



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

FACULTAD DE CIENCIAS

**“Estrategias didácticas para la enseñanza aprendizaje del
concepto de mutación en el bachillerato”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN
MEDIA SUPERIOR (Biología)**

P R E S E N T A:

BIÓL. HILDA CLAUDIA MORALES CORTÉS

DIRECTORA DE TESIS: DRA. PATRICIA RAMOS MORALES.

MÉXICO, D.F.

ENERO 2008.



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:

A Dios por darme la vida y a mi por darme la oportunidad de vivir esta experiencia que alienta mi espíritu y enriquece mi persona.

A la Universidad Nacional Autónoma de México mi *Alma Mater*, porque soy Hecha en C.U.

A la Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM.

A la Facultad de Ciencias.

A la Dra. Patricia Ramos Morales, por su guía, apoyo y paciencia en la elaboración de este trabajo.

Al Q. A. José de Jesús Castro por su cariño y apoyo en el tratamiento estadístico de este trabajo.

Al H. Jurado:

M. en C. Alejandro Martínez Mena, Mtro. en Pedagogía Porfirio Morán Oviedo, Mtra. en Psicología Milagros Figueroa Campos y M. en C. Irma Elena Dueñas García, por sus observaciones y sugerencias, que redundaron en el enriquecimiento de esta tesis.

A mis profesores MADEMS, supervisores y amigos por las enseñanzas y apoyo.

Dedicatoria:

Soy docente y bióloga por vocación. Este trabajo es producto de mi esfuerzo, constancia, gusto y alegría, al permitirme hacer lo que me gusta: APRENDER Y ENSEÑAR y por ello lo dedico:

**A mis hijos y mi esposo, a mi plenitud y corazón,
a mis padres, a mis maravillosos hermanos y a mis
amigos de equipo MADEMS.**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 El concepto de mutación en los alumnos	3
1.2 Justificación:	4
2. FUNDAMENTACIÓN ACADÉMICA	5
2.1 Generalidades sobre el Plan de estudios y Mapa curricular del bachillerato de la ENP:	5
2.2 Ubicación de la asignatura Biología IV en el Plan de Estudios de la ENP.	5
2.3 Relaciones de Biología IV con materias antecedentes, paralelas y consecuentes:	7
2.4 Ubicación de la asignatura Biología V en el Plan de Estudios de la ENP.	7
2.5 Relaciones de Biología V con materias antecedentes, paralelas y consecuentes:	8
2.6 Temas antecedentes al concepto de mutación:	9
2.7 Temas consecuentes al concepto de mutación:	9
3. MARCO TEÓRICO	10
3.1 Adolescencia:	10
3.2 La concepción constructivista del aprendizaje escolar y la intervención educativa:	13
3.3 Construir en la escuela:	15
3.4 Los diferentes contenidos en la enseñanza de la ciencia:	16
? Contenidos conceptuales:	16
? Contenidos procedimentales:	18
? Contenidos actitudinales:	18
3.5 El proceso de enseñanza-aprendizaje:	20
3.6 Las ideas previas:	22
3.7 La planificación como parte de la enseñanza-aprendizaje:	23
3.8 La evaluación educativa:	24
3.9 El portafolios como instrumento de evaluación:	26
3.10 Lo que se entiende por estrategias:	28
3.11 El uso de imágenes en la enseñanza:	29
3.12 Los mapas conceptuales:	30
3.13 Los organizadores previos:	31
3.14 El trabajo práctico:	32
3.15 Aprendizaje cooperativo:	32
4. PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA	34
4.1 Preguntas de investigación:	34
4.2 Objetivos:	34
4.3 Hipótesis	35
5. METODOLOGÍA	36
5.1 El modelo inductivo:	39
5.2 La contrastación de modelos:	41
5.3 Estrategias didácticas propuestas para el concepto de mutación:	41
Actividad 1: Ubicación espacio-temporal de las mutaciones.	43
Actividad 2: Lectura Ensayo ¿Qué sabes de las mutaciones?	46
Actividad 3: “La fábrica de proteínas y los errores de producción”.	50
Actividad 4. Práctica ¿Qué onda con las moscas?	53
Actividad 5. “Aberraciones cromosómicas”.	56
Actividad 6. “El papel de las mutaciones en la evolución”.	59

6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	63
6.1 Resultados de las preguntas abiertas sobre el collage:	63
6.2 Resultados de las preguntas abiertas sobre mutaciones Pretest-Postest:	67
6.3 Resultados del pretest en los grupos control y tratamiento para las preguntas de opción múltiple:	75
6.4 Resultados del Postest para el grupo control en las preguntas de opción múltiple:	80
6.5 Resultados del Postest para el grupo tratamiento en las preguntas de opción múltiple:	86
6.6 Cambios observados en los grupos control y tratamiento posteriores al desarrollo del contenido de mutaciones:	93
7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	95
8. RECOMENDACIONES	99
9. REFERENCIAS	100
10. ANEXOS	105
Anexo 1: Pretest- Postest	105
Anexo 2: Cronograma de actividades de Práctica Docente III. Semestre 2007-1. Septiembre 2006.	109
Anexo 3: Bitácora de clases	114
Anexo 4: Evaluación del docente por los alumnos	118
Anexo 5: Collage de grupos humanos	120
Anexo 6: Protozooario y bacterias	121
Anexo7: Ubicación espacio-temporal expresión génica de las mutaciones	122
Anexo 8: ¿Qué sabes de las mutaciones?	124
Anexo 9: La fábrica de proteínas y los errores de producción	130
Anexo 10: ¿Qué onda con las moscas?	135
Anexo 11: Aberraciones cromosómicas	137
Anexo 12: Síndrome de Turner	144
Anexo 13: Síndrome de Down	145
Anexo 14: Síndrome de Klinefelter	146
Anexo 15: Síndrome de Edwards	147
Anexo 16: Síndrome de Patau	148
Anexo 17: Cariotipo Normal	149
Anexo 18: Cariotipo 1, 2 y 3	150
Anexo 19: El papel de las mutaciones en la evolución	153

RESUMEN

El aprendizaje, tradicionalmente concebido como un proceso de adquisición y transmisión de un corpus conceptual, ha dado paso a la concepción de la enseñanza-aprendizaje como un proceso interactivo en el que están involucrados estudiantes, docentes y sociedad. Por ello, el desarrollo personal de los estudiantes, no sólo debe ser en el ámbito cognitivo, supone además el desarrollo de capacidades de equilibrio personal, de inserción social, de relación interpersonal y motrices (Coll, *et al.*2000).

De ahí que habremos de tener en cuenta que el aprendizaje es un proceso integrado, en el que actitudes, procedimientos y conceptos se aprenden conjuntamente y donde además, unos dependen de los otros (Jiménez, *et al.*, 2003).

En este trabajo se proponen seis actividades como parte de una estrategia didáctica basada en la concepción constructivista para la enseñanza-aprendizaje del concepto científico de mutación en el bachillerato. En cada una de ellas, se incluyen los tres tipos de contenidos: conceptuales, procedimentales y actitudinales, así como, los tres momentos: apertura, desarrollo y cierre.

Se trabajó con dos grupos de alumnos elegidos al azar, de la Escuela Nacional Preparatoria, Plantel N° 8 “Miguel E.Schulz” del Turno matutino. Uno designado control y otro de tratamiento; siendo este último en el que se aplicaron las actividades de la presente propuesta.

El trabajo realizado comprendió las etapas de: a) Planificación y diseño de las estrategias, recursos e instrumentos de evaluación, b) Aplicación y c) Evaluación de las estrategias didácticas aplicadas.

Como parte del proceso de evaluación de las estrategias propuestas para el desarrollo del tema de mutaciones, se diseñó y empleó, un instrumento tipo pretest – posttest, integrado por seis preguntas abiertas, analizadas cualitativamente y ocho preguntas cerradas con cuatro opciones de respuesta, las cuales fueron analizadas por comparación de frecuencias relativas y prueba de t.

Los resultados mostraron diferencias significativas entre el grupo tratamiento y control en siete de las ocho preguntas cerradas. Las diferencias fueron favorables para el grupo tratamiento, hasta en un 44%.

Para las preguntas abiertas se observó que los alumnos asociaron la interacción del genoma y los factores ambientales e identificaron, la existencia de diversos tipos de mutaciones y algunos de sus efectos en los organismos. Ubicaron a diferentes niveles de organización la expresión de las mutaciones e identificaron que sólo algunas de ellas son transmisibles a los descendientes. Las estrategias aplicadas en el grupo tratamiento, representan metodologías alternativas de trabajo para los profesores, que respaldan y facilitan la enseñanza aprendizaje del concepto de mutación, al considerar el nivel intelectual de los alumnos bachilleres y la realidad de su entorno.

En el grupo control sólo se observó una ligera mejoría a favor de la respuesta correcta entre el 9% y 21%, y en algunos subtemas se encontró que el porcentaje de respuestas correctas disminuyó hasta en 23%.

1. INTRODUCCIÓN

En nuestra sociedad, se ha vuelto una necesidad, la formación de alumnos críticos capaces de optar entre diferentes argumentos con los cuales emitir y tomar decisiones como ciudadanos. Buena parte de los problemas del entorno, tales como los ambientales, los relacionados con la salud, la alimentación u otros, requieren de emitir opiniones fundamentadas científicamente; por ejemplo, al hablar de las ventajas o desventajas de los alimentos transgénicos, sobre qué hacer con los residuos que son vertidos al drenaje o directamente al aire, suelo o agua sin ningún tratamiento, o cómo lograr una mejor calidad de aire, etcétera.

En el mundo de hoy, de la era de la biotecnología, entender conocimientos genéticos básicos, es indispensable para el ciudadano de la actual y futura sociedad. Como lo menciona Jegalian (2000), todos tienen una seria responsabilidad en el avance y uso de las ciencias genómicas en beneficio de la humanidad y por ello, es necesario que los conocimientos populares involucren a la ciencia. (Venville, Gribble y Donovan, 2005).

Por otra parte, Turney (1995), como lo cita Gallego, *et al.* 2004, ha sugerido tres motivos principales para desarrollar la comprensión de la Genética en los alumnos en particular y en la población en general: un *motivo utilitario* (aplicación de los conocimientos científicos para su uso), un *motivo democrático* (aplicación de los conocimientos para debatir en sociedad) y un *motivo cultural* (logro cultural de la sociedad moderna). Así, la comprensión y asimilación de temas de Genética y Biología Molecular son importantes en el currículo de secundaria y bachillerato.

De ahí, la importancia de que el alumno cuente con una alfabetización científica, es decir, que sea capaz de situarse y reconocer en un contexto científico sus argumentos y opiniones, justificándolas, explicándolas y definiéndolas (Sarda y Sanmartí, 2000).

Actualmente, el concepto de gen no sólo tiene un contexto genético, sino que se ha convertido en un símbolo social importante, que explica una gama de las características humanas, que van desde problemas de salud como la obesidad o el cáncer, hasta aspectos del vestir y morales (Venville, Gribble y Donovan, 2005).

Todos estos temas forman parte de la cotidianeidad y por lo tanto, dotar a los alumnos de un marco conceptual elemental al respecto, permitirá contar con una sociedad informada,

donde los ciudadanos a un nivel básico, comprendan los avances de la investigación en este ámbito de estudio y se interesen por sus repercusiones tecnológicas y sociales; además los dotará de elementos de criterio para participar en la discusión de su significado, en la toma de decisiones e impacto social. Así mismo, es importante que los estudiantes perciban el conocimiento científico, como producto en continua revisión del trabajo colectivo de una comunidad de investigadores (Ayuso y Banet, 2002).

Es así, que el tema de herencia es parte fundamental de la enseñanza de conocimientos biológicos en el bachillerato de la UNAM, pues uno de los propósitos de los Programas de Biología IV y V de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), es proveer al estudiante de conceptos básicos que le permitan comprender la reproducción y la herencia, como procesos para la continuidad de la vida, como responsables de las características de la unidad y diversidad de los seres vivos y como procesos de su propio desarrollo y el de las demás formas de vida, así como para reconocer el impacto social que estos conocimientos tienen en la vida cotidiana (Programas de Estudio de las Asignaturas de Biología IV y V de la ENP de la UNAM, 1996).

En este sentido, Banet y Ayuso (2003), coinciden con lo anterior y resaltan, que este tipo de conocimiento ayuda al estudiante a entender el significado biológico de la división celular, la reproducción de los seres vivos y los avances recientes sobre genética y evolución.

A lo largo de mi experiencia docente en el bachillerato de la ENP, he identificado en los alumnos problemas de comprensión en el significado de conceptos genéticos como el de mutación, cromosoma, gen y alelo por citar algunos.

De ello, surge la presente propuesta, que pretende proporcionar estrategias didácticas alternativas basadas en la concepción constructivista, para la enseñanza-aprendizaje del concepto de mutación en el bachillerato, a través del diseño de materiales y procedimientos, tendientes a facilitar el aprendizaje significativo de este contenido conceptual.

Cuando se proporciona a los alumnos “ayudas” que buscan facilitar intencionalmente un procesamiento de la información nueva y que son planeadas por el docente, se denominan estrategias instruccionales de acuerdo con Díaz Barriga y Hernández, 2002.

En este trabajo las estrategias instruccionales utilizadas fueron: objetivos o propósitos de aprendizaje, imágenes, mapas conceptuales, organizadores previos, lecturas, preguntas intercaladas y analogías.

1.1 El concepto de mutación en los alumnos

Dado que la finalidad de esta propuesta es facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de mutación, es importante conocer la concepción de los alumnos de secundaria al respecto en su contexto con la herencia, debido a que en este ciclo escolar se ubica su último contacto con la biología y se reanuda hasta segundo de bachillerato.

En la formación de las teorías biológicas, los conceptos juegan un papel fundamental (Mayr, 1998), en cada campo de la biología hay conceptos específicos como el de célula, población, especie, adaptación, mutación, clonación, etcétera, que han resultado cruciales para el desarrollo de teorías. En cuanto a su aprendizaje, algunos de estos conceptos no requieren un cambio conceptual profundo o reestructuración, sino más bien una diferenciación, una extensión o ampliación de las ideas previas para su comprensión y uso (Jiménez, *et al.* 2003).

Por ejemplo, en el caso de la genética, siendo ésta esencialmente probabilística, resulta difícil de entender, por qué los libros de texto presentan los resultados de las cruces de una forma determinista, cuando la probabilidad tiene relación con la multicausalidad de las interacciones entre los genes, ambiente y organismos para explicar un fenómeno biológico. Tal es el caso de las mutaciones, importantes para la evolución y que, entre otros factores dependen del azar, los genes del organismo, la interacción del medio con éstos, la selección natural y la capacidad reproductora del organismo. Los alumnos piensan en la herencia como un mecanismo que conserva las semejanzas y no las diferencias y más aún, les es difícil relacionarlo con una descendencia abundante como requisito para la supervivencia diferencial debido, probablemente, a la dificultad de conceptualizar procesos que, a escala de la vida humana, son imperceptibles (Jiménez, *et al.* 2003).

Para entender el concepto de gen y cromosomas, los alumnos requieren de cierta capacidad de abstracción, razón por la cual a algunos les resulta complicado. Por otra parte, conceptos como el de mutación, lo entienden de forma “lamarckiana”, por ejemplo: “para no

extinguirse, un organismo muta”, entendiéndose a la mutación como una respuesta del organismo ante una necesidad (Banet y Ayuso, 2003). O bien, lo entienden como sinónimo de supercualidades o superdefectos.

Albadejo y Lucas (1988), encontraron que para los alumnos de secundaria, una mutación es cualquier cambio que tiene un organismo, la mayoría lo relacionan con cambios físicos o con una “transformación”, generalmente asociada a defectos anatómicos. En los estudios de Gallego *et al.* (2004), encontraron que algunos estudiantes asocian a las mutaciones con la radiación y muy difícilmente con el proceso evolutivo, muy pocos hacen referencia a modificaciones cromosómicas y en ocasiones, incluso algunos las asocian con “cambios en la sangre”. Los alumnos identifican mutación con transformación, la obtención de superpoderes, es consecuencia de una mutación, se produce de forma instantánea y un agente mutágeno puede ser la radiactividad.

