educativa guía práctica*, CEAC educación Manuales, Barcelona.
9. **Bowen, J. y Hobson, P.** (2008): *Teorías de la educación*, Limusa, México.
10. **Bruner, J.** (1995): *Actos de significado: mas allá de la revolución cognitiva*. Alianza, España.
11. **Bunge, M.** (1979): *La investigación Científica*, Editorial Ariel, Barcelona.
12. **Bunge, M.** (2005): *Diccionario de filosofía, Siglo XXI Editores*, México.
13. **Caballer, J. y Oñorbe, A.** (1997): “Resolución de problemas y actividades de laboratorio”, en Carmen, L., *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*, Horsori. España.
14. **Cabero, J.** (2007): *Tecnología educativa*, McGraw Hill, México.
15. **Carey, S.** (1985): *Conceptual change in childhood*, MIT Press, Estados Unidos.
16. **Castañón, R. y Seco, Ma.** (2000): *La Educación Media Superior en México.: Una invitación a la reflexión*. México: Limusa. Noriega Editores.
17. **Chadwick, C.** (1987): *Tecnología educacional para el docente*, Paídos Educador, España.
18. **Coll, C; Martín, E; Mauri, T; Miras, J; Solé, I. y Zabala, A.** (1998): *El Constructivismo en el Aula*, Editorial, Graó, Barcelona.
19. **Coll, C.** (1990): *Un marco de referencia psicológico para la educación ambiental: La concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza*. En Coll, J. Palacios y A. Marches (eds.). *Desarrollo psicológico y educación II*. Madrid: Alianza.

20. **Contreras, E. y Ogalde, I.** (1980): Principios de Tecnología educativa, ed. Edicol, México.
21. **Cueli, J; Arzac, M. y Martí, C.** (1990): Valores y Metas de la Educación Mexicana, en: Cueli, J. (Coord.) *Papeles de Educación*, Ediciones de La Jornada, México.
22. **De Anda, L.** (1994): El perfil de bachillerato hacia el nuevo milenio y la educación basada en competencias. México: SEP. Estado de Chiapas. Colegio de bachilleres.
23. **Díaz, P.** (1985): Lecciones de psicología, Caracas Ediciones, Venezuela.
24. **Díaz-Barriga, F. y Hernández, G.** (2002): Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo, una Interpretación constructivista, Editorial, McGraw-Hill, México.
25. **Driver, R; Squires, A., Rushworth, P. y Wood-Robinson, V.** (1999): Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños, ed. Visor Dis, España.
26. **Duch, B.** (2001). "Writing problems for deeper understanding". En: The power of problem-based learning. A practical How to for Teaching Undergraduate Course in Any Discipline. Ed. Stylus. Sterling Virginia, USA.
27. **Durkheim, E.** (1974): Educación y sociología, Schapire Editor. Colección Tauro, Argentina.
28. **Eggen, P. y Kauchak, D.** (2005): Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento. FCE, México.
29. **Fermoso, P.** (1990): Teoría de la educación, Trillas, México.
30. **Freire, P.** (1996): La educación como práctica de la libertad, ed. Siglo XIX, España.
31. **Fuentes, N.** (2006): Validación de una estrategia didáctica basada en ideas previas para la enseñanza de los procesos de reproducción a nivel bachillerato, Tesis de Licenciatura, UNAM, México.
32. **Glynn, S. y Duit, R.** (1995): Learning science meaningfully: constructing conceptual models, en Glynn, S. y Duit, R. (eds.) *Learning science in schools*, ed. Hillsdale. Estados Unidos.
33. **Gómez, J; Romero, J; Rodríguez, A. y Ramírez, R.** (2004): Manual Básico de Aprendizaje Basado en Problemas, Seminario de Química Azcapotzalco, México.
34. **González, M; Olivares, E; Santisteban, A; Caballero, M; Goded, E. y Serrano, M.** (1996): Didáctica de las leyes de Mendel, ed. Universidad Nacional de Educación a Distancia, España.
35. **Hernández, F. y Sancho, J.** (1993): Para enseñar no basta con saber la asignatura, ed. Paidós, España.
36. **Hernández, G.** (1998): Paradigmas en Psicología de la Educación, Editorial Paidós educador, España.
37. **Illescas, F.** (2005): *Consideraciones Éticas en la Aplicación de ABP*, en, Sola, C. (Coord.) Aprendizaje Basado en problemas de la teoría a la práctica, Editorial Trillas, México.

38. **Inhelder, B. y Piaget, J.** (1972): De la lógica del niño a la lógica del adolescente, Paidós, Buenos Aires.
39. **Klingler, C. y Vadillo, G.** (1999): Psicología Cognitiva, Estrategias en la Práctica Docente, McGraw-Hill, México.
40. **Kuhn, T.** (1971): La estructura de las revoluciones científicas. FCE. México.
41. **Martínez, A; Gutiérrez, H; Mazón, J. y Piña, E.** (2006): Aprendizaje Basado en Problemas en la enseñanza de la medicina y ciencias de la salud, Editorial de la Facultad de Medicina de la UNAM, UNAM, México.
42. **Medina, A.** (2003): Análisis de la construcción histórica y de las ideas previas de los estudiantes de bachillerato en genética para elaborar una propuesta educativa, Tesis de Licenciatura, UNAM, México.
43. **Moreira, M.** (2000): Aprendizaje Significativo: teoría y práctica. Aprendizaje Visor. España.
44. **Morris, C. y Maisto, A.** (2001): Introducción a la Psicología, ed. Prentice Hall, México.
45. **Neri, V.** (2005): *El trabajo colaborativo en la técnica de ABP*. En Sola. C. Aprendizaje Basado en Problemas. De la teoría a la práctica. Ed. Trillas, ITESM. México.
46. **Novak, J. y Gowin, D.** (1984): Learning How to Learn. Cambridge University Press, New York.
47. **Osborne, R. y Freyberg, P.** (1991): El aprendizaje de la ciencia, implicaciones de la ciencia de los alumnos, NANCEA, S.A de Ediciones Madrid, Madrid.
48. **Palencia, F.** (2001): Historia, cambio y permanencia: La educación media superior en México, Trillas, México.
49. **Pansza, M; Pérez, E. y Moran, P.** (1996): Fundamentación de la didáctica, tomo I, Gernika, México.
50. **Pantoja, D.** (1983): Notas y reflexiones acerca de la historia del bachillerato, UNAM, México.
51. **Papua, J; Ahman, I; Apezechea, H. y Borsotti, C.** (1979): Técnicas de Investigación Aplicadas a las Ciencias Sociales, Fondo de Cultura Económica, México.
52. **Piaget, J.** (1983): La psicología de la inteligencia. Editorial Critica Grupo Editorial Grijalbo, Barcelona.
53. **Poder Ejecutivo Federal.** (1996): Programa de Desarrollo Educativo 1995-2000, SEP. México.
54. **Pozo, J. y Gómez, M.** (2000): Aprender y Enseñar Ciencia, del Conocimiento Cotidiano al Conocimiento Científico. Ediciones Morata, Madrid.
55. **Pozo, J.** (2007): Ni cambio ni conceptual: la reconstrucción del conocimiento científico como un cambio representacional, en Pozo, J. I y Flores, F. (eds.), *Cambio conceptual y representacional en la enseñanza de la ciencia*, Antonio Machado Libros, OREALC-UNESCO/Universidad de Alcalá, España.