De acuerdo con Cho, *et al.* (1985), los estudiantes de secundaria en su mayoría, consideran dañinas y negativas a las mutaciones, o bien como lo mencionan Jensen y Finley (1995), las mutaciones se producen para poder sobrevivir a cambios.

1.2 Justificación:

El propósito de este trabajo, consiste en una propuesta de tipo constructivista, integrada por seis estrategias didácticas que tienen por objetivo, traducirse en tareas que implican situaciones novedosas y de reflexión para los alumnos, para que éstos, planifiquen, seleccionen y repiensen su propia actividad de aprendizaje a través de afrontar y resolver cada actividad, lo que se traduce también, en una estrategia.

Se pretende estimular los conocimientos previos de los alumnos y relacionarlos con la información nueva del tema de mutaciones, para que a través de la discriminación y generalización de la información, reestructuren sus conocimientos en pos de la construcción de un conocimiento nuevo, apegado al concepto científico de mutación.

2. FUNDAMENTACIÓN ACADÉMICA

2.1 Generalidades sobre el Plan de estudios y Mapa curricular del bachillerato de la ENP:

La Escuela Nacional Preparatoria con el fin de cumplir su misión educativa, cuenta con un currículo que se caracteriza principalmente por un contenido programático conformado por una gama de disciplinas de carácter científico, humanístico, social y tecnológico, orientadas a contribuir a la formación integral del alumno, es decir, al desarrollo de sus áreas intelectual, afectiva, física, estética, artística, moral y de la comunicación y en donde el profesor tiene como función, ser encauzador o facilitador del aprendizaje, para que el estudiante se convierta en protagonista de su propio proceso (Programas de Estudio 1996, ENP de la UNAM).

El Plan de estudios del bachillerato de la ENP consta de tres años y cada ciclo es anual. El Mapa curricular se encuentra dividido en tres etapas: Una primera etapa de introducción para los alumnos de 4° año, donde se establecen las bases cognoscitivas sobre las que habrá de construirse el perfil de egreso, principalmente en cuanto a los lenguajes básicos del aprendizaje: español, matemáticas, lengua extranjera e informática, con el fin de que los alumnos cuenten con competencias para la comunicación y la organización de información y su análisis a nivel básico. La segunda etapa es de profundización, para los alumnos de 5° año, donde se obtiene la preparación para el ingreso al grado propedéutico, enfatizando la capacidad de análisis, la autonomía e individuación. Para los alumnos de 6° grado, existe una etapa de orientación, en donde se espera perfeccionar el perfil de egreso del bachillerato en su conjunto, en el área de su elección, dependiendo de la licenciatura que deseen cursar, ya sea Físico-Matemáticas (área I); Ciencias Biológicas y de la Salud (área II); Ciencias Sociales (área III) y Humanidades y Artes (área IV).

2.2 Ubicación de la asignatura Biología IV en el Plan de Estudios de la ENP.

El curso de Biología IV se ubica en el mapa curricular de la Escuela Nacional Preparatoria en el quinto año del bachillerato, es una asignatura obligatoria del núcleo básico, de carácter teórico-práctico y pertenece al área de formación de Ciencias Naturales. Se plantea como un curso general, que más que profundizar sobre los temas, le permite al alumno la

adquisición de una cultura biológica que se traduzca en respeto hacia la vida, a través del conocimiento (Programas de estudio de la ENP de la UNAM, 1996).

Este curso está integrado por seis unidades (I.- “La Biología como ciencia”, II.- “La célula: unidad estructural y funcional de los seres vivos”, III.- Procesos para la continuidad de la vida”, IV.- “Evolución de los seres vivos”, V.- “Historia evolutiva de la diversidad biológica”, VI.- “Los seres vivos y su ambiente”), cuya secuencia temática inicia con el estudio de los procesos celulares, hasta abarcar todos los macroprocesos comunes a todos los seres vivos. Esta secuencia tiene como objetivo, que el alumno relacione e integre la información adquirida para la construcción de su propio conocimiento.

Los contenidos se han actualizado a la luz del avance de la ciencia y la concepción actual de la Biología como ciencia integral, vinculada con los aspectos sociales, históricos, políticos y económicos de nuestro país. Así mismo se hace énfasis en la importancia de los aspectos ambientales y el desarrollo de actitudes responsables frente a dichos aspectos.

En el aspecto metodológico, se propone el planteamiento y reconocimiento de problemas relacionados con la vida cotidiana y la sociedad, como puntos de partida para introducir e interesar al alumno en la resolución de los mismos, a partir de la aplicación de la metodología de investigación básica y favoreciendo la actividad en el aula a través de sesiones de análisis, discusión, reflexión y elaboración de proyectos e informes para una mayor participación y control de su aprendizaje (Programas de estudio de la ENP de la UNAM, 1996).

Con este curso se pretende que el alumno vaya integrando la información que adquiere, para ser capaz de entender los conceptos, los principios y las generalizaciones más importantes de la Biología, que le permitirán la comprensión de la naturaleza de los seres vivos y su funcionamiento. La organización del contenido de Biología IV considera los principios integradores de la Biología: unidad, diversidad, continuidad, respuesta y regulación, cambio e interacción con el medio y aspectos que caracterizan a los seres vivos. Este curso sirve como antecedente a la asignatura de Biología V (propedéutica del área II y del área I) y Temas Selectos de Biología (optativa del área II). (Programas de estudio de la ENP de la UNAM, 1996).

2.3 Relaciones de Biología IV con materias antecedentes, paralelas y consecuentes:

El curso de Biología IV, tiene como antecedentes de la disciplina, los cursos de Biología de nivel medio básico (secundaria) y como materias consecuentes los cursos de Biología V y Temas Selectos de Biología del sexto año del bachillerato.

Las materias que sirven de apoyo a este curso son: Geografía que aporta elementos fundamentales y necesarios para el estudio de la distribución de los seres vivos. Lógica que proporciona los elementos para conceptualizar los aspectos de la ciencia y sus métodos de estudio e Historia universal, que permite ubicar los antecedentes históricos del pensamiento científico, su evolución y la generación de conceptos basados en las principales teorías. Física III, que aborda el estudio de conceptos como: calor, energía y temperatura, fundamentales para la comprensión de los procesos de la vida y Matemáticas que brinda las bases para el razonamiento y la interpretación.

Mantiene además, relación con las siguientes asignaturas de 5° año: Química III y Educación para la salud, que proporcionan al alumno conocimientos que le sirven para entender la composición, estructura y el funcionamiento de los seres vivos. Matemáticas, Historia y Ética que permitirán desarrollar, su capacidad de reflexión y razonamiento y Etimologías grecolatinas del español, para la comprensión del lenguaje común y el especializado.

Como asignaturas consecuentes están Biología V, curso en el que se profundiza el estudio de los procesos biológicos, Química IV, que analiza la química en relación con la vida y Física IV, en la que se estudian aspectos como ósmosis, propiedades eléctricas de la materia, capilaridad y tensión superficial, para comprender mejor los procesos vitales.

Además sirve como base a las asignaturas optativas del área II: temas Selectos de Biología, Temas Selectos de Morfología y Fisiología y Físico Química (Programas de estudio de la ENP de la UNAM, 1996).

2.4 Ubicación de la asignatura Biología V en el Plan de Estudios de la ENP.

Biología V se ubica en el mapa curricular de la ENP en el 6° año del bachillerato, es una asignatura obligatoria del núcleo propedéutico para los alumnos que cursan el área II y es optativa para los alumnos que cursan el área I.

Biología V tiene como propósito que el alumno integre y relacione los conocimientos adquiridos, en el análisis de los procesos biológicos fundamentales en diversos niveles de organización y desde una perspectiva evolutiva, por lo que se plantea como un curso con mayor profundidad e integrador de los conocimientos adquiridos en Biología IV. Todo ello, a partir del planteamiento de problemas que favorezcan el desarrollo de una actitud de investigación, que le permiten tener una visión integral de la disciplina (Programas de estudio de la ENP de la UNAM, 1996).

Con esta asignatura el alumno, no sólo adquirirá conocimientos necesarios para su acceso a las facultades del área, sino se familiarizará con el lenguaje, los métodos y las técnicas básicas de la Biología, que contribuirán a fomentar en él una actitud científica, el desarrollo de habilidades, aptitudes y valores que completen esta etapa de su formación.

El curso plantea un proceso de enseñanza-aprendizaje centrado en el alumno, en donde los contenidos son los medios y no el fin del aprendizaje.

Biología V comprende seis unidades temáticas: I.- “Nutrición y estructura de los seres vivos”, II.- “Metabolismo”, III.- “Regulación y continuidad de la vida”, IV.- “Comunicación y desarrollo en los seres vivos”, V.- “Interacción de los seres vivos con su ambiente” y VI.- “Biología y sociedad” (Programas de estudio de la ENP de la UNAM, 1996).

2.5 Relaciones de Biología V con materias antecedentes, paralelas y consecuentes:

El curso de Biología V tiene como antecedentes los cursos de: Biología IV de 5° de bachillerato, en el que los alumnos adquieren las bases y principales nociones de la Biología; Física III de 4° de bachillerato, Química III y Educación para la salud del 5° año, Matemáticas, Historia y Ética, que le permiten al alumno desarrollar la capacidad de reflexión y razonamiento y Etimologías Grecolatinas del Español.

Se relaciona además, con materias paralelas de carácter obligatorio y propedéuticas para el área II de Ciencias Biológicas y de la Salud, como Física IV y Química IV, que permiten

comprender los aspectos de la estructura y composición de los seres vivos, así como los mecanismos de transformación de la materia y la energía y que, por su carácter científico, comparten una metodología de investigación básica. Con Psicología que representa la posibilidad de aplicación de algunos de los procesos biológicos para la comprensión de la conducta humana y Derecho que los ubica en el contexto social. Se relaciona también con Matemáticas, que aporta elementos que permiten, a través del uso de modelos y la estadística, la mejor comprensión de los fenómenos biológicos.

Con otras asignaturas optativas como temas selectos de Biología, Temas Selectos de Morfología y Fisiología y Físico-Química, mantiene relación, ya que dota al estudiante de conocimientos biológicos y metodológicos aplicables en el estudio de dichas asignaturas.

2.6 Temas antecedentes al concepto de mutación:

De manera general y con base en los contenidos de los Programas de Estudio de las asignaturas Biología IV y V de la ENP, se encuentran los siguientes contenidos como temas antecedentes al de mutaciones:

-Principios unificadores de los seres vivos, estructura y metabolismo celulares, niveles de organización de la materia, moléculas orgánicas, sistemas unicelulares y pluricelulares, reproducción celular e individual, fecundación, desarrollo embrionario y tipos de herencia.

2.7 Temas consecuentes al concepto de mutación:

Los temas consecuentes al de mutación son:

-Teorías de la evolución, evolución y diversidad biológica, selección natural, origen de la vida, ecología de poblaciones y problemas ambientales.

3. MARCO TEÓRICO

Las estrategias didácticas de esta propuesta, se fundamentan en aspectos de la concepción constructivista, cuya finalidad es facilitar el acceso de alumnos de bachillerato al concepto de mutación, por lo que se desarrollarán algunos aspectos relacionados al constructivismo, la intervención educativa, la construcción en la escuela, los contenidos en la enseñanza, el papel de las ideas previas, la planificación y evaluación educativas.

Los alumnos de bachillerato son adolescentes entre los 15 y 18 años principalmente, por lo que se hará mención a las características propias de esta etapa como parte de las consideraciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje y para el logro de los objetivos educativos.

Así mismo, se presentan los fundamentos teóricos de las estrategias empleadas y los recursos didácticos considerados en la planificación y aplicación de las mismas.

3.1 Adolescencia:

Las conductas de los niños y los jóvenes, son diferentes, en estos últimos se producen cambios profundos desde el punto de vista físico, se observa una aceleración en el crecimiento y en la forma del cuerpo; desde el aspecto psicológico, una manera diferente de abordar los problemas y de entender la vida, que va unida a capacidades intelectuales superiores y a un gusto por lo abstracto y por el pensamiento; y desde el punto de vista social, un establecimiento de relaciones distintas con los pares y con los adultos y la búsqueda de un lugar propio en la sociedad (Delval, 1994).

El comienzo de la adolescencia viene marcado por modificaciones físicas muy aparentes que constituyen lo que se denomina *pubertad*. La adolescencia, es un fenómeno psicológico que se ve determinado por la pubertad, pero que no se reduce a ella (Delval, 1994).

En la adolescencia se producen innumerables tensiones, con inestabilidad, entusiasmo y pasión, en la que los jóvenes se encuentran divididos entre tendencias opuestas, Moreno (1990), opina que los cambios en las condiciones de vida, como el papel dentro de la familia y la educación, son los responsables de las dificultades con las que se enfrentan los adolescentes.

Durante la adolescencia se alcanza la etapa final del crecimiento, comienza la capacidad de reproducción y junto con ello, se inicia la inserción en el grupo y mundo de los adultos. Para esto, el sujeto tiene que realizar una serie de ajustes, de acuerdo a las características de la sociedad a la que habrá de integrarse (Delval, 1994).

Las concepciones sobre la adolescencia son muy variadas, sin embargo podemos reducirlas a tres grandes teorías: la psicoanalítica, la sociológica y la teoría de Piaget (Delval, 1994).

La teoría psicoanalítica fue elaborada por Anna Freud en 1936 y completada por autores como Erikson (1968) y Blos (1962 y 1979) y dicen que la adolescencia es el resultado de pulsiones de la pubertad que modifican el equilibrio psíquico, acompañado de un despertar de la sexualidad, que lleva al adolescente a buscar objetos amorosos fuera del núcleo familiar, haciéndolo replantear sus relaciones con los padres en una búsqueda de independencia afectiva, que se manifiesta como inestabilidad emocional, es decir, fluctuaciones en el estado de humor y comportamiento que se manifiestan como conflictos de integración social.

En el caso de la teoría sociológica (1978), la adolescencia se produce por una interacción entre factores sociales e individuales, en donde el sujeto tiene que terminar de socializarse, al mismo tiempo que adopta determinados papeles sociales, pero en donde los adultos le demandan mayores exigencias y expectativas, por lo que pueden producirse conflictos y generarse gran tensión.

Al respecto, la teoría de Piaget (1958), adopta un punto intermedio respecto a las dos anteriores, para él, en la adolescencia se producen importantes cambios en el pensamiento que van unidos a modificaciones en la posición social. El carácter fundamental de la adolescencia es la inserción en la sociedad de los adultos, pero con sus propias modificaciones, es decir, se produce una interacción entre factores sociales e individuales.

Pero ¿cómo piensan los adolescentes? estos tienden y gustan de lo abstracto, realizan generalizaciones aventuradas, tratan de teorizar sobre casi todo, a veces con fundamento y otras sin él, tienen un pensamiento distinto al de los niños y semejante al de los adultos; cuando abordan un problema, formulan hipótesis para explicarlo, basándose en datos que obtienen en ese momento o en datos obtenidos anteriormente, pero no actúan al azar, sino que se dirigen por conjeturas e intentan comprobar si éstas son falsas o verdaderas.

Los adolescentes, experimentan cambios físicos rápidos y tienen que habituarse a ellos de la misma forma, tienen que construir un autoconcepto y una identidad nuevos, que incluyan como se ven a sí mismos y cómo los ven los demás. Tienen que hacerse un hueco en la sociedad adulta y luchar contra la resistencia de los adultos, lo que los hace sentirse amenazados. En la búsqueda de su independencia, modifican sus lazos familiares a pesar de seguir siendo dependientes económica y afectivamente de sus padres. Sus relaciones afectivas con los amigos adquieren mayor importancia, descubren el amor y eventualmente las relaciones sexuales, tienden a identificarse simbólicamente con otras figuras, creencias o ideales, lo que en algunos casos les producen desajustes y trastornos que en casos graves, se manifiestan en el consumo de drogas, depresión, suicidio o muerte accidental (Delval, 1994).

La adolescencia, se concibe como el resultado de tensiones y presiones que vienen de la sociedad, una sociedad en la que los adolescentes se encuentran inmersos y en dónde la escuela y la educación son factores importantes como agentes socializadores y como el medio a través del cual, elaborarán mundos posibles y programas de vida.

La transición entre el fin de un nivel académico y otro, supone para los adolescentes, una dispersión o ruptura con el núcleo de amigos, cuando estas relaciones tienen una importancia fundamental para su estabilidad emocional, lo que puede repercutir en su adaptación a la nueva situación, aunado a esto se encuentra el que el currículo está muy estructurado y requiere mayor tiempo en el aula, así como la toma de decisiones respecto a su propio aprendizaje, así mismo el contacto con otros adultos como sus profesores, les ofrece puntos de vista diferentes a los que encuentran en su entorno familiar. Otra modificación importante, es el aumento de competitividad, respecto a las exigencias para superar el curso, la integración de grupos en ocasiones por grados de aprovechamiento que los conduce a una mayor preocupación por la evaluación y competitividad que afecta su autoestima y el sentimiento de eficacia en el grupo al que pertenecen, conduciéndolos en ocasiones, al fracaso escolar y al abandono.

En relación a sus transformaciones intelectuales, los adolescentes conforman representaciones dinámicas, al gustar en pensar en el conjunto de soluciones posibles a los problemas que se les presentan, se encuentran en la etapa lógica hipotética-deductiva. Intervienen activamente en la experiencia de conocer, investigan, interrogan, deducen,

aunque no con toda claridad, sus conjeturas incluyen conocimientos anteriores y en general todo lo que saben sobre el tema, razonan sobre lo real y también sobre lo posible, haciendo una combinatoria (Houssaye, 2003).

3.2 La concepción constructivista del aprendizaje escolar y la intervención educativa:

La concepción constructivista del conocimiento y del aprendizaje se sustenta en la idea de que la finalidad de la docencia es promover los procesos de crecimiento personal del alumno en el marco de la cultura del grupo al que pertenece, a través de su participación en actividades intencionales, planificadas y sistemáticas, que promuevan en él, una actividad mental constructiva (Morán, 2004).

Ningún conocimiento es una copia de lo real, sino una construcción del ser humano. Conocer incluye forzosamente un proceso de asimilación a estructuras anteriores (ideas previas), considerando lo que se acaba de conocer y lo que significa dentro del contexto del ser humano que lo aprendió, por lo que conocer es actuar en la realidad y transformarla (Díaz Barriga y Hernández, 2002).

La escuela hace accesible a los alumnos aspectos culturales que le resultan fundamentales en su desarrollo personal de una manera global y no sólo en términos cognitivos, pues el alumno tiene un papel activo en la construcción del conocimiento al elaborar una representación personal de algo, a través de su experiencia, sus intereses y conocimientos previos, estableciendo relaciones entre estos elementos y variando su estructura y organización, es decir, modifica los significados de los que ya estaba provisto. Cuando esto sucede decimos que estamos aprendiendo significativamente, construyendo un significado propio y personal para un objeto de conocimiento que objetivamente existe. Este proceso no conduce a la acumulación de nuevos conocimientos, sino a la integración, modificación, establecimiento de relaciones y coordinación entre esquemas que ya se poseían, dotados de una cierta estructura y organización que varía, en nudos y relaciones en cada tipo de aprendizaje que se realiza (Coll, *et al.*2000).

La postura constructivista se nutre de diversas corrientes psicológicas y pone énfasis en la interacción de mecanismos de influencia sociocultural, socioafectivas, e intelectuales y endógenas como lo señalan Díaz Barriga y Hernández, 2002.

Desde esta perspectiva:

- ✓ El alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje.
- ✓ La actividad mental constructiva del alumno se aplica a contenidos que poseen ya un grado considerable de elaboración.
- ✓ La función del docente es engarzar los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado (Díaz Barriga y Hernández, 2002; Morán, 2004).

Aprender debe ser por lo tanto, una tarea de construir, a través de comparar y diferenciar modelos, en donde el llamado cambio conceptual, necesario para que el alumno progrese desde sus conocimientos intuitivos hacia los conocimientos científicos, requiere pensar en los diversos modelos y teorías desde los que se puede interpretar la realidad, pero como un saber provisional y en el que los alumnos, deben participar como parte del proceso de elaboración del conocimiento científico, a través de sus dudas e incertidumbres y para lo cuál, habrán de abordar su propio aprendizaje partiendo de sus experiencias, intereses y conocimientos previos, como un proceso constructivo de búsqueda de significados e interpretación, capaz de dar cuenta del nuevo contenido, fenómeno o situación y apropiárselo, lo que supone la adquisición o modificación de conceptos y relaciones entre conceptos, en lugar de reducirlo, a un proceso repetitivo de conocimientos precocinados, listos para el consumo. Un conocimiento no es sólo un producto; es también una manera de pensar ese producto (Pozo y Gómez, 2000; Díaz Barriga y Hernández, 2001; Coll, *et al.* 2000; Morán, 2004).

La cognición, tiene que ver con la motivación, las emociones, la personalidad.... “El pensamiento trabaja en un espacio cognitivo multidimensional y “conocemos”, cuando hay una coincidencia entre las diferentes dimensiones como son el lenguaje, la representación mental y la acción, es decir, cuando se permite hacer lo que se piensa y se dice de tal manera que se transforma tanto lo que se ha hecho como lo que se ha pensado”..... para poder actuar y pensar de nuevo. Las vivencias le dan sentido al conocimiento y por ello, el maestro debe acompañar al aprendiz con margen de libertad, a fin de que ensaye sus propias estrategias y acceda al conocimiento (Izquierdo, 2005, p.115).

Exponer al alumno a modelos teóricos o de conducta y persuadirlo o convencerlo de sus virtudes, es insuficiente para que lo asimile o reproduzca. Requiere de una situación de

conflicto sociocognitivo que lo motive a la búsqueda de soluciones. El sujeto construye o reconstruye sus actitudes a partir de la forma en que percibe y razona sus propias acciones. (Pozo y Gómez, 2000).

3.3 Construir en la escuela:

La educación escolar tiene un carácter esencialmente **intencional**, porque hay una intencionalidad por parte de una persona o grupos de personas, de influir sobre el aprendizaje de otra (s), en una determinada dirección, de acuerdo con determinados propósitos. El contenido es un elemento central del quehacer educativo escolar, es el que establece un puente entre la disciplina y su objeto de estudio y entre los planteamientos curriculares y sus intenciones de enseñanza. (García, 1998; Díaz Barriga y Hernández, 2002).

Los contenidos escolares son un reflejo y una selección de ciertos aspectos de la cultura, cuyo aprendizaje se considera que contribuye al desarrollo de los alumnos en la dimensión de socialización y de individualización (Coll *et al.*, 2000).

La intencionalidad y con ella la planificación y sistematización, son propiedades intrínsecamente vinculadas a la educación escolar. De ahí que la educación escolar sea considerada esencialmente como una actividad que responde a intenciones y cuyo desarrollo exige una planificación que concrete dichas intenciones en propuestas realizables. Las prácticas educativas en general y la escolarización en particular como prácticas sociales, se encuentran vinculadas a un proyecto que habitualmente se denomina currículum y las *intenciones* suelen denominarse *objetivos educativos* (Palacios y Marchesi, 2002).

Por ello, los objetivos educativos como intenciones educativas poseen un alto grado de explicitación y concreción, que deben secuenciarse para asegurar su logro por los alumnos. La asimilación de un contenido nuevo, por ejemplo, puede facilitarse o dificultarse, por el hecho de que el alumno haya asimilado o no previamente otros contenidos. Por lo tanto, es evidente que una situación óptima de enseñanza-aprendizaje resultará tanto de la elección y planificación adecuada de las intenciones y objetivos educativos, como de los procedimientos seleccionados para alcanzarlos (Palacios y Marchesi, 2002).

3.4 Los diferentes contenidos en la enseñanza de la ciencia:

✦ **Contenidos conceptuales:**

La estructuración del programa a impartir en cada nivel curricular, es tarea del profesor, quien habrá de organizar los distintos contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales), es decir, lo que habrá de ser enseñado a los alumnos y la progresión en la que se les proporcionará, tanto en el aspecto cuantitativo como en el cualitativo y se refiere, a la cantidad de información a aprender, así como el grado de comprensión y aplicación de esa información. Es necesario que la secuenciación elegida se lleve a cabo de manera correcta, ya que ciertos conocimientos se convierten en instrumentales para poder acceder a otros, a fin de lograr la finalidad perseguida y no caer en la presentación de conceptos y habilidades aisladas, en repeticiones innecesarias, ni en saltos bruscos. Fijar claramente la relación entre los contenidos que se proponen y los alumnos a quienes van dirigidos, ayudará a los estudiantes a profundizar y progresar, diferenciando el aprendizaje de cada nuevo paso, relacionándolo y estructurándolo con todo lo anterior, al tiempo que se potencializa su curiosidad e interés por aprender. (Gallegos, 1998).

Los contenidos declarativos, verbales o saberes conceptuales que se pretenden a través de la enseñanza-aprendizaje, siguen siendo parte fundamental de los objetivos educativos, si bien, ya no exclusivos, pues el logro de aprendizajes significativos, no sólo han de incluir a los declarativos o conceptuales, sino también a las habilidades y a los valores, con el fin de formar jóvenes que saben, saben hacer, decidir y convivir, además de saber por qué lo saben (Bazán y García, 2001).

El **saber qué** o conocimiento declarativo, es una de las áreas más privilegiadas en los currículos escolares, es imprescindible en los cuerpos de conocimiento disciplinar, porque constituye la base de su estructuración (Coll, *et al.* 1992; Díaz Barriga y Hernández, 2002). Entre los contenidos verbales de los currículos de ciencias, podemos distinguir tres tipos principales: los hechos o datos, los conceptos y los principios.

Los **datos** y **hechos** en sí, no son significativos pero sí muy útiles, y ayudan a adquirir conceptos; estos últimos se integran y comprenden cuando se les da un significado, articulándolos con otros datos, hechos o conceptos previos, que les permita relacionarlos dentro de una red de significados que explique, por qué se producen y qué consecuencias

tienen. Por ejemplo, decir el síndrome de Down es una aberración cromosómica, el hielo se derrite, etcétera, son datos, y para el aprendizaje de la ciencia se requiere conocerlos (Coll, *et al*; Pozo y Gómez, 2000).

Dentro del aprendizaje de conceptos se debe distinguir a **los principios**, que son conceptos muy generales y de un gran nivel de abstracción, como el caso del principio de la conservación y transformación de la materia. Difícilmente se pueden comprender contenidos conceptuales específicos, si no se dominan los principios y se conocen datos, pues se requieren mutuamente, es decir, el verdadero sentido o significado de los datos y de los conceptos derivan de los principios (Coll, *et al* 1992; Pozo y Gómez, 2000).

Por ejemplo, cuando hablamos de la diversidad biológica, nos referimos a un principio, si hablamos de una mutación a un concepto y decir que el DNA es el ácido desoxirribonucleico, será un dato.

Si los alumnos tienen dificultades para aprender los conceptos básicos de la ciencia, aún más dificultades tendrán para recordar los datos que no comprenden, los datos no se justifican en si mismos, si no promueven conductas o conocimientos significativos. Cuando se comprende, se da sentido a las cosas y por lo tanto, la mejor forma de aprender los hechos de la ciencia es comprenderlos, lo que sería equivalente más o menos, a *traducir algo a las propias palabras*. (Coll, *et al* 1992; Pozo y Gómez, 2000).

El proceso de comprensión es gradual, y la falta de este, es una de las principales dificultades que enfrentan los alumnos para el logro de sus aprendizajes, lo que se refleja, en las limitaciones que presentan para generalizar o transferir lo que han aprendido a situaciones diferentes (Carranza y Celaya, 2003; Pozo y Gómez, 2000).

Dentro del conocimiento declarativo se incluyen el factual (de datos y hechos) y el conceptual (del aprendizaje de conceptos); en el primero hay una asimilación literal sin comprensión de los hechos, es decir reproductiva o memorística, mientras que en el segundo, la asimilación se da por la comprensión del significado de la información nueva. Dado que los mecanismos de adquisición del conocimiento factual y conceptual son diferentes entre si, las actividades de instrucción del maestro también tienen que ser igualmente diferenciadas (Díaz Barriga y Hernández, 2002).

✦ **Contenidos procedimentales:**

La enseñanza de la ciencia por tradición, se ha centrado en la transmisión de conocimientos disciplinares de los principales modelos y teorías científicas, para interpretar la naturaleza y su funcionamiento.

El conocimiento científico se enseña en las aulas como un conocimiento verbal, el profesor explica y los alumnos escuchan y copian, o en el mejor de los casos, son entrenados en algoritmos y técnicas de lo que deben hacer, perdiendo de vista el ayudarles a **aprender a aprender**, por lo que hoy, habremos de adoptar como uno de los objetivos prioritarios, ayudar a los alumnos a aprender y a hacer ciencia, es decir, enseñarles **procedimientos** o el **saber hacer y saber cómo hacer**, para el aprendizaje de la ciencia, que si bien no están fuera de las aulas, si requieren un tratamiento didáctico específico (Pozo y Gómez, 2000; Quesada, 2006).

Los procedimientos o habilidades son: el conjunto de acciones ordenadas, dirigidas hacia la consecución de un fin o resultado, consiste en secuencias de pasos para lograr un producto a través de acciones como el uso de reglas, técnicas, métodos, destrezas y estrategias. Las habilidades o procedimientos no son únicamente motoras como manejar un aparato, nadar, etcétera, pueden ser una acción mental como leer o investigar, es cualquier ejecución que va desde la plenamente motora hasta la completamente cognoscitiva (Carlos Jesús, 2003; Quesada, 2006).

✦ **Contenidos actitudinales:**

Habitualmente en los currículos de ciencias ha tenido poca relevancia la formación en **actitudes**, las cuáles, en términos de Ausubel (1981) son una condición necesaria para que se produzca el aprendizaje y forman parte de su contenido. Aunque las actitudes están presentes en el currículo, no se encuentran de manera explícita. Los profesores difícilmente enseñan a los alumnos a comportarse en clase, a cooperar o ayudar a sus compañeros o incluso a descubrir el interés por la ciencia como forma de conocer el mundo que nos rodea.

Las actitudes subyacen de hecho, en todo lo que hacemos y no llegamos a tomar conciencia de ellas, las aprendemos por imitación y de manera implícita, como una necesidad de identidad social, sin embargo, requieren de un trabajo continuo y repetido a largo plazo, su cambio es poco perceptible, pues se desarrollan gradualmente y se transfieren de forma sutil (Harlen, 1989), no es un trabajo de persuasión, sino de cambio conceptual, que cuando se produce, da lugar a resultados más duraderos y transferibles. Las actitudes propiamente dichas, son reglas o patrones de conducta que los alumnos deben interiorizar y no debemos mantenerlas como procedimientos coercitivos, de premios y castigos (Pozo y Gómez, 2000; Jiménez, 2003).

En el caso de la enseñanza de la ciencia, intentamos promover en nuestros alumnos una actitud científica a través de mal llamado “método científico”, como un procedimiento preestablecido y rígido de la ciencia, en lugar de promover hábitos del trabajo científico como la curiosidad, el espíritu de indagación y la autonomía.

En este sentido, Pozo y Gómez 2000, mencionan tres tipos de objetivos actitudinales en la enseñanza de la ciencia que habrán de promoverse con los alumnos: a) hacia la ciencia, b) hacia el aprendizaje de la ciencia y c) hacia las implicaciones sociales de la ciencia.

Hacia la ciencia, promoviendo el rigor, la actitud crítica y reflexiva y una concepción relativista del conocimiento, en lugar de una positivista y estática. Ayudar a comprender la ciencia como un proceso y producto social con limitaciones, pero también complementaria con otras formas de conocimiento, no derivadas del conocimiento científico como el estético, el ético y el religioso.

Hacia el aprendizaje de la ciencia, buscando que los alumnos conciban y aprendan ciencia como un proceso de construcción buscando el sentido y significado de lo que aprenden y no sólo repitiendo, sino asumiéndola, como una posible opción de su futuro académico y personal. Las actitudes que el alumno adopta con respecto al aprendizaje de la ciencia, son estrechamente dependientes de cómo la aprende, es decir, del tipo de actividades de aprendizaje/enseñanza en que se ve implicado. El alumno podrá olvidar buena parte de los contenidos y procedimientos que aprendió, pero seguramente, perdurarán en él, buena parte de las actitudes a través de las cuáles adquirió esos conocimientos ya olvidados (Coll, *et al.* 1992; Pozo y Gómez, 2000).