56. Programa de estudio de la asignatura de biología I - IV. Colegio de Ciencias y Humanidades. UNAM. México.
57. Programa de estudio de la asignatura de biología V. Escuela Nacional Preparatoria. UNAM.
58. **Puig, J. y García, X.** (1998): La Educación Moral en la Escuela Teoría y práctica, Colección INNOVA, Editorial EDEBÉ, Barcelona.
59. **Quezada, M.** (1998): Desarrollo de habilidades de la práctica profesional del psicólogo. En un curso de Psicología Educativa. Por medio del método de enseñanza conocido como Aprendizaje Basado en Problemas, Tesis de Doctorado, UNAM, México.
60. **Quezada, R.** (2006): Como planear la enseñanza estratégica, Limusa, México.
61. **Reigeluth, C.** (2000): Diseño de la instrucción: teorías y modelos, un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción, Santillana, España.
62. **Reyes, J.** (2000): La escuela sola no hará el milagro. El papel de la educación no formal. Memoria del primer foro Nacional de Educación Ambiental. Universidad Autónoma de Aguascalientes. México.
63. **Salinas, B; Pieck, G. y Safa, E.** (1995): Educación de adultos y educación popular en: West, S. (coord.) *Consejo Mexicano de Investigación Educativa A. C.*, Coordinación de Humanidades, UNAM, México.
64. **Sánchez, M.** (2000): La enseñanza de la teoría de la evolución a partir de las concepciones alternativas de los estudiantes. Tesis de Doctorado. Biología. UNAM. México.
65. **Sanmartí, N.** (2002): Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria, Didáctica de la Ciencias Experimentales, Síntesis educación, España.
66. **Santrock, J.** (2005): Psicología de la educación, McGrawHill, México.
67. **Sarramona, J.** (1980): Investigación y Estadística Aplicada a la Educación, ediciones CEAC, Barcelona.
68. **Sierra, L.** (2005). *Una visión de los roles en una actividad ABP.* En Sola, A. Aprendizaje Basado en Problemas. De la teoría a la práctica. Ed. Trillas, ITESM. México.
69. **Sifuentes, M.** (2005): Opinión de los alumnos de la facultad de odontología, respecto al Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Tesis de Maestría, UNAM, México.
70. **Sola, C.** (2005): Fundamentos de la técnica didáctica ABP, en, Sola, C. (Coord.) *Aprendizaje Basado en problemas de la teoría a la práctica*, Editorial Trillas, México.
71. **Sprinthall, N; Sprinthall, R. y Sharon, N.** (1996): Psicología de la educación, McGrawHill, México.
72. **Strike, K. y Posner, G.** (1990): A revisionist theory of conceptual change, en Duschl, R. y Hamilton R. (eds.) *Philosophy of Science*, ed. SUNY Press. Estados Unidos.

73. **Torp, L. y Sage, S.** (1998): El Aprendizaje Basado en Problemas desde el jardín de infantes hasta el final de la escuela secundaria, Amorrortu editores, Buenos Aires.
74. **Trianes, M. y Gallardo, J.** (1998): Psicología de la Educación y del Desarrollo, Editorial, Psicología Pirámide, Madrid.
75. **Trilla, J.** (1992): La educación no formal, ed. Pedagogía Social, España.
76. **Wals, S.** (2006): Conocimientos didácticos para docentes no pedagógicos, Instituto Politécnico Nacional, México.

## HEMEROGRAFÍA

1. **Ayuso, G; Banet, E. y Abellán, M.** (1996): Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato: II. ¿Resolución de problemas o realización de ejercicios? en: *Enseñanza de la ciencias*, 14(2), 127-142.
2. **Ayuso, G. y Banet, E.** (2002): Alternativas a la enseñanza de la genética en la educación secundaria, en: *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 20 (1). 133-157.
3. **Banet, E. y Ayuso, G.** (1995): Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos, en: *Enseñanza de las ciencias*, 13(2), 137-153.
4. **Barrabín, J. y Grau, R.** (1996): Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico, en: *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, año: 7, enero, febrero y marzo. 53-63.
5. **Berger, G.** (2003): La actitud prospectiva, en: *Revista Universidad de Guadalajara*, 26, 33-36.
6. **Brown, C.** (1990): Some misconceptions in meiosis shown by students responding to an Advanced level practical examination question in biology, en: *Journal of biological Education*, 24(3), 182-185.
7. **Bugallo, A.** (1995): La didáctica de la genética: revisión bibliográfica, en: *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 13 (3). 188-385.
8. **Campanario, J.** (2002): El sistema de revisión por expertos (peer review): muchos problemas y pocas soluciones, en: *Revista Española de Documentación Científica*, Vol. 25 (3): 166-184.
9. **Campanario, J. y Moya, A.** (1999): ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), pp. 179-192.
10. **Carretero, M. y Baillo, M.** (1995): Effects of counterevidence on conceptual change in Physics and History. Ponencia presentada en la V EARLI Conference. Aix en Provence, Francia.
11. **Driver, R.** (1986): Psicología cognitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. Rev. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), pp. 3-15.

12. **Engel, E. y Wood-Robinson, C.** (1985): Children's understanding of inheritance. *Journal of Biological Education*, 19(4), 304-310.
13. **Fernández, J.** (2002): Estrategia para la utilización de las ideas previas en la sistematización de los contenidos morfológicos veterinarios. *Rev. Pedagogía Universitaria*, 7 (4), pp. 52-60.
14. **Finley, F; Stewart, J. y Yarroch, W,** (1982): Teachers' perceptions of important and difficult science content, en: *Science Education*, 66(4), 531-538.
15. **Gagné, R. M.** (1968): Learning Hierarchies. *Educational Psychologist*. American Psychological Association, pp. 15.
16. **Gill, D.** (1993): Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, pp. 197-212.
17. **Gill, D.** (1994): Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la Escuela*, 23, pp. 17-32.
18. **Hackling, M.** (1982): An examination of secondary students' understanding of inheritance concepts. *The Australian Science Teachers Journal*, 28(1), 13-20.
19. **Hewson, P. y Beeth, M.** (1995): Enseñanza para un cambio conceptual: Ejemplos de fuerza y movimiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 13, pp. 25-35.
20. **Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.** (2000): Las Técnicas Didácticas en el Modelo Educativo del Tec. De Monterrey. Ed. ITESM. Monterrey, México. Septiembre. pp.35.
21. **Kargbo, D; Hobbs, D. y Erickson, G.** (1980): Children's beliefs about inherited characteristics, *Journal of Biological Education*, 14(2), 137-146.
22. **Kibuka-Sebitosi, E.** (2007): Understanding genetics and inheritance in rural schools, *JBE*, Volume 41 Number 2, spring.
23. **Knippels, M; Warloo, A. y Boersma, K.** (2005): Design criteria for learning and teaching genetics, en: *Journal of Biological Education*, 39 (3), 108-112.
24. **Molina, J; García, A; Pedraz, A. y Antón, M.** (2003): Aprendizaje Basado en Problemas: una alternativa al método tradicional, en: *Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria*. Vol. 3, N° 2, 79-85.
25. **Molina, S. y Agustín, F.** (2000): Formación de modelos mentales en la resolución de problemas de genética, en: *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), 439-450.
26. **Morales, P. y Landa, V.** (2004): Aprendizaje Basado en Problemas Problem-Based-Learning, en: *Teoría*, Vol.13: 145-157.

27. **Otero, J. y Campanario, J.** (2000): Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento; las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias, en: *Enseñanza de las ciencias*, 18(2), 155-169.
28. **Pozo, J.** (1999): Más allá del campo conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Rev. Enseñanza de las ciencias*, 17 (3), pp. 513-520.
29. **Sánchez-Sosa, J; Semb, G. y Spencer, R.** (1978). Efectos del uso de guías de estudio sobre el rendimiento de generalización de estudiantes universitarios. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 4, 175-190.
30. **Sánchez, V.** (2001): *El modelo educativo del bachillerato y los jóvenes*, en Educación Media Superior, Aportes, CCH, vol. 1, pp. 197-208.
31. **Savery, J. y Duffy, T.** (1995): Problem based learning: an instructional model and its constructivist framework, en: *Educational Technology*, Vol. 35: 31-38.
32. **Solano, I; Jiménez, E y Marín, N.** (2000): Análisis de la metodología utilizada en la búsqueda de lo que el alumno sabe sobre fuerza, en: *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 18 (2). 171-188.
33. **Terán, R.** (2001): Los desafíos de la enseñanza Media Superior, en Educación Media Superior, Aportes, CCH, vol. 1, pp. 91-112.
34. **Vilca, V.** (2006): Rol y función del estudiante dentro de la metodología de enseñanza aprendizaje. *ABP. Rev. Med. Vallejana*, 3 (2), pp. 118-124.
35. **Washington, E; Tysinger, J; Snell, L. y Palmer, L.** (1999): Developing and evaluating ambulatory care: problem-based learning cases, en: *Family Medicine*, Vol. 30 (10): 72.
36. **White, T. y Gunstone, F.** (1989): Metalearning and conceptual change. *International Journal Science Education*, vol 11, 577-586
37. **Wood- Robinson, C; Lewis, J. y Leach, J.** (2000): Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. *Journal of Biological Education*, 35 (1), 29-36.