Respecto a las actitudes hacia las implicaciones sociales de la ciencia, canalizadas como relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, suponen que el alumno adopte una posición respecto a los usos sociales de la ciencia y sus consecuencias, valorando problemas e implicaciones ideológicas como por ejemplo, ¿justifica el uso de la tecnología la desaparición de tradiciones culturales?, la contradicción entre industrialización y conservación del medio, ¿es posible y funcional el desarrollo sustentable?, etcétera. Para responder esto, es necesario un proceso de interacción social y no unidireccional, dado que hay diversos intereses en conflicto y presupone diferentes esfuerzos para solucionarlo (Coll, *et al.* 1992; Jiménez, *et al.* 2003.; Pozo y Gómez, 2000).

Por ello, podemos decir, que la educación en valores como parte de los contenidos actitudinales, se logra, trabajando a partir de actitudes y conductas concretas. Los alumnos deben ser solidarios, críticos y respetuosos con respecto a la naturaleza de la ciencia y a sus implicaciones sociales, pero también, con respecto a la actividad del alumno en el aula, con sus compañeros y profesores y con respecto a la sociedad (Pozo y Gómez, 2000).

3.5 El proceso de enseñanza-aprendizaje:

La forma en que se lleva a cabo la práctica docente en las aulas, se traduce en una compleja combinación de experiencias, creencias, propuestas adoptadas y adaptadas del docente, es una forma de generar y llevar a cabo las teorías implícitas sobre la enseñanza, que resulta de una mezcla formativa y actuante entre la didáctica tradicional y las propuestas educativas que adoptan elementos del llamado constructivismo como la enseñanza por descubrimiento, por conflicto cognitivo, investigación dirigida y contrastación de modelos por citar algunas. En la práctica docente cotidiana, no existen los tipos didácticos puros y apegados a un solo modelo, sino tipología mezcladas, aunque en algunos de los casos, puede haber elementos que se identifiquen más con alguna propuesta didáctica específica.

A través de la enseñanza de las ciencias, como lo señalan los Planes y Programas de Estudio del bachillerato de la UNAM, se pretende formar alumnos, que además de acceder a los conocimientos científicos, adquieran ciertas capacidades intelectuales similares a los científicos, utilizando estrategias del método científico, que les permitan solucionar problemas y trascender sus conocimientos a diferentes situaciones y no sólo eso, también relacionarlos con su vida cotidiana.

En cualquiera de los casos, no se puede perder de vista que la educación, es ante todo una actividad social y que la acción de enseñar-aprender, implica dos actores: el que desempeña el rol de enseñar (el profesor), que intenta dirigir, guiar o influir sobre la adquisición de conocimientos con unos fines determinados y el otro que desempeña el rol de aprender (el alumno) y que está inmerso en un proceso de adquisición de saberes como conocimientos, normas, valores, actitudes, destrezas de diversa naturaleza, etcétera y entre ambos, existen relaciones interpersonales (Eggen y Kauchak, 2001; Palacios y Marchesi, 2002).

La docencia, no consiste en transferir conocimientos y comprobar sus logros, sino en despertar en el alumno el gusto y la alegría por aprender, la función de la docencia es la de formar personas conscientes de su mundo y de lo que son capaces de hacer a favor de ese mundo y por ello, conlleva acciones en el aula, que forjen la necesidad de que el alumno aprenda por su cuenta y en donde el profesor será una guía en la travesía, para alcanzar el conocimiento (Morán, 2007).

Las personas no responden a la totalidad de **estímulos** que llegan del medio, sino a una selección de los mismos, determinada en parte, por la percepción y comprensión que se tiene de él. En el proceso de enseñanza-aprendizaje, se encuentra que las representaciones que el profesor tiene de sus alumnos y recíprocamente los alumnos del profesor, así como la historia personal de ambas partes, son factores que pueden llegar a modificar el comportamiento de ambos. En este sentido, la concepción que cada uno de ellos tiene de su propio rol y el del otro, designa expectativas de comportamiento asociadas con el estatus en un sistema social determinado, como es la escuela (Palacios y Marchesi, 2002).

La enseñanza puede ser descrita como un proceso de negociación continua de significados, de establecimiento de contextos mentales compartidos, que implica las relaciones que se establecen en el aula y las aportaciones de todos los participantes. Profesor y alumnos aportan sus marcos personales de referencia a la situación de enseñanza aprendizaje y de manera conjunta, construyen (Palacios y Marchesi, 2002).

El aprendizaje escolar es sensible a la cantidad de tiempo que los alumnos dedican a las tareas académicas, aprenden más, cuando sus profesores estructuran el nuevo contenido a asimilar, les ayudan a relacionarlo con lo que ya saben y proporcionan las correcciones necesarias en las actividades de práctica y aplicación independiente (Palacios y Marchesi, 2002).

Enseñar a los alumnos a aprender es en sí mismo un objetivo, pero también, un medio para alcanzar los demás objetivos educativos, donde las capacidades de autorregulación de los alumnos y la metacognición (cuando el alumno toma conocimiento de sus propias capacidades cognitivas y sobre las formas de regularlas, es decir, qué sabe y cuánto sabe) desempeñan un papel fundamental (Campanario y Otero, 2000; Carranza y Celaya, 2003). La intencionalidad de la docencia debe ser propiciar aprendizajes individual y socialmente significativos, contemplados como una tarea colectiva del conjunto de los involucrados en dicha labor y en donde los sujetos que enseñan y los que aprenden al interactuar con un objeto de conocimiento se transforman. Se requiere, además, orientar a los jóvenes al desarrollo de capacidades y destrezas creativas, para la formación de habilidades de razonamiento y formación de valores (Morán, 2004).

3.6 Las ideas previas:

Las **ideas previas** son las concepciones que tienen los estudiantes sobre algún conocimiento y que no han sido transformadas por la acción escolar, con estas ideas, los estudiantes enfrentan el aprendizaje de conocimientos científicos, ponen de manifiesto el problema de la construcción de conocimientos y la forma de transformación conceptual. Son de carácter implícito y generalmente los estudiantes no tienen conciencia de sus explicaciones, pues buena parte de ellas, surgen de un razonamiento causal directo, porque los sujetos las relacionan a fenómenos cotidianos y en correspondencia a la interpretación de sus pares.

(www.ideasprevias.cinstrum.unam.mx).

Las ideas previas o intuitivas, son construcciones personales que surgen de la interacción cotidiana con la realidad, son intuitivas porque están cimentadas en la experiencia, implícitas o inconscientes, porque no se tiene clara conciencia de ellas y sin embargo guían los actos, son persistentes y resistentes al cambio, aún con instrucción escolar, son simplistas y superficiales, centradas en lo perceptible y contradictorias, al variar dependiendo de las circunstancias (Quesada, 2006).

Las concepciones de los alumnos tienen un papel activo en el aprendizaje de conceptos científicos que influyen en el replanteamiento y la comprensión de problemas de diversa

índole conceptual, didáctica, curricular y de evaluación. Por ello, es importante conocer las concepciones de nociones científicas de los mismos, ya que muchas veces éstas no corresponden a las expectativas que los profesores pretenden alcanzar durante el desarrollo de su clase, por lo que es conveniente tomar como punto de referencia, las ideas previas con que cuentan nuestros alumnos, para la planificación de actividades como parte de las estrategias de aprendizaje y evaluación (Akker van der, 1998., Fensham, 2000).

Las ideas previas como conocimiento intuitivo y análogo al científico, pueden contribuir como andamiaje del nuevo aprendizaje, vía el logro del cambio conceptual, con una concepción de que la ciencia se reconstruye de continuo y sin conocimientos absolutos.

El estudiante parte de su conocimiento cotidiano y desde él, tiende puentes hacia el conocimiento científico; en el caso de los temas de genética y otros más, el alumno accede a ellos con ideas que son fruto de su experiencia personal y social, y en la que intervienen sobremanera, los medios de comunicación y en concreto, la televisión con mayor repercusión. No es extraño encontrar diariamente noticias relacionadas con temas genéticos como pruebas forenses de DNA, escuchar términos como mutación, evolución o clonación, en programas infantiles y juveniles, donde se cometen en ocasiones errores conceptuales y el lenguaje puede ser poco preciso, lo que podría fomentar dificultades posteriores para el aprendizaje formal de conceptos científicos (Gallego, *et al.* 2004; Precee, 1984; Duit, 1991).

El docente tiene la tarea de guiar al alumno en la construcción del conocimiento y por lo que, una de sus primeras acciones debe ser , identificar tanto la ideas intuitivas o previas, como los conocimientos previos de los alumnos relevantes al contenido por aprender (Quesada, 2006).

3.7 La planificación como parte de la enseñanza-aprendizaje:

La **planificación** de un contenido forma parte del proceso de enseñanza-aprendizaje y debe considerar el tipo de alumnos a quién va dirigido, no sólo en su nivel de maduración y motivación, sino también las ideas que ya tienen sobre los diversos aspectos relacionados con la materia que se va a estudiar. El profesor adapta, reconstruye, reordena y simplifica el contenido para hacerlo comprensible a los alumnos (Gallegos, 1998).

Los aprendizajes que los alumnos realizan en un determinado nivel curricular, dependen de varios factores: de su *nivel de madurez conceptual, actitudinal y procedimental*, el cual puede presentar desfases tanto horizontales (distinta edad de maduración para facetas distintas en un mismo alumno), como verticales (distintas edades de maduración en alumnos distintos) y que se considera un criterio fundamental para cualquier enfoque didáctico, de sus *ideas previas*, de los *contenidos curriculares* en general (entre las distintas áreas) y de cada materia en particular, de la *adaptación de los contenidos* de aprendizaje en el aula de acuerdo a las capacidades de los alumnos, del *reajuste de los significados* a través de la intervención dinámica del profesor a fin de que se aproximen progresivamente al concepto científico, de la correcta *secuenciación de los contenidos educativos* por parte del profesor, para conseguir las metas buscadas y de la *evaluación, reelaboración y continua adecuación* de cada secuencia, de acuerdo con los resultados obtenidos tras su aplicación en el aula (Gallegos, 1998).

3.8 La evaluación educativa:

La evaluación, como uno de los elementos esenciales e inseparables del proceso de enseñanza-aprendizaje, constituye una forma de aprender y de enseñar de manera participativa, compartida, regulada y significativa, al emplearse para ayudar y conducir a los alumnos a lograr mejores niveles de aprendizaje, como parte de un proceso formativo. La evaluación se concibe como un juicio de valor que busca sustituir al concepto cuantitativo de medición por una verdadera evaluación pedagógica. En sentido estricto, toda evaluación es cualitativa, porque evaluar es valorar o emitir un juicio sobre la base de la información e interpretación de la misma, obtenida por distintos medios. La evaluación cualitativa no es una actitud de enjuiciamiento que califique o descalifique el desempeño escolar de una persona, sino una forma de apoyar y realimentar los conocimientos, de reformular estrategias de enseñanza y aprendizaje, replantear o fortalecer proyectos y programas de estudio, que fomenta la participación, el diálogo y la reflexión en los procesos educativos (Morán, 2007).

La **evaluación** es una acción común y cotidiana de los maestros, para conocer los efectos de la enseñanza sobre el rendimiento de los alumnos, por lo que es necesario definir con

claridad, lo que se entiende por logro de los alumnos o qué tipo de aprendizaje se pretende que efectúen: asimilación significativa de los contenidos, repetición de lo aprendido, utilización del conocimiento adquirido para afrontar situaciones desconocidas, realizar nuevos aprendizajes, etcétera; el nivel o grado de enseñanza, la naturaleza de los objetivos, las características de los alumnos y otros factores contextuales (Palacios y Marchesi, 2002).

La evaluación incluye a todos y cada uno de los elementos que participan en el proceso de enseñanza-aprendizaje y que constituyen lo que se conoce como **Estructura Didáctica** y cuyos elementos son: profesor, alumnos, contenidos, objetivos, estrategias, planificación, realización y evaluación, todos ellos, en constante interacción. La evaluación no puede reducirse solamente a determinar si el alumno cambió de una conducta inicial a una conducta final, sino que pasa por la consideración de todo el proceso didáctico en general y del proceso de construcción de los aprendizajes en el alumno en particular. (García, 1998).

En un sentido amplio, la evaluación se concibe como juicio de valor y acción pedagógica, interactiva y contextual y como ayuda individual y grupal para lograr los fines educativos, por lo que todas las actividades de aprendizaje del alumno, debieran recibir una valoración sobre su rendimiento, para realimentar el aprendizaje (Morán, 2007).

La evaluación es ante todo una tarea de comprensión y reflexión sobre la enseñanza; el docente necesita tener una concepción sobre cómo, cuándo, por qué y para qué evaluar, es un mecanismo que le permite conocer las causas de los problemas u obstáculos que se suscitan y perturban el proceso de enseñanza-aprendizaje (Díaz Barriga y Hernández, 2001).

Se define también, como un proceso de recolección de información, orientado a la emisión de juicios de mérito o de valor respecto de algún sujeto, objeto o intervención con relevancia educativa. Este proceso, va asociado a otro de toma de decisiones, encaminado a la mejora u optimización del sujeto, objeto o situación evaluada. (Andrés, 2000).

La evaluación, tiene como finalidad, valorar los resultados educativos como producto y como proceso de las acciones educativas (Carlos Jesús, 2003; Morán, 2004).

Desde la perspectiva constructivista, es preciso focalizar la actividad evaluativa, durante todo el proceso de construcción que desarrollan los alumnos, tal como: la naturaleza de los conocimientos previos que posee, el tipo de estrategias cognitivas que utiliza, el tipo de

capacidades generales involucradas, el tipo de metas y patrones motivacionales que el aprendiz persigue, el tipo de atribuciones y expectativas que se plantea y la naturaleza del procesamiento de los contenidos que está efectuando. El proceso de construcción, no puede ser totalmente explicado, partiendo exclusivamente de las acciones cognitivas y conductuales de los alumnos, pues son importantes y también decisivas, las acciones docentes en su más amplio sentido, actividades como la planificación de enseñanza y la misma evaluación, así como los demás factores del contexto en el cual se lleva a cabo la actividad en el aula (Díaz Barriga y Hernández, 2001).

La evaluación es un instrumento que nos permite valorar la calidad educativa y a partir de este conocimiento, tomar las medidas pertinentes. Nos permite confrontar lo planeado con lo realizado (Carlos Jesús, 2003).

La evaluación, comprende tres grandes momentos: antes (diagnóstica), durante (formativa) y después (sumativa) de la instrucción. La evaluación **diagnóstica**, se realiza en el primer contacto del maestro con sus alumnos y antes de las actividades planeadas, para identificar las ideas previas de los alumnos y ajustar la enseñanza. Para contar con un parámetro que evalúe la efectividad del curso, se requiere de una valoración inicial (pretest), donde el maestro incluye preguntas además de los conocimientos previos, otras sobre los contenidos que se van a impartir y dónde lo lógico es suponer que los estudiantes no las contestarán. Esto servirá para demostrar los aprendizajes que habrán de ser obtenidos al final del curso, dónde se volverá a aplicar la prueba o una paralela, y dónde se esperará que ya puedan responder a las preguntas, a fin de comparar ambos resultados, en dos momentos distintos, antes y después del curso (postest). Esto dará elementos al docente, para comprobar si su enseñanza fue efectiva, independientemente de las calificaciones finales, para mostrar los avances reales (Carlos Jesús, 2003).

La evaluación **formativa** se realiza durante la impartición del curso y sirve de retroalimentación, al dar oportunidad al docente de ajustar su enseñanza (Carlos Jesús, 2003/1; Morán, 2007), es necesario un análisis sobre los procesos de interactividad entre profesor, alumnos y contenidos y no sólo del resultado de lo acontecido en el acto educativo (Díaz Barriga y Hernández, 2002; Morán, 2007). La evaluación sumaria o **sumativa**, es la que se efectúa al final del curso para valorar integralmente el aprendizaje de los alumnos, a través de ésta, el docente puede cerciorarse de si los aprendizajes

estipulados fueron cumplidos, por lo que es importante conocer si lo significativamente cuantitativo es además, educativamente significativo (Carlos Jesús, 2003; Morán, 2007). Por todo lo anterior, la planificación de la evaluación, debe ser hecha junto con la preparación del curso, pues forman parte de la misma tarea (Carlos Jesús, 2003).

3.9 El portafolios como instrumento de evaluación:

El instrumento de evaluación principal empleado como parte de las estrategias propuestas en este trabajo es el **portafolios o carpeta**, muy utilizado en las disciplinas artísticas o arquitectónicas. Este tipo de evaluación, consiste en reunir de manera sistemática y propositiva una muestra o selección representativa de los trabajos o tareas del alumno (ensayos, proyectos, dibujos, mapas conceptuales, etc.) realizados durante el curso para constatar la evolución y el progreso de su aprendizaje. (Carlos Jesús, 2003), es decir, es una colección de trabajos del estudiante que nos cuenta la historia de sus esfuerzos, su progreso y logros en un área determinada del currículo vivido (Morán, 2007)

Un portafolios didáctico, reconoce la naturaleza del desarrollo del proceso evaluativo y de reflexión, pues los alumnos identifican lo que saben y lo que pueden hacer; se establece un diálogo sobre los fines, procesos y resultados deseables en su proceso formativo, con el propósito de conseguir una experiencia educativa de mayor calidad que conduzca a los logros educativos más significativos (Lyons, 2003; Morán, 2007), pues el sistema educativo es muchas veces competitivo, al valorar fundamentalmente el resultado final en forma de respuesta correcta, más que los procesos de razonamiento; es decir, se enfoca mayoritariamente hacia el producto, en lugar del proceso (Campanario y Otero, 2000).

El portafolios por lo tanto, es un tipo de evaluación longitudinal que valora el proceso de desarrollo del aprendizaje, al recopilar muestras de los trabajos seleccionados, con las notas del maestro, las autoevaluaciones del estudiante y los comentarios de ambos. Emplea una amplia variedad de criterios, los cuales deben ser establecidos con claridad y valorarse conjuntamente (Carlos Jesús, 2003).

Realizar un seguimiento de los aprendizajes de los alumnos, permitirá conocer en qué medida la práctica educativa es eficiente para el logro de los objetivos propuestos, a fin de reorientar o potenciar las tareas que se desarrollan en el aula (Ayuso y Banet, 2002).

A través del uso del portafolios es posible llevar a cabo ese seguimiento, debido a que es un instrumento de evaluación que cuenta con las siguientes ventajas: captura y aprovecha lo mejor de cada estudiante, permite ver el progreso y la evolución del aprendizaje, es confiable, es multidimensional, estimula la reflexión y la autoevaluación interactiva y colaborativa., no se contrapone a otros instrumentos de evaluación, sino que los incluye por su característica de recopilación, favorece la formación de valores como la honestidad porque la dinámica hace que el alumno acepte, por qué un determinado trabajo no cumplió con los requisitos, es flexible en el sentido de que puede ser individual o de grupo, vincula la enseñanza con la evaluación, representa la amplia gama de actividades instruccionales que ocurren en el aula y por ello, su aplicación ofrece una oportunidad para corregir el descontento causado por las pruebas convencionales (Carlos Jesús, 2003; Lyons, 2003; Morán, 2007).

Por otra parte el portafolios del docente, puede ser también su propia evaluación, ya que revela una serie de premisas acerca de la enseñanza y el aprendizaje que han sido creadas por quien lo confecciona, puede ser una experiencia personal convincente, que ofrece la oportunidad para reflexionar sobre el propio aprendizaje y para descubrir la propia identidad docente, definiendo los momentos exitosos de la enseñanza o los fracasos (Lyons, 2003).

3.10 Lo que se entiende por estrategias:

Dado que este trabajo propone una serie de estrategias didácticas para el concepto de mutación, habrá de describirse lo que se entiende por estrategias.

Dado que no hay una manera de enseñar que sea la mejor, sino una variedad de procedimientos y modelos, para lograr distintos objetivos (Eggen y Kauchak, 2001), podemos decir entonces, que las **estrategias de enseñanza-aprendizaje**, son todos aquellos procedimientos, actividades o acciones diseñadas, planeadas, realizadas y evaluadas, que permiten al alumno operar con los contenidos marcados por los objetivos de

enseñanza-aprendizaje a alcanzar y que implican una actividad deliberada y controlada por parte del mismo. Dicho de otra manera, las estrategias de enseñanza, son los procedimientos o recursos utilizados por el maestro, para promover aprendizajes significativos a partir de los contenidos escolares, habilidades, intereses, motivación y aspectos culturales del alumno (García, 1998; Eggen y Kauchak, 2001).

Las actividades se diseñan *ad hoc* al contenido, considerando los recursos necesarios para la operatividad didáctica, el tipo de interacciones que se desean fomentar y los tiempos en los que habrán de ser desarrolladas; se centran en la actividad del alumno, en la interactividad de éste con sus pares y con los materiales y recursos, para guiarlo de una manera activa en la construcción de su propio conocimiento sobre el concepto científico en cuestión, pues él mismo determina y planea su actuación, promoviendo su autorregulación (García, 1998; Pozo y Gómez, 2000; Eggen y Kauchak, 2001; Díaz Barriga y Hernández, 2002; Quesada, 2006).

Los procedimientos de aprendizaje facilitan el aprendizaje significativo, cuando cuentan con una estructura interna que posibilita al alumno asimilar el conocimiento; esos procedimientos sirven como vehículos para mejorar el aprendizaje al desarrollar también, procesos de pensamiento. Por ello, las estrategias implican un proceso intencional, y conciente en la toma de decisiones para adecuarse a los requerimientos de la actividad de aprendizaje, por ejemplo: la toma de notas, elaboración de resúmenes, construcción de mapas conceptuales, localizar conceptos o ideas centrales, etcétera (Quesada, 2006).

3.11 El uso de imágenes en la enseñanza:

Dentro de las estrategias propuestas como se detallará más adelante, se empleó el uso de imágenes.

Una imagen, de acuerdo con el Diccionario de la real Academia Española de 1994, se define como figura, representación, semejanza y apariencia de una cosa.

Perales Palacios, 2006, la define como una representación de seres, objetos o fenómenos, de carácter gráfico o mental.

Las imágenes son una forma de comunicación, constituyen un mensaje que puede ser paralelo o complementario en un texto o incluso contradictorio con él. Las ilustraciones

desempeñan un papel crucial en la visualización de entidades no visibles, como por ejemplo, la estructura de una molécula o el interior de una célula. Las imágenes tienen sus propios códigos, los cuales es preciso conocer para interpretarlas. En el caso de los alumnos, los cortes de una célula representada en los textos, puede favorecer la imagen de una célula plana en lugar de una tridimensional, por lo que los profesores tendrán que explicitarlos (Jiménez, *et al.* 2003).

La imagen, es un recurso de elevado poder pedagógico, a través del cual se orienta al alumno a realizar acciones para la adquisición de conocimientos (Carranza y Celaya, 2003), es una visión parcializada de la realidad, una forma de comunicación efectiva y didáctica y por lo tanto, una herramienta útil para el aprendizaje, que cuando se pone al servicio de una pedagogía activa, puede conseguir que los alumnos tengan una actitud investigadora, crítica y reflexiva (Pró, 2003).

Iconicidad, es el grado de realismo de una imagen por comparación con el objeto que representa por lo que un contorno o dibujo es menos icónico que una fotografía y ésta, lo es menos que el objeto real (Pró, 2003).

Las imágenes contribuyen al aprendizaje con un efecto facilitador al ser incluidas en el material didáctico; se perciben de manera directa a través de los órganos visuales y cumplen con las siguientes funciones de acuerdo con Duchastel, 1980: 1) *atentiva*, porque atraen o mantienen la atención del lector, lo que implica el factor de la motivación, 2) *explicativa*, porque ayuda a la comprensión de la prosa, y 3) *retentiva* porque fortalece el recuerdo. Al respecto, Levie, 1982, añade otras más: 4) *afectiva*, porque fortalece el gozo o gusto al afectar emociones o actitudes, 5) *cognoscitiva*, porque facilita el aprendizaje de un texto, al mejorar la comprensión y la retención, además de proporcionar información adicional y 6) *compensatoria*, para el caso de lectores deficientes, mientras que Mayer y Gallini, 1990, mencionan además las funciones de 7) *decoración*, al hacer más atractivo el texto, de 8) *representación*, para visualizar un pasaje narrativo, de 9) *transformación*, para recordar información en un texto, de 10) *organización*, para dar una estructura coherente a la información y de 11) *interpretación*, al ayudar a entender el texto, pues una imagen dice más que las palabras (Méndez, 1997).

3.12 Los mapas conceptuales:

Los mapas conceptuales son representaciones gráficas de porciones de información o conocimiento conceptual, como estrategia de enseñanza le sirven al docente, para presentarle al aprendiz el significado conceptual de los contenidos curriculares que éste va a aprender, está aprendiendo o ya ha aprendido (Díaz Barriga y Hernández, 2002).

Los mapas conceptuales tienen por objeto, representar relaciones entre conceptos en forma de proposiciones. Esas relaciones se presentan mediante enlaces y ponen de manifiesto las dependencias, similitudes y diferencias entre conceptos, así como su organización jerárquica. El uso de este instrumento tiene por objetivo el hecho de que favorece el aprendizaje significativo y desarrolla la metacognición. Los mapas conceptuales se pueden utilizar como instrumento diagnóstico para explorar lo que los alumnos saben, para organizar secuencias de aprendizaje, para que extraigan el significado de las lecturas, para organizar y hacer explícita una secuencia de enseñanza, como guía para la preparación de un trabajo escrito, para negociar significados a través de dialogar, discutir y confeccionar mapas conceptuales por equipos o grupos, e incluso también se usan como técnica de evaluación, porque proporcionan información sobre una representación de la estructura cognitiva del alumno. Los mapas conceptuales ayudan a los alumnos a darse cuenta de sus procesos de aprendizaje y a valorar las relaciones entre conceptos que pudieran aparentar ser inconexos, están formados por conceptos, proposiciones y palabras de enlace y la forma más acertada de utilizarlos es cuando se trabajan en grupo (Castaño, 1998; Campanario, 2000).

3.13 Los organizadores previos:

Los organizadores previos, son materiales introductorios, compuestos por un conjunto de conceptos y proposiciones de mayor nivel de inclusión que sirven como antecedente al material de aprendizaje, con el fin de tender puentes cognitivos entre lo que los alumnos ya saben y lo que necesitan saber para poder aprender significativamente, por lo que estos conceptos de mayor grado de inclusividad, servirán como “concepto conceptual de anclaje” para asimilar los conceptos relevantes del material de aprendizaje (Díaz Barriga y Hernández, 2002).

Las funciones de los organizadores previos son:

- Proporcionar al alumno “un puente” entre la información que ya posee con la información que va a aprender.
- Ayudar al alumno a organizar la información.
- Ofrecer al alumno el marco conceptual donde se ubica la información por aprender (Díaz Barriga y Hernández, 2002).

Los organizadores previos se elaboran en forma de pasajes o textos en prosa, como párrafos ordenados, son presentados antes de aprender un cuerpo de conocimiento mayor, están diseñados para incluir ejemplos que ayuden a los estudiantes a identificar la relación entre las ideas del organizador y la información que sigue y su forma depende de: 1) el tipo de contenido, 2) la edad del alumno y 3) el nivel de familiaridad que tengan los alumnos con el nuevo tema (Eggen y Kauchak, 2001).

3.14 El trabajo práctico:

Los trabajos prácticos constituyen una actividad importante en la enseñanza de las ciencias, requieren tiempo para su preparación y conocimiento y experiencia por parte del profesor para su realización. Existen diferentes tipos: *experiencias*, para la familiarización perceptiva con los fenómenos, *experimentos ilustrativos*, para aproximaciones cualitativas a un fenómeno, *ejercicios prácticos*, para aprender procedimientos, que mediante experimentos corroboren una teoría e *investigaciones*, para trabajar en la resolución de problemas (Jiménez, *et al.*, 2003).

Los trabajos prácticos experimentales son fundamentales en la enseñanza de la ciencia por diversas razones:

- ⇒ Motivan a los alumnos
- ⇒ Permiten un conocimiento vivencial de fenómenos
- ⇒ Ayudan a la comprensión de conceptos
- ⇒ Capacitan a los alumnos en el manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio y de campo
- ⇒ Acercan a los alumnos a la metodología de indagación científica

- ⇒ Son una oportunidad para trabajar en equipo y desarrollar ciertas actitudes y hábitos mentales importantes en la práctica de la ciencia
- ⇒ Ayudan a la adquisición y desarrollo de conceptos (Jiménez, *et al.* 2003, Hodson, 2005).

3.15 Aprendizaje cooperativo:

El alumno no aprende en solitario, la actividad autoestructurante del sujeto está mediada por la influencia de otros, el aprendizaje es una actividad reestructurante de los saberes de una cultura. Las interacciones docente/alumno y alumno/alumno son elementos básicos de la construcción del conocimiento que es compartido. Sin dejar de reconocer la instrucción individualizante, en el sentido de permitir que el alumno trabaje con independencia y a su propio ritmo, también es importante promover la colaboración y el trabajo grupal. Los estudiantes aprenden más, aumentan su autoestima y se relacionan mejor con los demás cuando trabajan en grupos. Cooperar es trabajar juntos para lograr metas compartidas, buscando maximizar el aprendizaje propio y de los demás (Díaz Barriga y Hernández, 2002).

En el aprendizaje cooperativo los estudiantes perciben que no pueden lograr el éxito sin la acción conjunta de los demás compañeros, por lo que se requiere coordinar esfuerzos para completar una tarea. A esta vinculación se le denomina *interdependencia positiva*. Por otra parte, es a través de la interacción social como se logra la retroalimentación y la posibilidad de ayudar a los demás. El propósito de los grupos de aprendizaje es fortalecer académica y afectivamente a sus integrantes, por lo que se requiere de enseñar a los alumnos a:

- Conocerse y confiar unos en otros
- Comunicarse de manera precisa
- Aceptarse y apoyarse
- Resolver conflictos

En los grupos de aprendizaje cooperativo se presentan los siguientes rasgos:

GRUPOS DE APRENDIZAJE COOPERATIVO
* Interdependencia positiva
* Valoración individual
* Miembros heterogéneos
* Liderazgo compartido
* Responsabilidad por los demás
* Enfatiza la tarea y su mantenimiento
* Se enseñan directamente habilidades sociales
* El profesor observa e interviene
* Ocurre el proceso en grupo

(Tomado de Díaz Barriga y Hernández, 2002)

4. PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA

Ante la importancia de formar alumnos críticos con la capacidad de argumentar y tomar decisiones fundamentadas científicamente y ante problemáticas cotidianas como las ambientales, biotecnológicas y del área de genómicas; entender conocimientos genéticos como el de mutación, apegados al concepto científico, es relevante.

De ahí nace la inquietud de diseñar instrumentos didácticos como las seis estrategias que se proponen en este trabajo, para que los alumnos entiendan y aprendan el concepto científico de mutación, como un cambio o alteración que se da a nivel de DNA, debido a múltiples causas y con efectos diversos, que comprendan que una mutación no es sinónimo de daño, ni causa de supercualidades o superdefectos en los organismos y que además, logren ubicar espacio-temporalmente la expresión genotípica y fenotípica de las mutaciones y su importancia, por lo tanto, la pregunta a contestar es:

¿El diseño y operatividad de estrategias didácticas, ayudan a los alumnos a acceder al concepto científico de mutación?

4.1 Preguntas de investigación:

- ¿Los grupos control y tratamiento son semejantes en cuanto a la forma de responder el pretest sobre el contenido de mutaciones, antes de desarrollar el tema en clase?
- ¿Se observan diferencias entre los grupos control y tratamiento al contestar el postest, un mes después de haber desarrollado en clase el contenido de mutación?
- ¿Hay diferencias a favor del grupo tratamiento con relación al grupo control, en las respuestas correctas del postest, después de aplicadas las estrategias didácticas diseñadas para el tema de mutación en el primer grupo?

4.2 Objetivos:

- ⇒ Diseñar y aplicar estrategias didácticas para el contenido de mutación, de acuerdo con la concepción científica de ésta, para alumnos de bachillerato.
- ⇒ Articular y conjuntar elementos de la concepción constructivista en las estrategias propuestas, para el concepto científico de mutación.
- ⇒ Integrar aprendizajes de tipo conceptual, procedimental y actitudinal a través del uso de diferentes estrategias instruccionales que conforman la propuesta.