## INTERNET

1. **Duch, B.** (1996): Problems: a key factor in PBL, Delaware University, Estados Unidos, en: <http://www.udel.edu/pbl/cte/spr96-phys.html>
2. **Flores, C; Tovar, M; Vega, M; Bello, G; Gamboa, R. y Castañeda, M.** (2004): Base de datos sobre ideas previas, Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, México, en: <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/presentacion.html>.
3. **González, D.** (2001): "Un vistazo al constructivismo". En *Correo del Maestro*, N°.65. Octubre, 2001. México, consultado 03/11/2006 [www.correodelmaestro.com/anteriores/2001/octubre/incert65.htm](http://www.correodelmaestro.com/anteriores/2001/octubre/incert65.htm)

4. **Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.** (2003): El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica, las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño, Dirección de investigación y desarrollo educativo, ITEMS, México. En: <http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/inf-doc/estrategias>
5. **Moreira, R.** (2009). ¿Qué es la tecnología educativa? En: <http://webpages.ull.es/users/manarea/investec/1tecno.html>
6. **Ojeda, R.** (2006). Una aproximación al constructivismo: la producción del Conocimiento. En: <http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/051114114236.html>
7. **Pacheco, M.** (2005): Educación no Formal, Concepto Básico en Educación Ambiental. Gabinete de Educación Ambiental y Divulgación de la Ciencia, Taller Primavera D.C.E.A. En: [http://www.imacmexico.org/ev\\_es.php?ID=13349\\_201&ID2=DO\\_TOPIC](http://www.imacmexico.org/ev_es.php?ID=13349_201&ID2=DO_TOPIC)
8. **Paul, R. y Elder, L.** (1996a). The critical mind is a questioning mind. En: <http://www.criticalthinking.org>
9. **Paul, R. y Elder, L.** (1996b). *Three categories of questions: Crucial distinctions.* En: <http://www.criticalthinking.org>

# ANEXOS

Tabla 1. Cuadro comparativo de los programas de estudio de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH). Ubicación de programas de estudio<sup>1</sup>

<b>Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH)</b>	<b>Escuela Nacional Preparatoria (ENP)</b>
Biología III	Biología V
Quinto semestre	Sexto año
Ubicación de la materia dentro del plan de estudios: Asignatura obligatoria del núcleo propedéutico para los alumnos que cursan el área II: Ciencias Biológicas y de la Salud y es optativas para los alumnos que cursan el área I y de las ingenierías.	Ubicación de la materia dentro del plan de estudios: Asignatura obligatoria del núcleo propedéutico para los alumnos que cursan el área II: Ciencias Biológicas y de la Salud y es optativas para los alumnos que cursan el área I y de las ingenierías.
<p><b>Propósito</b> <b>El alumno:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comprenderá el papel del metabolismo en la diversidad de los sistemas vivos.</li> <li>2. Comprenderá que los cambios que se producen en el material genético son la base molecular de la biodiversidad.</li> <li>3. Profundizará en la aplicación de habilidades y actitudes para la obtención, comprobación y comunicación del conocimiento científico, al llevar a cabo investigaciones.</li> <li>4. Desarrollara una actitud crítica, científica y responsable ante los problemas concretos que se planteen.</li> </ol>	<p><b>Propósito</b> <b>El alumno:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A través del planteamiento de problemas y mediante la investigación estudiara la organización y el funcionamiento de la vida, lo que le servirá para entender y explicar la complejidad, la relación y la importancia de los procesos biológicos y comprender su propio desarrollo.</li> <li>2. Sea capaz de explicar la relación de la biología con el desarrollo científico, tecnológico y social.</li> <li>3. Empleara la metodología de investigación básica para integrar los conocimientos adquiridos en el reconocimiento, planteamiento o resolución de problemas.</li> <li>4. A través del trabajo de laboratorio se familiarice con el manejo de equipo y materiales de laboratorio.</li> <li>5. Fortalecer la aplicación de los conocimientos biológicos adquiridos en las actividades cotidianas de los alumnos.</li> <li>6. Contribuir a desarrollar la capacidad del alumno para emitir puntos de vista y razonamientos críticos para la solución de problemas a partir del análisis de la información que obtenga.</li> </ol>
<p><b>Contenidos temáticos:</b> <b>Primera unidad.</b> ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo? <b>Segunda unidad.</b> ¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?</p>	<p><b>Contenidos temáticos:</b> <b>Primera unidad.</b> Nutrición y estructura de los seres vivos. <b>Segunda unidad.</b> Metabolismo. <b>Tercera unidad.</b> Regulación y continuidad de la vida.</p>

<sup>1</sup> Los cuadros para la ubicación de los programas y unidades de estudio fueron con base en los programas de estudio de la ENP y CCH

	<p><b>Cuarta unidad.</b> Comunicación y desarrollo de los seres vivos.</p> <p><b>Quinta unidad.</b> Interacción de los seres vivos con su ambiente.</p> <p><b>Sexta unidad.</b> Biología y sociedad.</p>
<p><b>Enfoque de la materia:</b> Es la estructuración de los contenidos y la metodología para el aprendizaje de los conceptos, habilidades, actitudes y valores</p>	<p><b>Enfoque de la materia:</b> Las innovaciones que presenta este programa en cuanto a contenidos son fundamentalmente en relación a dos aspectos: a) la secuencia de las unidades temáticas y b) la actualización de los contenidos a la luz de los avances en la ciencia y a la concepción actual de la Biología como ciencia integral, vinculada con los aspectos sociales, históricos, políticos y económicos.</p>
<p><b>Enfoque disciplinario:</b> Se propone un enfoque integral de la biología, teniendo como eje estructurante a la biodiversidad, con base en cuatro ejes complementarios para construir el conocimiento biológico: el pensamiento evolucionista, el análisis histórico, la relación sociedad-ciencia-tecnología y las propiedades de los sistemas vivos.</p>	<p><b>Enfoque disciplinario:</b> El alumno integrara y relacionara los conocimientos adquiridos, en el análisis de los procesos biológicos fundamentales en diversos niveles de organización desde la perspectiva evolutiva, los ejes coordinadores de este curso serán: el aspecto cognoscitivo, niveles de organización de los seres vivos, procesos evolutivos y la investigación como base metodológica.</p>
<p><b>Enfoque didáctico:</b> Enfoque constructivista centrado en el alumno, aprendizaje significativo, se deben de abarcar los tres contenidos: declarativos, procedimentales y actitudinales,</p>	<p><b>Enfoque didáctico:</b> Durante las sesiones se debe de integrar, sintetizar y evaluar el aprendizaje, en cada unidad se propone planteamientos de problemas para el desarrollo de habilidades para la organización, análisis y síntesis.</p>
<p><b>Evaluación:</b> Conocer la relación entre las finalidades educativas, actividades desarrolladas y los resultados del proceso, se atienden los aprendizajes no solo los productos finales, la evaluación debe ser continua en tres modalidades: inicial o diagnostica, formativa y sumativa.</p>	<p><b>Evaluación:</b> El nivel cognoscitivo y metodológico, tendrán que evaluarse a través de un sistema de diagnostico y seguimiento, deberá ser permanente y servir como indicador que permita orientar el proceso enseñanza-aprendizaje.</p>
<p><b>Perfil de egreso:</b> <b>El alumno:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valora los conocimientos científicos y tecnológicos, por que los asocian con el desarrollo de la sociedad.</li> <li>• Muestra interés por la ciencia, por que les permite buscar posibles soluciones a los problemas que enfrenta a la vida cotidiana.</li> <li>• Aprende a planificar sus actividades de forma sistémica, por que valoran la utilidad de los métodos de investigación.</li> </ul>	<p><b>Perfil de egreso:</b> <b>El alumno:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relaciona los principales procesos biológicos entre sí, a través de los diferentes niveles de organización y explique la organización y funcionamiento de los seres vivos.</li> <li>2. Aplique los conocimientos, lenguaje y reglas básicas de investigación y resolución de problemas.</li> <li>3. Incremente su cultura ambiental y desarrolle actividades responsables frente</li> </ol>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Es capaz de trabajar de forma individual y en equipo.</li></ul> <p>Se pretende dotar a los alumnos de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Los conocimientos globales o principios que sustentan a esta ciencia y que a los alumnos se les presentan en forma de teorías.</li><li>• Las habilidades básicas para tener acceso a la información biológica y su utilización para un mejor desempeño en su vida adulta.</li></ul>	<p>a la naturaleza y el ambiente.</p> <p>4. Aplique lo aprendido en actividades cotidianas.</p>
<p><b>Bibliografía:</b> Se proponen libros de biología general.</p>	<p><b>Bibliografía:</b> Se divide en básica y complementaria e incluye algunos textos que se emplean en las diversas licenciaturas del área.</p>

Tabla 2. Carta maestra de contenidos. Cuadro comparativo de la ubicación de las unidades de estudio de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH).