4.3 Hipótesis

H1o: Los grupos control y tratamiento son semejantes en las respuestas del pretest, antes del desarrollo del contenido de mutación en clase.

H1i: Los grupos control y tratamiento no son semejantes en las respuestas del pretest, antes del desarrollo del contenido de mutación en clase.

H2o: Entre los grupos control y tratamiento no habrá diferencias en las respuestas del postest, después de haber visto el contenido de mutación en clase.

H2i: Entre los grupos control y tratamiento sí habrá diferencias en las respuestas del postest, después de haber visto el contenido de mutación en clase.

5. METODOLOGÍA

Este trabajo de acuerdo con Méndez *et al.* 1990, es un estudio de tipo pseudoexperimental, porque el fenómeno observado, es producto de la modificación de alguna de las variables del fenómeno, sin embargo, dado que no se tiene control absoluto sobre todas las variables involucradas, por ejemplo, la integración de los grupos denominados control y experimental (tratamiento) es ajena al investigador, pero no necesariamente ocurrió al azar; es longitudinal porque a través del pretest y posttest se mide en dos ocasiones ciertas variables involucradas, es decir, se obtienen datos de un grupo determinado en diferentes tiempos (Buendía, Colás y Hernández, 1998) y es comparativo, porque hay dos grupos, uno control, y otro tratamiento, en los cuales se realizaron comparaciones paramétricas (t de Student). Los estudios pseudoexperimentales son comunes en las Ciencias Sociales en las que se denominan cuasiexperimentos. Así, de acuerdo con Campbell y Stanley, 1978 y Ary, *et al.* 1990; se trataría de un cuasiexperimento, al haber comparado dos grupos, uno sometido a la aplicación de una variable, con otro al que no se le hizo, para establecer, el efecto de la variable aplicada sin una asignación totalmente al azar de los sujetos de los grupos.

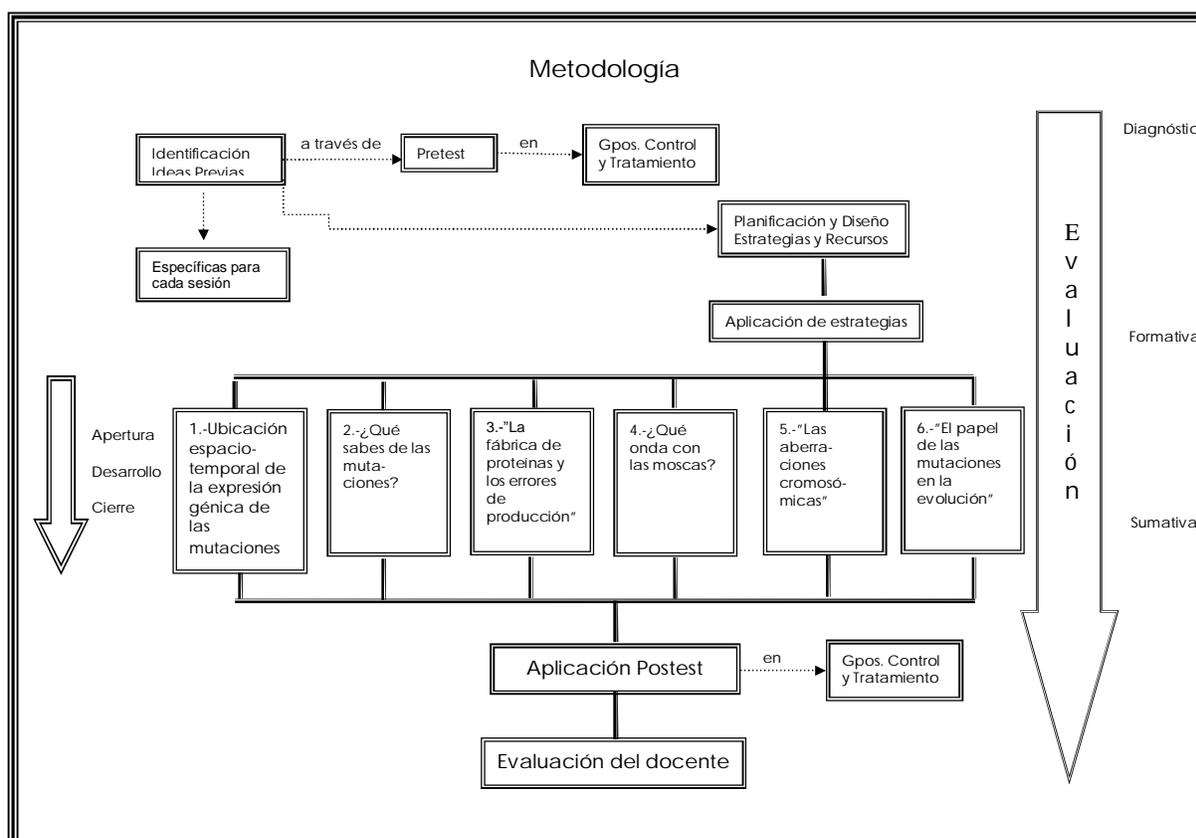
Se trabajó con dos grupos de alumnos del Plantel N° 8 de la ENP del turno Matutino, durante el ciclo escolar 2006-2007.

Previo al inicio de la aplicación de las estrategias, se seleccionaron conjuntamente con el profesor supervisor (profesor adscrito al plantel que accedió a prestar sus grupos y a apoyar las actividades de la práctica docente del profesor docente MADEMS) los grupos de trabajo y se determinó mediante sorteo, cuál grupo sería el control y el de tratamiento; se acordaron y explicitaron las condiciones de trabajo en cuanto a tiempos, materiales, recursos y manejo de clase.

Al grupo que se le aplicaron las estrategias de enseñanza-aprendizaje propuestas para el tema de mutaciones se le designó **grupo tratamiento** (experimental e integrado por 46 alumnos) y al grupo que se utilizó para comparar los resultados y que desarrollaron los contenidos sin el uso de las estrategias propuestas, se le denominó **grupo control** (no se le aplicó ninguna variable y lo integraron 34 alumnos). El grupo control y tratamiento tienen al mismo profesor titular, quien cuenta con una antigüedad docente de 28 años.

En el grupo control se desarrolló el tema de mutaciones, de acuerdo a los contenidos y tiempos sugeridos por el Programa Oficial de la ENP de Biología IV, en un total de seis horas y como actividad práctica, sólo se realizó la organización e interpretación de cariotipos.

En el caso del grupo tratamiento, para facilitar el acceso de los alumnos al proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de mutación, se trabajó en una propuesta que incluyó de manera general las siguientes actividades:



Esquema 1. Diagrama general de las actividades desarrolladas.

Para conocer qué tanto sabían los alumnos sobre el tema de mutaciones e identificar sus ideas previas al respecto, se les aplicó un **pretest** (Anexo 1), conformado por dos preguntas abiertas sobre un *collage* de fotos de perros de diferentes razas:

- ⇒ ¿qué ves en las imágenes?
- ⇒ ¿a qué crees que se deba lo que observas?

Con el collage se pretendió cuestionar a los alumnos acerca de la diversidad intraespecífica, e identificar si podían reconocer la interacción entre la variabilidad genética y las condiciones del medio ambiente para explicar la diversidad entre las diferentes razas de perros. Se utilizaron imágenes de caninos de diferentes razas, por ser animales familiares y cotidianos para los alumnos.

La primera pregunta se utilizó para identificar si los alumnos podían reconocer la diversidad intraespecífica entre los perros y la segunda, para explorar si poseían conocimientos sobre las causas y consecuencias de la variabilidad genética y su expresión.

Como parte también del pretest, se incluyeron ocho preguntas de opción múltiple sobre el tema de mutaciones que posteriormente fueron analizadas estadísticamente a través de una prueba de “t de student” para proporciones, suponiendo que tuvieron varianzas desiguales y finalmente, cuatro preguntas abiertas en dónde los alumnos tuvieron que argumentar sus respuestas:

1. ¿Consideras que las mutaciones provocan adaptación en los organismos que las presentan? ¿Por qué?
2. Explica en qué parte de los organismos se dan las mutaciones. ¿Por qué?
3. Cita un ejemplo de factores que produzcan mutaciones en los organismos, explicando cómo te imaginas que sucede.
4. ¿Consideras que todas las mutaciones se heredan a los hijos? ¿Por qué?

La pregunta 1, se diseñó para identificar, si los alumnos consideraban a las mutaciones como necesarias y voluntarias para que los organismos puedan adaptarse y sobrevivir como lo citaron Banet y Ayuso, 2003 y Jensen y Finley, 1995.

La pregunta 2, se empleó para conocer si los alumnos podían ubicar espacio-temporalmente, los diferentes niveles a los que ocurren las mutaciones y si asociaban a ello, la relación genotipo-fenotipo.

Con la pregunta 3, se pretendió conocer qué factores identifican los alumnos como mutagénicos y cómo conciben su acción y efecto en los organismos que las presentan.

Por último, con la pregunta 4, se indagó si los alumnos podían diferenciar entre una mutación somática y germinal y cuándo una mutación es heredable o no a los hijos.

Las estrategias se planearon y diseñaron de acuerdo con los objetivos planteados y para su aplicación, se contemplaron los tres momentos: **apertura, desarrollo y cierre**.

Cuatro semanas antes de iniciar las actividades, se asistió a clases con el grupo seleccionado de tratamiento, a fin de que se iniciara una interfamiliarización entre los alumnos y la profesora practicante.

Dos semanas antes de comenzar la aplicación de las estrategias, se aplicó el pretest a los grupos control y tratamiento y una semana antes se proporcionó individualmente a cada uno de los integrantes del grupo tratamiento, el cronograma (Anexo 2) detallado, de todas y cada una de las actividades a desarrollar, señalando la fecha, materiales y recursos, tema y actividad en clase, tareas a casa, producto de la sesión y características.

Al término de cada actividad se vació la información de todo lo sucedido en clase en una bitácora (Anexo 3), con el fin de evitar pérdida de información.

Después que se concluyó con la aplicación de las estrategias para el tema de mutaciones, se les entregó a los alumnos una hoja con preguntas para la evaluación del docente practicante (Anexo 4).

Como modelos de enseñanza-aprendizaje se emplearon el Modelo inductivo y el de contrastación de modelos que se describirán a continuación.

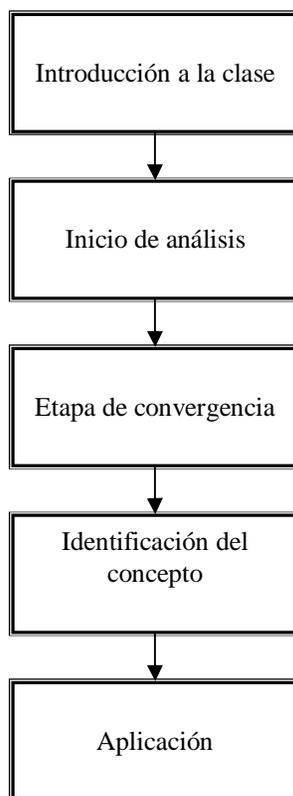
5.1 El modelo inductivo:

Durante la aplicación de cada estrategia, se buscó que los alumnos analizaran cada situación que los remitiera y enlazara con las actividades anteriores, con el fin de que se percataran de sus avances y del proceso de aprendizaje como un *continuum*.

Se trabajó con el **modelo inductivo** con una visión constructivista. Este modelo sostiene, que los alumnos son el centro del proceso de aprendizaje y desarrollan su propia comprensión acerca del mundo, en lugar de obtener la provista por otros (generalmente los docentes) previamente organizada (Eggen y Kauchak, 2001).

En el modelo inductivo, los alumnos construyen un concepto yendo de lo particular al proceso de generalizar. El docente se encarga de buscar una selección de ejemplos que ilustren el concepto, conjuntamente con una definición y los guía en el proceso de construcción del conocimiento (Eggen y Kauchak, 2001).

El modelo inductivo comprende de forma general las siguientes etapas:



Esquema 2. Pasos que se siguieron para la conducción de clases con el modelo inductivo.

(Tomado y modificado de Eggen y Kauchakk, 2001)

- ✓ *Introducción:* Se proporcionó un marco conceptual para la clase a partir del cual los alumnos como tarea, analizaron los ejemplos planteados por el docente e identificaron patrones.
- ✓ *Inicio de análisis:* Se inició la construcción del significado a través de la observación, descripción y/o comparación.
- ✓ *Etapa de convergencia:* Se progresó hacia la caracterización explícita del concepto y se redujo el espectro de respuestas posibles para una convergencia en la información.
- ✓ *Identificación del concepto:* Se identificó el concepto por sus características y se estableció la generalización.

- ✓ *Aplicación*: se buscó mediante una actividad complementaria dentro del aula que los alumnos aplicaran el tema visto a un ejemplo diferente, para la consolidación del conocimiento, se discutió y monitoreó la práctica independiente de los alumnos (Eggen y Kauchak, 2001).

5.2 La contrastación de modelos:

Otro de los modelos utilizados en la aplicación de las estrategias fue la **enseñanza por explicación y contrastación de modelos**, la cual consistió en dar a conocer a los alumnos la existencia de diversos modelos alternativos en la interpretación y comprensión de la naturaleza. La manera en que se accedió al modelo, fue utilizando los conceptos no como un fin sino como un medio para acceder a la construcción del conocimiento que le diera sentido al concepto de mutación a través de las siguientes actividades:

- ✓ Se buscó guiar las indagaciones de los alumnos, se les expusieron alternativas, se les indujo a generar contrargumentos y explicaciones de los conocimientos y a que los redescubrieran en lenguajes más elaborados, buscando integrar diferentes explicaciones.
- ✓ Se promovió que los alumnos asumieran la posibilidad de integrar jerárquicamente unas formas de conocimiento en otras (Pozo y Gómez, 2000).

En este modelo se enfatiza en lo comparativo, prestando atención tanto a las semejanzas como a las diferencias (Quesada, 2006).

5.3 Estrategias didácticas propuestas para el concepto de mutación:

La propuesta de trabajo consistió en un paquete integrado por seis estrategias didácticas:

- 1. Ubicación espacio- temporal de la expresión génica de las mutaciones**
- 2. Lectura Ensayo “¿Qué sabes de las mutaciones?”**
- 3. Práctica “La fábrica de proteínas y los errores de producción”**
- 4. Práctica ¿Qué onda con las moscas?**
- 5. “Aberraciones cromosómicas”**
- 6. “El papel de las mutaciones en la evolución”**

A continuación se describe la metodología específica que se empleó para cada una de las estrategias propuestas en éste trabajo:

Asignatura: Biología IV.

Elaboró: Hilda Claudia Morales Cortés.

Tema: Mutaciones.

Tiempo: 100 minutos.

Actividad 1: Ubicación espacio-temporal de las mutaciones.

Aprendizajes	Contenidos	Estrategia	Materiales, Recursos	Evaluación
<p>Conceptos: -Se relacionó y ubicó la expresión génica de las mutaciones en los diferentes niveles de organización de la materia.</p> <p>Procedimientos: -Se analizó y discutió la forma en que los alumnos jerarquizaron las imágenes en los diferentes niveles de organización.</p> <p>Actitudes: -Se valoró la participación, capacidad de argumentación y el compromiso de los integrantes del equipo en la solución de la actividad.</p>	<p>Tema: Expresión génica de las mutaciones a diferentes niveles de organización pasando del nivel macroscópico al microscópico y hasta el molecular.</p> <p>Procedimientos: Supervisión de la jerarquización e integración de los alumnos para ubicar la expresión génica en los diferentes niveles de organización.</p> <p>Actitudes: Trabajo en equipo, respeto, tolerancia, argumentación.</p>	<p>Fase de Apertura: Se dirigió a los alumnos preguntas generadoras sobre cómo explicar la diversidad de los grupos humanos, a fin de detectar ideas previas. Se les pidió que lo hicieran por escrito y que lo entregaran.</p> <p>Fase de desarrollo: se repartió a los alumnos por equipos de 6 integrantes, 22 imágenes numeradas, las cuales relacionaron y agruparon para explicar los niveles de organización a los que se da la expresión génica, desde lo macro hasta lo micro y</p>	<p>Acetato con imágenes de distintos grupos humanos (Anexo 5), acetato con bacterias y protozoario (Anexo 6), acetatos con el orden esperado de las imágenes recortadas (Anexo 7) Recortes enmicados de distintas imágenes: Humanos de raza negra pigmentado y albino, gorilas pigmentado y albino, moscas <i>Drosophila</i> silvestre y blanca, sistema óseo, circulatorio</p>	<p>Evaluación diagnóstica a través de preguntas generadoras: Describe lo que observas, ¿A qué crees que se deba?</p> <p>Integración del portafolios, a través de la jerarquización de las imágenes recortadas en los diferentes niveles de organización por equipos y de la conclusión grupal.</p> <p>Observación directa: Participación de los alumnos de forma individual, por equipo y grupalmente.</p>

		<p>molecular. El orden obtenido en cada equipo se anotó en el pizarrón y en una hoja para integrar al portafolios, se compararon, analizaron y confrontaron los resultados obtenidos con los acetatos del orden esperado. Para aplicar lo aprendido, se pidió a los equipos que observaran un acetato de bacterias y un protozooario y que lo integraran a la expresión génica de acuerdo al nivel de organización al que correspondía justificando su resultado.</p> <p>Fase de cierre: Se discutió y analizó cómo se relacionó la actividad con el tema y el objetivo de la actividad, se habló de la importancia de las imágenes como representaciones y modelos de la</p>	<p>y de conducción, órganos como corazón, riñones, cráneo, hoja y raíces, tejidos epitelial y de conducción, célula animal y vegetal cariotipo, cromosoma y molécula de ADN.</p>	
--	--	--	--	--

		realidad. Se preguntó si se cumplió con los objetivos y por qué.		
--	--	--	--	--

Actividades del profesor	Actividades del alumno
<ul style="list-style-type: none"> • Dirige a los alumnos preguntas generadoras que propicien una lluvia de ideas sobre el tema de la diversidad de los diferentes grupos humanos. • Señala el objetivo de la sesión. • Realiza evaluación diagnóstica con los resultados de las ideas previas de los alumnos. • Comenta y dirige discusión sobre las ideas alternativas de los alumnos sin concluir, dejando abierta la respuesta para retomar, después de la actividad 2. • Da indicaciones para el trabajo de ordenar de lo macroscópico a lo microscópico y molecular las distintas imágenes desordenadas. • Contesta dudas. • Cuestiona a los alumnos sobre el orden obtenido por equipo, a fin de que argumenten. • Coordina la confrontación entre las ideas previas y la discusión y conclusiones del cuestionamiento inicial con los resultados de la actividad. • Cuestiona y solicita argumentos sobre el cumplimiento del objetivo de la sesión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Expresa sus ideas previas sobre el por qué de la diversidad de los grupos humanos. • Identifica el objetivo de la sesión de trabajo. • Trabaja el recurso de ordenar de lo macroscópico a lo microscópico y molecular las diferentes imágenes en recortes. • Pregunta dudas. • Participa en la organización de las imágenes y argumenta. • Contrasta ideas previas con conclusiones después de la actividad. • Externa su opinión sobre el cumplimiento del objetivo de la sesión.

Asignatura: Biología IV.

Elaboró: Hilda Claudia Morales Cortés.

Tema: Mutaciones.

Tiempo: 100 minutos

Actividad 2: Lectura Ensayo ¿Qué sabes de las mutaciones?

Aprendizajes	Contenidos	Estrategia	Materiales, Recursos	Evaluación
<p>Conceptos: -Se estudiaron los diferentes tipos de alteraciones genéticas y algunas de sus características.</p> <p>Procedimientos: Se analizó e integró en forma de mapa conceptual la información del ensayo sobre el tema de mutaciones.</p> <p>Habilidades: Argumentación, interpretación e interrelación de conceptos para la construcción del mapa conceptual. Expresión oral.</p> <p>Actitudes: Se valoró la participación individual y de</p>	<p>Tema: Mutación, mutante, mutágeno. Mutación génica, mutación cromosómica, mutación somática y germinal.</p> <p>Procedimientos: Identificación de conceptos clave, integración y organización de la información para la construcción del mapa conceptual.</p> <p>Habilidades: Integración de los conceptos clave, construcción del mapa conceptual, expresión oral.</p> <p>Actitudes: Trabajo en equipo, responsabilidad,</p>	<p>Fase de Apertura: Se dirigió a los alumnos preguntas generadoras sobre el tema, a fin de conocer sus ideas previas y realizar una evaluación diagnóstica: Elige una palabra como sinónimo de mutación, ¿en qué parte de los organismos ocurren las mutaciones?, ¿cómo serán los hijos de un hombre que sufrió una mutación en un brazo?, ¿cuál es el efecto de las mutaciones en los organismos que las presentan?, ¿puede el ambiente influir en el efecto de</p>	<p>Lectura: Ensayo ¿Qué sabes de las mutaciones? (Anexo 8) Recortes de conceptos clave en foamy para armar el mapa conceptual grupal sobre la lectura).</p>	<p>Evaluación diagnóstica a través de preguntas generadoras.</p> <p>Integración de conceptos a través de análisis de lectura y construcción de un mapa conceptual que se integró al portafolios.</p> <p>Observación directa: participación de los alumnos de forma individual y por equipo.</p>

<p>equipo en la resolución de la actividad, el respeto y la tolerancia a los distintos puntos de vista.</p>	<p>respeto y tolerancia.</p>	<p>una mutación?, si es así ¿de qué forma? Se anotó en el pizarrón las ideas principales. Se señalaron los objetivos a alcanzar. Fase de desarrollo: Análisis de lectura sobre mutaciones. Para regular tiempos se pidió a 2 alumnos que cronometraran la duración de cada actividad: 25 minutos para la lectura e identificación de conceptos principales, 15 minutos para construcción del mapa conceptual por equipo en pliego bond, 15 minutos para análisis y comparación de mapas. 20 minutos para elaboración de mapa conceptual grupal con el listado en el pizarrón de conceptos clave en foamy y conclusiones.</p>		
---	------------------------------	--	--	--

Fase de cierre:

- Confrontación entre ideas previas y la nueva información, a través de una discusión dirigida sobre las respuestas del cuestionario inicial en la apertura. Se retomaron las preguntas de la diversidad de los grupos humanos para confrontar con los conocimientos nuevos. Se discutió y concluyó sobre la incorporación de nueva información y sobre la reestructuración de respuestas.

Actividades del profesor	Actividades del alumno
<ul style="list-style-type: none"> • Dirige a los alumnos preguntas generadoras que propicien una lluvia de ideas sobre el tema de mutaciones, para conocer ideas previas. • Señala el objetivo de la sesión. • Anota en el pizarrón ideas previas. • Realiza evaluación diagnóstica con los resultados. • Da indicaciones para el trabajo de la lectura. • Contesta dudas. • Dirige la construcción grupal del mapa conceptual de la lectura. • Coordina la confrontación entre las ideas previas y la discusión y conclusiones del cuestionamiento inicial después de la lectura. • Retoma análisis de la imagen de los diferentes grupos humanos para evaluar si hubo reestructuración de conceptos, lo pide por escrito. • Cierre: Solicita a los alumnos conclusiones de la actividad y resalta contenidos principales. • Cuestiona y solicita argumentos sobre el cumplimiento del objetivo de la sesión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Expresa sus ideas previas sobre el tema de mutaciones. • Trabaja el recurso de la lectura según indicaciones del profesor. • Pregunta dudas. • Participa en la elaboración del mapa conceptual y argumenta. • Contrasta ideas previas con conclusiones después de la actividad. • Re-analiza la imagen de los diferentes grupos humanos y concluye. • Externa su opinión sobre el cumplimiento del objetivo de la sesión.

Biología IV.**Tema: Mutaciones génicas.****Tiempo: 100 minutos****Elaboró: Hilda Claudia Morales Cortés.****Actividad 3: “La fábrica de proteínas y los errores de producción”.**

Aprendizajes	Contenidos	Estrategia	Materiales, Recursos	Evaluación
<p>Conceptos: -Se identificaron diferentes tipos de mutaciones génicas (a nivel de nucleótidos) y sus efectos en la expresión génica de la proteína hemoglobina.</p> <p>Procedimientos: -A partir de la secuencia de aminoácidos de un fragmento de la cadena beta de la hemoglobina, se desarrolló un modelo en foamy para la traducción del mensaje para la síntesis de la proteína hemoglobina con diferentes tipos de mutaciones.</p> <p>Habilidades:</p>	<p>Tema: -Síntesis de proteínas, código genético, mutaciones génicas: adición, sustitución, corrimiento de marco de lectura.</p> <p>Procedimientos: -Análisis del efecto de las mutaciones a nivel de nucleótidos en la síntesis de proteínas, a través del uso de un modelo en foamy.</p> <p>Habilidades: -Identificación</p>	<p>Fase de apertura: -Previo a la sesión, se entregó el impreso de la práctica a desarrollar, a fin de que el alumno la leyera y contestara el cuestionario de investigación. Se dieron a conocer los objetivos de la actividad y el aprendizaje a generar, se contestaron y aclararon dudas sobre el cuestionario de investigación.</p> <p>Fase de desarrollo: -Por equipos y de manera</p>	<p>Piezas en foamy de modelos de las bases nitrogenadas adenina, timina, citosina, guanina y uracilo. Nombres en foamy de los diferentes aminoácidos. Impreso sobre la práctica y código genético (Anexo 9).</p>	<p>Evaluación diagnóstica: A través del cuestionario de investigación y la introducción de la actividad.</p> <p>Evaluación sumativa: Observación directa de la participación de los alumnos: individual y por equipo. Elaboración del reporte de la práctica, Integración de reportes al portafolios.</p>

<p>-Análisis, interpretación y discusión de la información.</p> <p>Actitudes: -Se valoró la participación individual y por equipo en el desarrollo de la actividad, el respeto y tolerancia a los diferentes puntos de vista.</p>	<p>de diferentes tipos de mutaciones a nivel de nucleótidos y sus efectos en la síntesis de una proteína (hemoglobina).</p> <p>Actitudes: -Trabajo individual y en equipo (cooperativo), respeto y tolerancia.</p>	<p>grupales, todos los alumnos participaron en el desarrollo de la actividad, mientras un alumno pasaba al pizarrón a pegar la secuencia en foamy de los tripletes de bases que integraban los codones, otros tradujeron con el código genético y pegaron las secuencias de aminoácidos. Todos escribieron en su cuaderno los diferentes pasos y estuvieron pendientes de los errores o dudas que al respecto surgieron. Conforme se realizó cada paso, se interpretó y analizó cada caso.</p> <p>Fase de cierre:</p>		
--	---	--	--	--

		<p>Se resolvió por equipos el cuestionario de las conclusiones y se unificarán respuestas de manera argumentada .</p> <p>Se construyó una conclusión grupal y se retomaron los objetivos de la actividad para discutir si se cumplieron.</p>		
--	--	--	--	--

Actividades del profesor	Actividades del alumno
<ul style="list-style-type: none"> • Entrega a los alumnos el impreso de la actividad una sesión antes de su ejecución • Explicita objetivos e instrucciones, señala forma de evaluación • Diagnósis de ideas previas • Dirige y coordina actividades del desarrollo de la actividad • Aclara dudas • Dirige discusión de resultados y conclusiones • Cuestiona y solicita argumentos sobre el cumplimiento de los objetivos a alcanzar. • Da a conocer evaluaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Externa sus ideas previas • Resuelve el cuestionario de investigación • Identifica el objetivo de la actividad • Explica el desarrollo de la actividad • Pregunta dudas • Trabaja en el desarrollo de la actividad • Elabora reporte • Participa en la discusión de resultados y en la construcción de conclusiones. • Argumenta sobre el logro de los objetivos propuestos y lo que

	aprendió.
--	-----------

Biología IV.**Tiempo: 100 minutos****Elaboró: Hilda Claudia Morales Cortés.****Actividad 4. Práctica ¿Qué onda con las moscas?**

Aprendizajes	Contenidos	Estrategia	Materiales, Recursos	Evaluación
<p>Conceptos: -Expresión génica de genes silvestres y mutantes de las moscas <i>Drosophila melanogaster</i>.</p> <p>Procedimientos: -A partir de la comparación de dos muestras de moscas <i>Drosophila melanogaster</i> (silvestres y mutantes) diferenciar fenotipos silvestres y mutantes en color del cuerpo, color de ojos, forma y tamaño de alas.</p> <p>Habilidades: -Observación de características fenotípicas silvestres y mutantes en</p>	<p>Tema: -Características fenotípicas silvestres y algunas mutantes (ojos blanco y sepia, cuerpo ebony, alas vestigiales) en moscas <i>Drosophila melanogaster</i>.</p> <p>Procedimientos: -Análisis del efecto de algunas mutaciones a nivel fenotípico (color de cuerpo y ojos, tamaño y forma de las alas) en las moscas <i>Drosophila melanogaster</i>.</p> <p>Habilidades: -Observación e identificación de diferentes tipos de mutaciones a nivel fenotípico</p>	<p>Fase de apertura: -Previo a la sesión, se entregó el impreso sobre la práctica ¿Qué onda con las moscas?, a fin de que el alumno se familiarizara con el contenido y actividades a realizar, dentro de las cuáles contestó un cuestionario de investigación previo a la actividad. Se enfatizó sobre los objetivos a alcanzar.</p> <p>Fase de desarrollo: -Se resolvieron y aclararon dudas del cuestionario de investigación y sobre el desarrollo de la misma.</p>	<p>Impreso de la práctica (Anexo 10), muestras silvestres y mutantes de moscas de la fruta <i>Drosophila melanogaster</i>, obtenidas en el Banco de Moscas de la Facultad de Ciencias de la UNAM.</p>	<p>Evaluación diagnóstica: A través del cuestionario de investigación de la práctica.</p> <p>Evaluación sumativa: Reporte de la práctica, observación directa de la participación de los alumnos.</p> <p>Evaluación formativa:E Integración del reporte y comentarios sobre la actividad al portafolios.</p>

<p>moscas <i>Drosophila melanogaster</i>. Análisis, interpretación y discusión de la información.</p> <p>-Manejo de materiales de laboratorio y moscas para su observación.</p> <p>Actitudes: -Se valoró la participación individual y por equipo en el desarrollo de la actividad, el respeto y tolerancia a los diferentes puntos de vista, el compromiso con el equipo para el desarrollo de la actividad.</p>	<p>por comparación con muestras silvestres, de moscas <i>Drosophila melanogaster</i>.</p> <p>-Desarrollo de habilidades para el manejo de materiales de laboratorio y manejo de moscas para su observación.</p> <p>Actitudes: -Trabajo individual y en equipo, respeto y tolerancia, trabajo cooperativo.</p>	<p>-Por equipos y de manera individual, todos los alumnos participaron en el desarrollo de la misma, se aclararon las dudas que surgieron.</p> <p>Fase de cierre: Se resolvió en equipo el cuestionario de la discusión y se obtuvieron conclusiones por equipo y posteriormente de forma grupal, unificando respuestas de manera argumentada. Se retomaron los objetivos de la actividad y se discutió sobre su cumplimiento.</p>		
--	--	---	--	--

Actividades del profesor

- Entregar a los alumnos el impreso de la práctica una sesión antes de su ejecución.
- Explicitar objetivos e instrucciones, señalar forma de evaluación.
- Dirigir y coordinar las actividades del desarrollo de la práctica.
- Aclarar dudas en todo momento.
- Dirigir la discusión de resultados y conclusiones.
- Cuestionar y solicitar argumentos sobre el cumplimiento de los objetivos a alcanzar.
- Dar a conocer a los alumnos las evaluaciones.

Actividades del alumno

- Resolver el cuestionario de investigación previo a la práctica.
- Identificar el objetivo de la práctica.
- Familiarizarse con el desarrollo de la práctica.
- Preguntar dudas.
- Trabajar en el desarrollo de la actividad de forma individual y por equipo.
- Cooperar en la elaboración del reporte de la práctica.
- Participar en la discusión de resultados y en la construcción de conclusiones.
- Argumentar sobre el logro de los objetivos propuestos y lo que aprendió.