<b>Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH)</b>	<b>Escuela Nacional Preparatoria (ENP)</b>
Biología III	Biología V
Quinto semestre	Sexto año
Unidad 2	Unidad 3
<b>Nombre de la unidad:</b> ¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?	<b>Nombre de la unidad:</b> Regulación y continuidad de la vida.
<b>Propósito:</b> Al finalizar la unidad el alumno comprenderá las fuentes de variación genética y las formas de trasmitirlas, a partir del estudio de los mecanismos de mutación, recombinación y su expresión, para que valore su importancia en la biodiversidad.	<b>Propósito:</b> El alumno comprenderá los principales procesos de regulación biológica, y será capaz de explicar su relación con el mantenimiento, y la continuidad de la vida y lo aplique para entender mejor su propio desarrollo.
<b>Horas:</b> 32 horas para toda la unidad. 10 horas para el tema.	<b>Horas:</b> 20 horas para toda la unidad.
<b>Tema I:</b> Naturaleza de la diversidad genética.	<b>Tema:</b> Regulación y herencia de los procesos biológicos.
<b>Subtema:</b> <b>ADN y ARN desde la perspectiva de la diversidad genética.</b>	<b>Subtema:</b> <b>Material genético</b>
<b>Aprendizaje de ADN y ARN desde la perspectiva de la diversidad genética:</b> Analiza el papel del material genético en la diversidad.	<b>Aprendizaje de material genético:</b> Se estudiarán los aspectos de la genética molecular.
<b>Estrategia de ADN y ARN desde la perspectiva de la diversidad genética:</b> El profesor detectará los conocimientos previos de los alumnos con respecto a la base molecular de la biodiversidad y diseñará instrumentos que permitan al alumno relacionar lo que sabe con lo que va a aprender sobre la diversidad.	<b>Estrategia de material genético:</b> Los alumnos con base en la información bibliográfica y con la asesoría del profesor diseñarán modelos que expliquen el funcionamiento de los principales procesos de regulación génica.
Biología III	Biología V
Quinto semestre	Sexto año
Unidad 2	Unidad 3
<b>Nombre de la unidad:</b> ¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la	<b>Nombre de la unidad:</b> Regulación y continuidad de la vida.

biodiversidad?	
<b>Propósito:</b> Al finalizar la unidad el alumno comprenderá las fuentes de variación genética y las formas de transmitir las, a partir del estudio de los mecanismos de mutación, recombinación y su expresión, para que valore su importancia en la biodiversidad.	<b>Propósito:</b> El alumno comprenderá los principales procesos de regulación biológica, y será capaz de explicar su relación con el mantenimiento, y la continuidad de la vida y lo aplique para entender mejor su propio desarrollo.
<b>Horas:</b> 32 horas para toda la unidad. 10 horas para el tema.	<b>Horas:</b> 20 horas para toda la unidad
<b>Tema I:</b> Naturaleza de la diversidad genética:	<b>Tema:</b> Regulación y herencia de los procesos biológicos.
<b>Subtema:</b> <b>Cromosoma de procariontes y eucariontes.</b>	<b>Subtema:</b> <b>Material genético</b>
<b>Aprendizaje de Cromosoma de procariontes y eucariontes:</b> Contrasta la estructura del cromosoma procarionte y eucarionte, como punto de partida para explicar la diversidad genética.	<b>Aprendizaje de Material genético:</b> Se estudiarán los aspectos de la genética molecular.
<b>Estrategia de Cromosoma de procariontes y eucariontes:</b> El profesor detectará los conocimientos previos de los alumnos con respecto a la base molecular de la biodiversidad y diseñará instrumentos que permitan al alumno relacionar lo que sabe con lo que va a aprender sobre la diversidad.	<b>Estrategia de Material genético:</b> Se proponen prácticas de laboratorio como: observación de cromosomas en vegetales.
Biología III	Biología V
Quinto semestre	Sexto año
Unidad 2	Unidad 3
<b>Nombre de la unidad:</b> ¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?	<b>Nombre de la unidad:</b> Regulación y continuidad de la vida.
<b>Propósito:</b> Al finalizar la unidad el alumno comprenderá las fuentes de variación genética y las formas de transmitir las, a partir del estudio de los mecanismos de mutación, recombinación y su expresión, para que valore su importancia en la biodiversidad.	<b>Propósito:</b> El alumno comprenderá los principales procesos de regulación biológica, y será capaz de explicar su relación con el mantenimiento, y la continuidad de la vida y lo aplique para entender mejor su propio desarrollo.
<b>Horas:</b> 32 horas para toda la unidad. 10 horas para el tema.	<b>Horas:</b> 20 horas para toda la unidad

<b>Tema II:</b> <b>Expresión genética y variación</b>	<b>Tema:</b> Regulación y herencia de los procesos biológicos.
<b>Subtema:</b> <b>Relaciones alélicas:</b>	<b>Subtema:</b> <b>Genética mendeliana.</b>
<b>Aprendizaje de Relaciones alélicas</b> Compara las relaciones entre alelos en la transmisión y expresión de la información genética, para comprender la variación.	<b>Aprendizaje de Genética mendeliana:</b> Se analizara la manera en que se heredan las características de una generación a otra.
<b>Estrategia de Relaciones alélicas:</b> El profesor detectara los conocimientos previos de los alumnos con respecto a la base molecular de la biodiversidad y diseñara instrumentos que permitan al alumno relacionar lo que sabe con lo que va a aprender sobre la diversidad.	<b>Estrategia de Genética mendeliana:</b> Los alumnos de acuerdo con el profesor plantearan y resolverán problemas sobre genética mendeliana y molecular por ejemplo: herencia de las enfermedades.
Biología III	Biología V
Quinto semestre	Sexto año
Unidad 2	Unidad 3
<b>Nombre de la unidad:</b> ¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?	<b>Nombre de la unidad:</b> Regulación y continuidad de la vida.
<b>Propósito:</b> Al finalizar la unidad el alumno comprenderá las fuentes de variación genética y las formas de trasmitirlas, a partir del estudio de los mecanismos de mutación, recombinación y su expresión, para que valore su importancia en la biodiversidad.	<b>Propósito:</b> El alumno comprenderá los principales procesos de regulación biológica, y será capaz de explicar su relación con el mantenimiento, y la continuidad de la vida y lo aplique para entender mejor su propio desarrollo.
<b>Horas:</b> 32 horas para toda la unidad. 10 horas para el tema.	<b>Horas:</b> 20 horas para toda la unidad
<b>Tema 1:</b> <b>Expresión genética y variación</b>	<b>Tema:</b> Regulación y herencia de los procesos biológicos.
<b>Subtema:</b> <b>Relaciones no alélicas</b>	<b>Subtema:</b> <b>Teoría de la herencia</b>
<b>Aprendizaje de Relaciones no alélicas:</b> Compara las relaciones entre alelos en la transmisión y expresión de la información genética, para comprender la variación.	<b>Aprendizaje de Teoría de la herencia</b> Se analizara la manera en que se heredan las características de una generación a otra.
<b>Estrategia de Relaciones no alélicas:</b> El profesor detectara los conocimientos previos de los alumnos con respecto a la base molecular de la biodiversidad y diseñara instrumentos que permitan al	<b>Estrategia de Teoría de la herencia</b> Los alumnos de acuerdo con el profesor plantearan y resolverán problemas.

alumno relacionar lo que sabe con lo que va a aprender sobre la diversidad.	
Biología III	Biología V
Quinto semestre	Sexto año
Unidad 2	Unidad 5
<b>Nombre de la unidad:</b> ¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?	<b>Nombre de la unidad:</b> Interacción de los seres vivos con su ambiente
<b>Propósito:</b> Al finalizar la unidad el alumno comprenderá las fuentes de variación genética y las formas de transmitir las, a partir del estudio de los mecanismos de mutación, recombinación y su expresión, para que valore su importancia en la biodiversidad.	<b>Propósito:</b> Que el alumno entienda la interacción que existe entre los procesos evolutivos y los aspectos ecológicos para que explique la diversidad biológica.
<b>Horas:</b> 32 horas para toda la unidad. 10 horas para el tema.	<b>Horas:</b> 20 horas para toda la unidad. 10 horas para el tema.
<b>Tema:</b> Fuentes de variación genética	<b>Tema:</b> Relación Diversidad-Evolución.
<b>Subtema:</b> <b>Mutaciones</b>	<b>Subtema:</b> <b>Mutación.</b>
<b>Aprendizaje de Mutaciones:</b> Distingue los principales tipos de mutación y su papel como materia prima de la variación en los sistemas vivos.	<b>Aprendizaje de Mutaciones:</b> Se retoma su estudio, analizando los mecanismos que intervienen en el proceso evolutivo y tratando de que el alumno integre los conocimientos adquiridos.
<b>Estrategia de Mutaciones:</b> El profesor detectará los conocimientos previos de los alumnos y diseñará instrumentos que permitan a los alumnos aprender sobre la variación genética como base molecular de la biodiversidad.	<b>Estrategia de Mutaciones:</b> A través de análisis de ejemplos concretos de interacción organismos – ambiente, se buscará que los alumnos expliquen los mecanismos involucrados en la diversidad.
<b>Subtema:</b> <b>Flujo génico</b>	<b>Subtema:</b> <b>Migración</b>
<b>Aprendizaje de Flujo génico:</b> Reconoce el papel del flujo génico como factor de cambio en el nivel de población.	<b>Aprendizaje de Migración:</b> Se estudiarán los principales procesos asociados con el origen de nuevas especies, aislamiento geográfico y reproductivo.
<b>Estrategia de Flujo génico:</b> El profesor detectará los conocimientos previos de los alumnos y diseñará instrumentos que permitan a los alumnos aprender sobre la variación genética como base molecular de la biodiversidad	<b>Estrategia de Migración:</b> Los alumnos hagan ejercicios o analicen ejemplos sobre aislamiento geográfico y reproductivo, para que los alumnos expliquen de que manera estos dos aspectos contribuyen a la generación de nuevas especies y bajo que

	condiciones
Biología III	Biología V
Quinto semestre	Sexto año
Unidad 2	Unidad 3
<b>Nombre de la unidad:</b> ¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?	<b>Nombre de la unidad:</b> Regulación y continuidad de la vida.
<b>Propósito:</b> Al finalizar la unidad el alumno comprenderá las fuentes de variación genética y las formas de transmitir las, a partir del estudio de los mecanismos de mutación, recombinación y su expresión, para que valore su importancia en la biodiversidad	<b>Propósito:</b> 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.
<b>Horas:</b> 32 horas para toda la unidad 10 horas para el tema	<b>Horas:</b> 20 horas para toda la unidad. 11 horas para el tema.
<b>Tema III:</b> Fuentes de variación genética.	<b>Tema:</b> La reproducción como proceso de continuidad.
<b>Subtema:</b> <b>Recombinación genética</b>	<b>Subtema:</b> Importancia biológica de la reproducción.
<b>Aprendizaje de Recombinación genética:</b> Explica las bases de la recombinación genética para comprender su importancia en el proceso de variación.	<b>Aprendizaje de Sistemas de Apareamiento:</b> Se analizará la importancia de la reproducción como proceso básico que permite la continuidad de la vida y contribuye a la auto perpetuación de los seres vivos. Se analizarán aspectos fundamentales de la mitosis y la reproducción asexual y la meiosis y la reproducción sexual, destacando sus diferencias y su importancia biológica.
<b>Estrategia de Recombinación genética:</b> El profesor detectara los conocimientos previos de los alumnos y diseñara instrumentos que permitan a los alumnos aprender sobre la variación genética como base molecular de la biodiversidad	<b>Estrategia de sistemas de apareamiento:</b> Los alumnos recabaran información sobre los tipos de reproducción y elaboraran un cuadro en que señalen las características de cada uno y las diferencias entre ellos, pondrán ejemplos de organismos que presenten ese tipo de reproducción, se analizará su importancia biológica.
<b>Bibliografía:</b> Se proponen cuatro bibliografías, todas son de biología en general.	<b>Bibliografía:</b> Se divide en básica y complementaria.

## ANEXO 2a

MALLA CURRICULAR						
Número de casos	Titulo	Objetivos que abarca	Unidades		Nombre de la (s) unidad (es)	
			CCH	ENP	CCH	ENP
1	Visita al rancho	ADN desde la perspectiva de la diversidad genética	Biología III Quinto semestre Unidad 2	Biología V Sexto año Unidad 3	¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?	Regulación y continuidad de la vida
2	Casi iguales	ARN desde la perspectiva de la diversidad genética	Biología III Quinto semestre Unidad 2	Biología V Sexto año Unidad 3	¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?	Regulación y continuidad de la vida
3	¿Y dónde están los genes?	Cromosoma de procarionte	Biología III Quinto semestre Unidad 2	Biología V Sexto año Unidad 3	¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?	Regulación y continuidad de la vida
4	La mosca de la fruta	Cromosoma de eucarionte	Biología III Quinto semestre Unidad 2	Biología V Sexto año Unidad 3	¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?	Regulación y continuidad de la vida
5	El papá de María Elena	Relaciones alélicas	Biología III Quinto semestre Unidad 2	Biología V Sexto año Unidad 3	¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?	Regulación y continuidad de la vida
6	Grupos sanguíneos	Relaciones no alélicas	Biología III Quinto semestre	Biología V Sexto año Unidad 3	¿Por qué se considera a la variación genética como la	Regulación y continuidad de la vida

			Unidad 2		base molecular de la biodiversidad?	
7	Los mosquitos	Mutación	Biología III Quinto semestre Unidad 2	Biología V Sexto año Unidad 5	¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?	Interacción de los seres vivos con su ambiente
8	Las fotos de Carlos	Recombinación genética	Biología III Quinto semestre Unidad 2	Biología V Sexto año Unidad 5	¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?	Interacción de los seres vivos con su ambiente
9	Las hijas de Antonio y Andrea	Flujo génico	Biología III Quinto semestre Unidad 2	Biología V Sexto año Unidad 3	¿Por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?	Regulación y continuidad de la vida

**Guía de preguntas para la solución del caso**

Equipo original: \_\_\_\_\_

**Caso 1 “Visita al rancho”**

Tema I: Naturaleza de la diversidad genética. subtemas: ADN desde la perspectiva de la diversidad genética.

**1) Equipos originales**

Número de mesas	Objetivos a lograr
1	-Historia del ADN
2	-Modelo de Watson y Crick.
3	-Replicación del ADN.
4	-ADN desde la perspectiva de la diversidad genética.

Discusión guiada

Equipo 1. Historia del ADN:

Equipo 2. Modelo de Watson y Crick:

Equipo 3. Replicación del ADN:

Equipo 4. ADN desde la perspectiva de la diversidad genética:

**2) Reubicación del equipo**

Mesa: \_\_\_\_\_

Contesta las siguientes preguntas:

- 1.- En breve describe la historia del descubrimiento del ADN:
- 2.- ¿En qué consiste el modelo de Watson y Crick?
- 3.- ¿Cómo se lleva a cabo la replicación del ADN?
- 4.- ¿Explica por qué el ADN es importante para la diversidad genética?

## Caso 2 “Casi iguales”

Tema I: Naturaleza de la diversidad genética. Subtemas: ADN y ARN desde la perspectiva de la diversidad genética.

### 1) Equipos originales

Número de mesas	Objetivos a lograr
1	-Conceptos en general.
2	-Papel del ARN (tipos, funciones, transcripción)
3	-Código genético (¿cómo está constituido?) y síntesis de proteínas.
4	-ARN desde la perspectiva de la diversidad genética.

Discusión guiada

1. Forma y función de ADN, ARN, gen, alelo, cromosoma, proteínas, aminoácidos:
2. Papel del ARN (tipos, funciones, transcripción):
3. Código genético (¿cómo está constituido?) y síntesis de proteínas:
4. ARN desde la perspectiva de la diversidad genética

### 2) Reubicación del equipo

Mesa: \_\_\_\_\_

Contesta las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Qué es un gen?
- 2.- ¿Qué es un cromosoma?
- 3.- ¿Qué son las proteínas y aminoácidos?
- 4.- ¿Explica la relación entre genes y proteínas?
- 5.- ¿Cuál es el papel del ARN (importancia)?
- 6.- ¿Menciona los tipos de ARN y sus funciones?
- 7.- ¿Cómo se lleva a cabo el proceso de transcripción?
- 8.- ¿Explica en qué consiste el dogma central?
- 9.- ¿Por qué el código genético está constituido por tripletes?
- 10.- ¿Cuál es la función de los ribosomas?

11.- ¿Cómo se lleva a cabo la síntesis de proteínas?

12.- ¿Cuáles son las diferencias entre el ADN y ARN?

13.- ¿Por qué son importantes las proteínas para la diversidad biológica?

**Guía de preguntas para la solución del caso**

Equipo original: \_\_\_\_\_

**Caso 3 “Y donde están los genes”**

Tema I: Naturaleza de la diversidad genética. subtemas: cromosoma procarionte y eucarionte

**1) Equipos originales**

Número de mesas	Objetivos a lograr
1	-Genes
2	-Célula bacteriana
3	-Cromosoma bacteriano (procarionte)
4	-Replicación del cromosoma bacteriano (procarionte)

Discusión guiada

1. Genes:
2. Célula bacteriana:
3. Cromosoma bacteriano (procarionte):
4. Replicación del cromosoma bacteriano (procarionte):

**2) Reubicación del equipo**

Mesa: \_\_\_\_\_

Contesta las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Qué son los genes?
- 2.- ¿Cómo están conformadas las células bacterianas?
- 3.- ¿Cómo está conformado el cromosoma procarionte?
- 4.- ¿Cómo se lleva a cabo la replicación del cromosoma procarionte?
- 5.- ¿Por qué son importantes los cromosomas?