Biología IV.**Tiempo: 100 minutos.****Elaboró: Hilda Claudia Morales Cortés.****Actividad 5. “Aberraciones cromosómicas”.**

Aprendizajes	Contenidos	Estrategia	Materiales, Recursos	Evaluación
<p>Conceptos: -Se estudiaron las aberraciones cromosómica numéricas (euploidias y aneuploidías), su causas y repercusiones.</p> <p>Procedimientos : -Se analizó la información de la lectura “Mutaciones cromosómicas”, identificando conceptos e ideas principales. Se asoció el contenido de la lectura a imágenes de cariotipos y fenotipos humanos. Se completó un cuadro comparativo de las características de algunas aneuploidias humanas, con la</p>	<p>Tema: Mutaciones cromosómicas numéricas: euploidías y aneuploidías. Repercusiones sociales de las aneuploidías en humanos.</p> <p>Procedimientos : Identificación de información relevante y llenado de cuadro comparativo, asociación de imágenes de cariotipos y fenotipos humanos con la información de la lectura. Reflexión sobre la implicaciones sociales de ciertas aneuploidías humanas. Análisis, organización e interpretación de cariotipos humanos.</p>	<p>Fase de apertura: - Se dirigió a los alumnos las siguientes preguntas generadoras, a fin de conocer sus ideas previas: ¿conoces algún niño de los llamados Down? ¿qué características fenotípicas presentan en general? ¿conoces la causa que provoca esas características? -Las respuestas más relevantes se anotaron en el pizarrón. Para retomarlas en el cierre.</p> <p>Fase de desarrollo: -Se realizó la lectura por equipo y se</p>	<p>Lectura “Aberraciones cromosómicas” (Anexo 11), acetatos de imágenes de cariotipos y fenotipos de Síndromes de Turner (Anexo 12), Down (Anexo 13), Klinefelter (Anexo 14), Edwards (Anexo 15) y Patau (Anexo 16). Impreso de un cariotipo humano normal (Anexo 17), ordenado por pares de cromosomas.</p> <p>Recortes de cromosomas de un cariotipo humano con alguna aberración cromosómica (Down, Turner o Klinefelter, Anexo 18).</p>	<p>Evaluación diagnóstica: a través de preguntas generadoras.</p> <p>Evaluación formativa: Integración de conceptos a través de análisis de lectura y asociación con imágenes de acetatos. Integración de cariotipo y cuadro a portafolios.</p> <p>Observación directa: participación de los alumnos de forma individual y por equipo.</p> <p>Evaluación sumativa Interpretación y análisis de un cariotipo humano con</p>

<p>información de la lectura. Se recortó cariotipos humanos diferentes, para organizarlos, analizarlos e interpretarlos.</p> <p>Habilidades: Identificación de información relevante. Interrelación y asociación de la información de la lectura a imágenes de cariotipos y fenotipos humanos. -Análisis e interpretación de cariotipos humanos normales y de algunas aberraciones, por comparación con un cariotipo humano normal.</p> <p>Actitudes: Se valoró la participación individual y el trabajo cooperativo en la resolución de la actividad, el respeto y la tolerancia a los distintos puntos de vista.</p>	<p>Habilidades: Identificación de conceptos e ideas principales. Ordenación, análisis e interpretación de información a partir de un cariotipo humano recortado.</p> <p>Actitudes: Trabajo individual, por equipo, responsabilidad, respeto y tolerancia.</p>	<p>identificaron conceptos e ideas principales. -Los alumnos a manera de cuadro comparativo llenaron la información que se les solicitó sobre la lectura. -Los alumnos asociaron la información de la lectura a imágenes de cariotipos y fenotipos humanos de Síndromes de Turner, Down, Klinefelter, Edwards y Patau.</p> <p>Fase de cierre: -Se proporcionó por equipos un cariotipo humano normal y uno recortado con una aberración cromosómica para que por comparación lo ordenaran, analizaran e interpretaran. -Se retomaron las ideas previas sobre</p>	<p>aberración cromosómica. Integración de cuadro comparativo, asociación de información a imágenes de diferentes aberraciones cromosómicas . Análisis del impacto social de las aberraciones cromosómicas .</p>
--	---	---	---

		<p>las preguntas generadoras y se contrastaron con los conceptos adquiridos.</p> <p>-Se construyó una conclusión grupal de la actividad que incluyó el impacto social de este tipo de aberraciones.</p> <p>-Se pidió a los alumnos que identificaran el objetivo de la clase y argumentaran si se cumplió.</p>		
--	--	--	--	--

Actividades del profesor	Actividades del alumno
<ul style="list-style-type: none"> • Entregar a los alumnos el impreso de la actividad una sesión antes de su ejecución. • Explicitar instrucciones, señalar forma de evaluación. • Dirigir y coordinar las actividades del desarrollo de la actividad. • Aclarar dudas en todo momento. • Dirigir la discusión de resultados y conclusiones. • Solicitar a los alumnos la identificación del objetivo de la actividad. • Cuestionar y solicitar argumentos sobre el cumplimiento del objetivo a alcanzar. • Dar a conocer a los alumnos las 	<ul style="list-style-type: none"> • Familiarizarse con el desarrollo de actividad. • Preguntar dudas. • Trabajar en el desarrollo de la actividad de forma individual y por equipo. • Análisis de la lectura e identificación de conceptos e ideas principales. • Completar el cuadro comparativo • Relacionar información a imágenes sobre las diferentes aberraciones cromosómicas • Integración e interpretación de los cariotipos. • Participar en la discusión de resultados y en la construcción de conclusiones. • Identificar el objetivo de la actividad. • Argumentar sobre el logro de los objetivos propuestos y lo que se aprendió.

Biología IV.

Tiempo: 100 minutos.

Elaboró: Hilda Claudia Morales Cortés.

Actividad 6. “El papel de las mutaciones en la evolución”.

Aprendizaje	Contenidos	Estrategia	Materiales, Recursos	Evaluación
<p>Conceptos: Se estudió y analizó el papel de las mutaciones en la evolución.</p> <p>Procedimientos: Se analizó e integró la información de la lectura a través de la resolución de un cuestionario y construcción de un mapa conceptual por equipos y de manera grupal. Se contrastaron y analizaron las participaciones de los equipos.</p> <p>Habilidades: Análisis, interpretación e interrelación de la información de la lectura. Integración de la información para la construcción del mapa conceptual.</p>	<p>Tema: Las mutaciones en el proceso de evolución.</p> <p>Procedimientos: Identificación de información relevante, integración de conceptos clave para la resolución de preguntas y construcción de conclusiones.</p> <p>Habilidades: Identificación e integración de conceptos clave de la lectura.</p>	<p>Fase de apertura: Se dirigió a los alumnos las siguientes preguntas generadoras para conocer sus ideas previas ¿consideran que las mutaciones tengan alguna importancia para la evolución? ¿por qué? ¿consideran que las mutaciones por si solas son suficientes para que un organismo evolucione?.</p> <p>Las respuestas se anotaron en el pizarrón y se retomaron en la actividad de cierre para su análisis y discusión. Se señaló el objetivo de la actividad: que</p>	<p>Lectura: Ensayo “El papel de las mutaciones en la evolución” (Anexo 19), cuestionario, recortes en foamy de conceptos clave para armar el mapa conceptual de la lectura.</p>	<p>Evaluación diagnóstica a través de las preguntas generadoras.</p> <p>Resolución del cuestionario. Integración e interrelación de conceptos en la construcción del mapa conceptual por equipos.</p> <p>Observación directa: participación de los alumnos de forma individual y por equipo.</p> <p>Integración de mapas y cuestionarios al portafolios.</p>

Argumentación y expresión oral.

los alumnos conocieran el papel de las mutaciones en la evolución.

Se solicitó a 2 alumnos que coordinaran los tiempos de cada fase, 20 minutos para la lectura e identificación de conceptos principales y 20 minutos para contestar el cuestionario.

Fase de desarrollo:

Por equipos de 6 alumnos, se realizó la lectura: Ensayo "El papel de las mutaciones en la evolución".

Se identificaron las ideas principales de la lectura y se resolvió por equipo el cuestionario

anexo a la misma.

Se analizaron y contrastaron las respuestas por equipo.

-Por equipo se construyó un

		<p>mapa conceptual de los conceptos de la lectura y se presentó y explicó ante el grupo.</p> <p>Fase de cierre: -Construcción de mapa conceptual grupal en el pizarrón con los letreros en foamy. Confrontación de ideas previas anotadas en el pizarrón con los conocimientos nuevos. Argumentación sobre el cumplimiento de los objetivos.</p>		
--	--	--	--	--

Actividades del profesor	Actividades del alumno
<ul style="list-style-type: none"> • Dirige a los alumnos preguntas generadoras para detectar ideas previas sobre el papel de las mutaciones en la evolución. • Anota en el pizarrón las ideas previas principales. • Señala y anota en el pizarrón el objetivo de la sesión. • Entrega y da indicaciones sobre el manejo de la lectura. • Aclara dudas durante toda la sesión. • Coordina el análisis y confrontación de respuestas del cuestionario. • Retoma y confronta ideas previas 	<ul style="list-style-type: none"> • Expresa sus ideas previas sobre las mutaciones y su relación con la evolución. • Identifica el objetivo de la actividad. • Trabaja el recurso de la lectura de acuerdo a las instrucciones del profesor. • Pregunta dudas. • Participa de forma individual y por equipo en la lectura y resolución del cuestionario. • Construye con su equipo un mapa conceptual y lo presenta en un acetato para explicarlo ante el grupo.

con conocimientos nuevos después de la lectura.

- Coordina la construcción de conclusiones de forma grupal como parte de la actividad de cierre.
- Cuestiona y solicita argumentos sobre el cumplimiento del objetivo de la sesión.

- Participa en la construcción de un mapa conceptual grupal.
- Contrasta sus ideas previas con los conocimientos adquiridos después de la actividad.
- Participa en la elaboración de las conclusiones.
- Argumenta sobre el cumplimiento del objetivo de la actividad.

La mayor parte de las actividades realizadas se desarrollaron por equipo, a través de la estrategia de trabajo cooperativo, para generar corresponsabilidad en la construcción del conocimiento y el compromiso compartido de los participantes (Campanario, 2000).

En el grupo tratamiento, el portafolios se integró con los reportes escritos, mapas conceptuales, cuestionarios, cuadros y cariotipos, producto de las actividades realizadas durante la aplicación de las seis estrategias diseñadas para este grupo. Cada uno de los productos, fueron evaluados durante el desarrollo de la actividad, corregidos y entregados posteriormente a los alumnos, para que sirvieran de soporte, andamiaje y realimentación para la construcción del conocimiento para el concepto de mutación. Debido a que en el grupo control los alumnos no desarrollaron portafolios, no era posible establecer comparación entre los grupos control y tratado con respecto a éste, por lo que se decidió utilizarlo como una estrategia de seguimiento de las actividades desarrolladas por los alumnos del grupo tratamiento.

Por último, el cuestionario postest, fue aplicado un mes después de haber sido desarrollado en clase el contenido de mutación, para ambos grupos, control y tratamiento.

6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para el análisis e interpretación de resultados se realizó una evaluación cualitativa para las preguntas abiertas y para las preguntas de opción múltiple, sólo se comparó la proporción de respuestas correctas del grupo control y tratamiento mediante una prueba de “t de student” suponiendo varianzas desiguales.

En los resultados sobre la pregunta de si ya habían estudiado con anterioridad el tema de mutaciones en cursos previos, se encontró que sólo 3 alumnos de cada grupo (control y tratamiento), habían visto el tema, por lo que se consideró un dato irrelevante y no se consideró para el análisis de resultados.

6.1 Resultados de las preguntas abiertas sobre el *collage*:

Pregunta: ¿qué observas en el *collage*?

Cuadro 1. Grupo Control

PRETEST (34alumnos) Respuestas	número alumnos	POSTEST (34 alumnos) Respuestas	número alumnos
Una variedad y diversidad de perros de diferentes razas.	31	Diferentes razas de perros con características distintas.	32
No contestaron	3	No contestaron	2

Respecto a las imágenes del collage sobre las distintas razas de perros se obtuvo lo siguiente:

En el grupo control tanto en el pretest como en el posttest no hubo diferencia en las respuestas, los alumnos coincidieron en que en el collage observaron perros de diferentes razas con características diferentes en cuanto a tamaño, color, anatomía, etcétera, es decir, como caracteres distintivos que relacionaron con la diversidad intraespecífica.

Cuadro 2. Grupo Tratamiento

PRETEST (46 alumnos) Respuestas	Número alumnos	POSTEST (42 ALUMNOS) Respuestas	Número alumnos
Diferentes razas de perros con tamaños y características distintas.	40	Diversas razas de perros con características distintas.	38
No contestaron	6	Se ven fenotipos diferentes de perros de distintas razas	3
		No contestaron	1

En el grupo tratamiento (Cuadro 2), tampoco hubo diferencia entre las respuestas del pretest y postest, sin embargo, 3 alumnos introdujeron adecuadamente el término de fenotipo para referirse a las características observables en las diferentes razas.

Tanto en el pretest como en el postest de los grupos control y de tratamiento se observó que los alumnos lograron identificar las diferencias entre los distintos ejemplares de perros, como correspondientes a organismos de una misma especie (diversidad intraespecífica).

Con la pregunta ¿a qué crees que se deba lo que observas?, se pretendió indagar a través del pretest sus ideas previas sobre las causas y efectos de la variabilidad genética, para que posteriormente con la aplicación de las estrategias propuestas para el grupo de tratamiento y después de haber visto el tema en clase para el grupo control, identificar si habían logrado relacionar la variabilidad genética y las condiciones ambientales como parte del proceso evolutivo.

Pregunta: ¿a qué crees que se debe lo que observas?

Cuadro 3. Grupo Control.

PRETEST (34 alumnos) Respuestas	Número alumnos	POSTEST (34 alumnos) Respuestas	Número alumnos
A que al cruzarse perros diferentes formaron razas diferentes.	15	Cuando se cruzan perros con características genéticas diferentes dan razas diferentes	18
A que los perros se han adaptado a diferentes medios y climas y han evolucionado.	7	A que los perros sufrieron mutaciones para adaptarse a su medio.	10
A la naturaleza de los perros, es lo que los hace diferentes.	2	A la manipulación de las cruza de perros por el hombre	2
Son diferentes porque han ido cambiando con el tiempo	3	A que los perros tuvieron que adaptarse a su medio.	3
Son diferentes porque tienen genes diferentes	4	No contestaron	1
No contestaron	3		

Aunque los alumnos del grupo control (Cuadro 3) en el posttest, contemplaron la diversidad genética como factor que dio origen a las diferentes razas de perros, lo concibieron como un proceso aislado e interpretaron que las mutaciones se presentan como una necesidad a voluntad para la adaptación de los organismos. No asociaron los factores tiempo y reproducción con el proceso evolutivo, a pesar de que 3 alumnos en el pretest si aludieron al tiempo. Los 2 alumnos que se refirieron a la intervención del hombre en la manipulación

y selección genética de ciertas características de los perros sólo las relacionaron con la producción inmediata de ciertos tipos de razas.

Cuadro 4. Grupo Tratamiento

PRETEST (46 alumnos) Respuestas	N°. alumnos	POSTEST (42 alumnos) Respuestas	N°. alumnos
Se debe a los diferentes genes que tienen los perros.	14	Se debe a la diversidad de genes que tienen.	12
Se debe a que los perros viven en lugares diferentes	3	A la diversidad de genes que tienen y a que viven en lugares diferentes.	8
Se debe a que viven en lugares diferentes y sus genes son diferentes.	3	A que tienen diversos genes y al reproducirse se han ido adaptando a su medio y han ido evolucionando	*12
Se cruzan entre perros diferentes y dan razas diferentes	7	A que algunos de sus genes pudieron mutar y tal vez eso les ayudó a adaptarse.	*3
Se debe a los genes que tienen, a lo mejor algunos mutaron y evolucionaron	2	A que el ambiente pudo afectar sus genes y mutarlos y tal vez se vieron diferentes y después sus hijos lo heredaron y fueron evolucionando.	*5
No contestaron	17	No contestaron	2

En el pretest del grupo con tratamiento (Cuadro 4) los alumnos se refirieron a la diversidad de genes y a las condiciones del medio donde viven los perros y no explicaron la relación entre estos factores, mencionaron que algunos mutaron tal vez para evolucionar como una necesidad. En el postest, aunque manejaron los mismos factores 20 alumnos (*)

mencionaron a la diversidad genética y los factores ambientales como factores relacionados para la adaptación de los organismos y su evolución, mientras que 8 de esos veinte lograron relacionar a las mutaciones como