**Guía de preguntas para la solución del caso**

Equipo original: \_\_\_\_\_

**Caso 4 “La mosca de la fruta”**

Tema I: Naturaleza de la diversidad genética. subtemas: cromosoma procarionte y eucarionte

**1) Equipos originales**

Número de mesas	Objetivos a lograr
1	-Célula eucarionte
2	-Cromosoma eucarionte
3	-Clasificación de los cromosomas
4	-Replicación del cromosoma eucarionte

Discusión guiada

1. Célula eucarionte
2. Cromosoma eucarionte
3. Clasificación de los cromosomas
4. Replicación del cromosoma eucarionte

**2) Reubicación del equipo**

Mesa: \_\_\_\_\_

Contesta las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Qué son los genes?
- 2.- ¿Cómo están conformadas las células eucariontes?
- 3.- ¿Cómo está conformado el cromosoma eucarionte?
- 4.- ¿Cómo clasifican los cromosomas eucariontes y en qué momento son visibles?
- 5.- ¿Cómo se lleva a cabo la replicación del cromosoma eucarionte?
- 6.- ¿Cuál es la importancia de la existencia de los cromosomas?
- 7.- ¿Cuáles son las diferencias entre el cromosoma procarionte y eucarionte?
- 8.- Menciona 10 ejemplos de organismos procariontes y 10 eucariotas y ¿Cómo los distingues?

**Guía de preguntas para la solución del caso**

Equipo original: \_\_\_\_\_

**Caso 5 “El papá de María Elena”**

Tema II: Expresión genética y variación. subtema: Relaciones alélicas

**1) Equipos originales**

Número de mesas	Objetivos a lograr
1	-Conceptos generales (gen, locus, alelo, homocigoto y heterocigoto) Experimentos de Mendel,
2	-Leyes de Mendel
3	-Dominancia, recesividad, genotipo y fenotipo.
4	-Herencia intermedia

## Discusión guiada

1. Conceptos generales (gen, locus, alelo, homocigoto y heterocigoto) y experimentos de Mendel.
2. Leyes de Mendel.
3. Dominancia, recesividad, genotipo y fenotipo.
4. Herencia intermedia.

**2) Reubicación del equipo**

Mesa: \_\_\_\_\_

Contesta las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Cuáles fueron los experimentos de Mendel y da el significado de gen, locus, alelo, homocigoto y heterocigoto?
- 2.- ¿Menciona las leyes de Mendel?
- 3.- ¿Qué es dominante, recesivo, genotipo y fenotipo?
- 4.- ¿Qué es herencia intermedia?
- 5.- ¿Cuál es la importancia de la transmisión de la información genética?
- 6.- ¿Cuál es la importancia de que exista diversidad de organismos?

**Guía de preguntas para la solución del caso**

Equipo original: \_\_\_\_\_

**Caso 6 “Grupos sanguíneos”**

Tema II: Expresión genética y variación. subtema: Relaciones no alélicas

**1) Equipos originales**

Número de mesas	Objetivos a lograr
1	-Alelos múltiples.
2	-Variación continua y herencia poligénica.
3	-Interacción de genes.
4	-Epistasis y pleiotropismo

Discusión guiada

1. Alelos múltiples.
2. Variación continua y herencia poligénica.
3. Interacción de genes.
4. Epistasis y pleiotropismo.

**2) Reubicación del equipo**

Mesa: \_\_\_\_\_

Contesta las siguientes preguntas:

Conceptos generales: gen, alelo, locus, cromosoma.

- 1.- ¿Cuáles son las funciones de los alelos múltiples?
- 2.- ¿Qué es la herencia poligénica?
- 3.- ¿Cómo se lleva la interacción de genes?
- 4.- ¿Qué es la epistasis y pleiotropismo?
- 5.- ¿Cuál es la importancia de que existan alelos múltiples en una población?
- 6.- ¿Qué generan los alelos múltiples en una población?

**Guía de preguntas para la solución del caso**

Equipo original: \_\_\_\_\_

**Caso 7 “Los mosquitos”**

Tema III: Fuentes de variación genética. subtema: Mutaciones

**1) Equipos originales**

Número de mesas	Objetivos a lograr
1	-Mutaciones espontáneas, mutaciones inducidas.
2	-Mutaciones puntuales o génicas.
3	-Mutaciones cromosómicas.
4	-Importancia evolutiva de las mutaciones

Discusión guiada

1. Mutaciones espontáneas, mutaciones inducidas:
2. Mutaciones puntuales o génicas:
3. Mutaciones cromosómicas:
4. Importancia evolutiva de las mutaciones:

**2) Reunión del equipo**

Mesa: \_\_\_\_\_

Contesta las siguientes preguntas:

Conceptos generales: gen, alelos, locus, cromosoma, proteínas, ADN, ARN.

- 1.- ¿A qué se llaman mutaciones espontáneas e inducidas?
- 2.- ¿Describe las mutaciones puntuales o génicas y cuantos tipos hay?
- 3.- ¿Describe las mutaciones cromosómicas y cuántos tipos hay?
- 4.- ¿Cuál es la importancia evolutiva de las mutaciones?
- 5.- ¿Qué generan las mutaciones en una población?
- 6.- ¿Si las mutaciones ocurren a nivel de organismo, por qué se dice que la evolución ocurre a nivel poblacional. ¿Explica?

**Guía de preguntas para la solución del caso**

Equipo original: \_\_\_\_\_

**Caso 8 “Las fotos de Carlos”**

Tema III: Fuentes de variación genética. subtema: Flujo génico

**1) Equipos originales**

Número de mesas	Objetivos a lograr
1	-Migración, flujo de genes.
2	-Mecanismos.
3	-Modelo de una isla.
4	-Importancia evolutiva del flujo génico.

Discusión guiada

1. Migración en sentido evolutivo, flujo de genes:
2. Mecanismos de migración, flujo de genes:
3. Modelo de una isla:
4. Importancia evolutiva del flujo génico para una población:

**2) Reubicación del equipo**

Mesa: \_\_\_\_\_

Contesta las siguientes preguntas:

- 1.- ¿En sentido evolutivo qué es *migración*?
- 2.- ¿Qué es el flujo de genes?
- 3.- ¿Cuáles son los mecanismos que interviene para que se lleve a cabo el flujo génico?
- 4.- ¿Cuál es la importancia evolutiva del flujo génico?
- 5.- ¿Por qué el flujo génico evita que poblaciones de mismos organismos se separen?

**Guía de preguntas para la solución del caso**

Equipo original: \_\_\_\_\_

**Caso 9 “Las hijas de Antonio y Andrea”**

Tema III: Fuentes de variación genética. subtema: Recombinación genética.

**1) Equipos originales**

Número de mesas	Objetivos a lograr
1	-Meiosis 1 y II, recombinación genética.
2	-El sexo como fuente de variación genética.
3	-Ventajas y desventajas de organismos que se reproducen sexualmente.
4	-Importancia evolutiva de la recombinación genética.

Discusión guiada

1. Meiosis 1 y 2, recombinación genética:
2. El sexo como fuente de variación genética:
3. Ventajas y desventajas de organismos que se reproducen asexualmente:
4. Importancia evolutiva de la recombinación genética:

**2) Reubicación del equipo**

Mesa: \_\_\_\_\_

Contesta las siguientes preguntas:

- 1.- ¿En qué consiste la meiosis 1 y 2, recombinación genética?
- 2.- ¿Por qué la reproducción sexual se considera una fuente de variación genética?
- 3.- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de organismos que se reproducen sexualmente?
- 4.- ¿Cuál es la importancia evolutiva de la recombinación genética?
- 5.- Menciona 10 organismos que presenten recombinación genética y ¿cómo los diferencias de los que no la presentan?

**ANEXO 4****CUESTIONARIO DE LOS TÓPICOS REVISADOS EN CLASE**

Nombre: \_\_\_\_\_  
Matrícula \_\_\_\_\_ salón y grupo \_\_\_\_\_  
Materia \_\_\_\_\_

El siguiente cuestionario consta de tres apartados lee con cuidado lo que se te pide en cada uno de ellos y contesta todos los incisos.

a) Responde de forma breve y clara las siguientes preguntas.

1.- escribe el significado de:

- Gen:

---

---

---

- Alelo:

---

---

---

- Cromosoma:

---

---

---

- Cromosoma procarionte y eucarionte:

---

---

---

- ADN, función e importancia:

---

---

---

- ARN, función e importancia:

---

---

---

b) Marca con un círculo la letra que corresponda a la respuesta de cada pregunta

1.- Por miles de años nuestros antepasados observaron tanto en plantas como en animales la herencia de características generación tras generación, sin embargo al no contar con una explicación razonable de cómo los padres pasan esas características a sus descendientes eran atribuidas a lo sobrenatural, en la actualidad ¿cómo explicas este fenómeno?:

- a) Existe una base material de herencia llamada ADN, la cual es la responsable de transmitir la información genética de una generación a otra.
- b) El ARN es la molécula responsable de fabricar proteínas de cada especie.
- c) Existen varios tipos de moléculas encargadas de transmitir la información genética: ADN, ARN, citoplasma, proteínas, músculos.
- d) Otro: \_\_\_\_\_

2.- ¿Cuándo observas a descendientes parecidos a sus progenitores piensas que?:

- a) Los hijos tienen semejanza por que sus padres son dominantes.
- b) Los hijos tienen semejanzas por que han heredado la misma información genética para un genotipo y fenotipo que los determina como una determinada especie.
- c) La información genética que potan no tiene relación solo si son dominantes ambos.
- d) Otro: \_\_\_\_\_

3.- ¿Qué causa que existan diferencias en el genotipo y fenotipo de las especies?:

- a) La forma en que están acomodadas las bases nitrogenadas genera que la síntesis de ARN sea específica, estructurando así proteínas para cubrir las necesidades de cada especie.
- b) La diferencia radica en la evolución de pensamiento de las especies.
- c) No existe diferencia entre especies, el humano ha creado los grados comparativos.
- d) Otro: \_\_\_\_\_

4.- ¿Cómo se acomodan los genes dentro de una célula procariota?:

- a) Están dispersos dentro del núcleo que el primitivo.
- b) Se acomodan de forma tal que necesitan estructuras específicas llamadas cromosomas para contenerse dentro del núcleo.
- c) Se acomodan de forma tal que necesitan estructuras específicas llamadas cromosomas
- d) Otro: \_\_\_\_\_

5.- Algunas especies de plantas cuentan con 50000 genes, ¿cómo explicas que se acomoden dentro de sus células?:

- a) Se acomodan en cromosomas los cuales se encuentran dentro del núcleo.
- b) No tienen núcleo, por lo cual están dispersos dentro del citoplasma.
- c) Es imposible que en esos organismos existan tantos genes.
- d) Otro: \_\_\_\_\_

6.- Algunas personas tiene la capacidad de enrollar su lengua, ¿tú puedes? sí, no ¿por qué?:

- a) La característica de enrollar la lengua está determinada por el uso, sí la puedas enrollar desde pequeño lo harás de grande y viceversa.
- b) La característica que determina enrollar la lengua está dada por un gen recesivo.

- c) La característica que determina enrollar la lengua está dada por un gen dominante.
- d) Otro: \_\_\_\_\_

7.- Una flor conocida como “boca de sapo” presenta dos fenotipos de líneas puras (flor blanca y flor roja) si se realiza un cruzamiento parental rojo x blanco, la F1 presenta flores rosadas ¿Cómo explicas el color peculiar de la F1?:

- a) El color rojo y blanco luchan por dejar su color en la F1 y como los dos son dominantes se crea un color intermedio.
- b) Los alelos para la flor roja y flor blanca están interactuando en el heterocigoto y esto genera el color rosado.
- c) El alelo dominante es el rojo y el recesivo el color blanco y al combinarse el rojo gana pero se diluye en el color blanco quedando así el color rosado.
- d) Otro: \_\_\_\_\_

8.- Las alturas promedio de la población mexicana es de 1.73m, pero pueden encontrar individuos que presenten diferentes estaturas desde el 1.50m hasta 1.90m ¿Cómo explicas estas diferencias de altura?

- a) En una población de organismos existen la herencia poligénica y la estatura es el resultado de la contribución de más de un alelo.
- b) La estatura es el resultado de la alimentación de cada individuo, por lo cual en países desarrollados la población es más alta.
- c) El gen de la estatura promedio es dominante sobre los otros.
- d) Otro: \_\_\_\_\_

9.- Las poblaciones ancestrales de osos polares tenían el pelo oscuro, ¿cómo explicas que hoy en día su pelaje sea blanco?:

- a) Algunos osos tenían el pelo blanco y heredaron esa característica a sus hijos y resultaron más exitosos cuando el ambiente cambio, en comparación con los osos que no tenían esa característica.
- b) El ambiente cambió y los osos necesitaban tener el pelaje cada vez más blanco para poder camuflajearse con el ambiente.
- c) El pelo blanco no tiene ningún sentido en las poblaciones de osos polares.
- d) Otro: \_\_\_\_\_

10.- En una caverna de México habita una población de tarántulas que son ciegas ¿por qué?

- a) Al no tener luz no necesitan ver.
- b) No se formaron los ojos.
- c) Las que podían ver murieron sin dejar descendencia.
- d) Otro: \_\_\_\_\_

11.- Las ballenas descienden de pequeños mamíferos del tamaño de un zorro y con aspecto de ciervo, eran animales terrestres y acuáticos ya que caminaban por el fondo de ríos y lagos ¿Cómo explicas su aspecto actual?

- a) Los ancestros de las ballenas necesitaban estar más tiempo en el agua por que su alimento era acuático por lo que se modificaron hasta su forma actual.
- b) Los ancestros terrestres no eran tan aptos para el agua por lo que murieron.
- c) Dentro de la población existían organismos que presentaban mutaciones que resultaron ventajosas para ambientes acuáticos, por lo cual, estos organismos se reprodujeron y dejaron descendencia con características específicas los cuales dieron origen a lo que hoy conocemos como ballenas.
- d) Otro: \_\_\_\_\_

12.- En ambos lados de la Gran Muralla China se han encontrado ejemplares de plantas de la misma especie pero muestran diferencias genéticas ¿Por qué?

- a) Por estar en ambos lados de la Gran Muralla China existen diferencias de clima y geológicas por lo cual las plantas aunque sean de la misma especie presentan diferencias.
- b) La Gran Muralla China es una barrera física, por lo que no pueden ser de la misma especie.
- c) El flujo génico no existe porque esas plantas no necesitan intercambio.
- d) Otro: \_\_\_\_\_

13.- ¿Cómo explicas que hermanos sanguíneos no presentan parecido físicamente entre ellos?

- a) Algunos hijos presentan más genes de alguno de sus padres, por ello no se parecen entre si.
- b) Si son mujeres tienen más genes de la madre y los hombres del padre.
- c) Los genes de ambos progenitores en el momento de la fecundación presenta recombinación genética específica para cada descendiente, lo cual origina las diferencias físicas entre la descendencia.
- d) Otro: \_\_\_\_\_

14.- Dentro de una población ¿cuáles son las fuentes de variación genética:

- a) Mutación, selección natural y evolución.
- b) Flujo génico, evolución y mutación.
- c) Mutación, flujo genético y recombinación genética.
- d) Otro: \_\_\_\_\_

15.- ¿Cómo explicas que las fuentes de variación genética sean la base de la evolución?:

- a) Estos tres factores intervienen a nivel individual pero al reproducirse los organismos y dejar descendencia se da paso a la evolución.
- b) Estos factores dependen si la población quiere o no evolucionar.
- c) Dependen del ambiente y de la necesidad de los organismos para evolucionar.
- d) Otro: \_\_\_\_\_

- c) Realiza un mapa conceptual de ***Fuentes de Variación Genética***. No olvides acomodar los ***conceptos*** según su grado de jerarquía, utiliza conectores que faciliten la lectura del mapa.

**ANEXO 5****CUESTIONARIO DE RETROALIMENTACIÓN PARA TODOS LOS CASOS**

Nombre del equipo: \_\_\_\_\_

Tema I: Naturaleza de la diversidad genética. Subtemas: ADN y ARN desde la perspectiva de la diversidad genética, cromosoma procarionte y eucarionte

**Instrucción: lee por favor nuevamente los casos y responde las preguntas siguientes:**

**CASO 1**

Visita al rancho

Material para el alumno

Antonio fue de visita al rancho de sus abuelos, donde observó una gran variedad de organismos tanto vegetales como animales, Antonio considera que todos los organismos vivos tiene algo en común dentro de sus células que se hereda de padres a hijos. Piensa que este proceso a la vez que produce individuos de una misma especie, es responsable de la gran variedad biológica.

- 1.- ¿Existe una oración que no sea clara para el equipo? ¿Cuál es?
- 2.- ¿Consideran que la redacción es clara y les permite identificar el problema? ¿Si, no, por qué?
- 3.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúe como distractor?
- 4.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúa como facilitador?
- 5.- ¿Qué palabras o frases no comprenden?
- 6.- Si consideran necesario, redacten el caso como quedaría mejor.

**CASO 2**

## Casi iguales

Material para el alumno

Investigadores del Instituto Max Planck de Antropología en Leipzig, Alemania, publicaron un artículo que menciona las diferencias entre el humano y el chimpancé. Estas diferencias radican en el cerebro, específicamente en los genes que se expresan en forma de proteínas, haciendo que los cerebros sigan patrones diferentes de conducta, consumo de energía y pensamiento. La conclusión a la que llegaron fue que el factor clave para esta diferencia, es el cambio en la estructura de las proteínas, lo que ha generado una diversidad biológica entre el humano y el chimpancé.

1.- ¿Existe una oración que no sea clara para el equipo? ¿Cuál es?

2.- ¿Consideran que la redacción es clara y les permite identificar el problema? ¿Si, no, por qué?

3.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúe como distractor?

4.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúa como facilitador?

5.- ¿Qué palabras o frases no comprenden?

6.- Si consideran necesario, redacten el caso como quedaría mejor.

**CASO 3**

¿Y dónde están los genes?

Material para el alumno

Mariana leyó una noticia en el periódico acerca de que recientemente, especialistas del Instituto para la Investigación Genómica han secuenciado los genes de una bacteria que habita en entornos salados. Mariana sabe que los genes son la unidad básica de herencia de los seres vivos y se preguntó: ¿en que parte de la célula bacteriana se encuentran?

1.- ¿Existe una oración que no sea clara para el equipo? ¿Cuál es?

2.- ¿Consideran que la redacción es clara y les permite identificar el problema? ¿Si, no, por qué?

3.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúe como distractor?

4.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúa como facilitador?

5.- ¿Qué palabras o frases no comprenden?

6.- Si consideran necesario, redacten el caso como quedaría mejor.

#### **CASO 4**

La mosca de la fruta

Material para el alumno

---

Rubén escucho una noticia en televisión, se mencionaba que científicos estadounidenses han logrado identificar cerca de 13,600 genes de la mosca de la fruta. Se sorprendió mucho. Pues le pareció un hecho curioso que se estudiara la mosca de la fruta hasta en sus genes y que este insecto tuviera tantos. Aunque sabe que los genes están relacionados con la herencia, no se imagina como tal cantidad de genes están agrupados en este pequeño organismo.

1.- ¿Existe una oración que no sea clara para el equipo? ¿Cuál es?

2.- ¿Consideran que la redacción es clara y les permite identificar el problema? ¿Si, no, por qué?

3.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúe como distractor?

4.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúa como facilitador?

5.- ¿Qué palabras o frases no comprenden?

6.- Si consideran necesario, redacten el caso como quedaría mejor.

### ***CUESTIONARIO DE RETROALIMENTACIÓN PARA TODOS LOS CASOS***

Nombre del equipo: \_\_\_\_\_

Tema II: Expresión genética y variación. Subtemas: Relaciones alélicas y no alélicas

**Instrucción: lee por favor nuevamente los casos y responde las preguntas siguientes:**

**CASO 5**

## El papá de María Elena

Material para el alumno

María Elena, de 43 años, fue diagnosticada hipertensa (tensión arterial alta), el médico le preguntó si sus papás tienen o tuvieron hipertensión arterial. María Elena respondió que su papá es hipertenso, pero no así su mamá ni su hermano. El médico explicó a María Elena que su hipertensión es heredada.

- 1.- ¿Existe una oración que no sea clara para el equipo? ¿Cuál es?
- 2.- ¿Consideran que la redacción es clara y les permite identificar el problema? ¿Si, no, por qué?
- 3.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúe como distractor?
- 4.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúa como facilitador?
- 5.- ¿Qué palabras o frases no comprenden?
- 6.- Si consideran necesario, redacten el caso como quedaría mejor.

**CASO 6**

## Grupos sanguíneos

Material para el alumno

Oscar escuchó en la radio que un hospital solicitaba sangre de cualquier tipo para un paciente que estaba internado. Oscar sabe que existen cuatro grupos sanguíneos (A, AB, B, O), los cuales están determinados por un solo gen y que estos grupos son heredados de los progenitores, pero lo

que no se explica es el hecho de que existen cuatro grupos sanguíneos distintos a pesar de que un sólo gen determina el tipo de sangre.

1.- ¿Existe una oración que no sea clara para el equipo? ¿Cuál es?

2.- ¿Consideran que la redacción es clara y les permite identificar el problema? ¿Si, no, por qué?

3.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúe como distractor?

4.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúa como facilitador?

5.- ¿Qué palabras o frases no comprenden?

6.- Si consideran necesario, redacten el caso como quedaría mejor.

### ***CUESTIONARIO DE RETROALIMENTACIÓN PARA TODOS LOS CASOS***

Nombre del equipo: \_\_\_\_\_

Tema III: Fuentes de variación genética. Subtemas: mutación, flujo génico y recombinación genética.

**Instrucción: lee por favor nuevamente los casos y responde las preguntas siguientes:**

## Los mosquitos

Material para el alumno

Oscar fue de visita con sus papás a la casa de los abuelos paternos que viven en Xochimilco. Él notó que habían demasiados mosquitos. El papá de Oscar contó que cuando él era niño se fumigaba con DDT, por lo que la abuelita comentó que cuando se comercializó el DDT, se empezó a fumigar toda la región, pero no todos los mosquitos murieron, por lo que Oscar se preguntó: ¿por qué no todos los mosquitos murieron?

- 1.- ¿Existe una oración que no sea clara para el equipo? ¿Cuál es?
  
- 2.- ¿Consideran que la redacción es clara y les permite identificar el problema? ¿Si, no, por qué?
  
- 3.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúe como distractor?
  
- 4.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúa como facilitador?
  
- 5.- ¿Qué palabras o frases no comprenden?
  
- 6.- Si consideran necesario, redacten el caso como quedaría mejor.

**CASO 8**

## Las fotos de Carlos

Material para el alumno

Carlos es fotógrafo de vida silvestre y en uno de sus viajes al Lago Erie, ubicado en Nueva York, fotografió una serpiente con bandas oscuras (*Nerodia sipedon*); los pobladores le comentaron que en las islas cercanas habita la misma especie de serpiente con bandas pero también sin bandas. Al día siguiente Carlos fue al lugar referido y constató lo dicho por los pobladores.

- 1.- ¿Existe una oración que no sea clara para el equipo? ¿Cuál es?
  
- 2.- ¿Consideran que la redacción es clara y les permite identificar el problema? ¿Si, no, por qué?
  
- 3.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúe como distractor?
  
- 4.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúa como facilitador?
  
- 5.- ¿Qué palabras o frases no comprenden?
  
- 6.- Si consideran necesario, redacten el caso como quedaría mejor.

## **CASO 9**

### Las hijas de Antonio y Andrea

Material para el alumno

Antonio y Andrea con 15 años de casados tienen dos hijas, María y Karina, ambas no se parecen físicamente. Antonio considera que María tiene un parecido físico con la familia paterna; Andrea dice que Karina es más parecida físicamente a la familia materna.

Antonio y Andrea piensan que se puede tener hijos que no se parezcan físicamente, pero estos pueden parecerse a la familia tanto paterna como materna.

- 1.- ¿Existe una oración que no sea clara para el equipo? ¿Cuál es?

2.- ¿Consideran que la redacción es clara y les permite identificar el problema? ¿Si, no, por qué?

3.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúe como distractor?

4.- ¿Dentro del texto, existe alguna oración que actúa como facilitador?

5.- ¿Qué palabras o frases no comprenden?

6.- Si consideran necesario, redacten el caso como quedaría mejor.

**SIGLAS**

ABP	APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS
CB	COLEGIO DE BACHILLERES
CBTA	CENTRO DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO AGROPECUARIO
CBTIS	CENTRO DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS
CCH	COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
CECyT	CENTRO DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS
CETIS	CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS
CONALEP	COLEGIO NACIONAL DE EDUCACIÓN TÉCNICA
EMS	EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
ENP	ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA
IES	INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR
SEP	SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TEC	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY (ITESM)
UNAM	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO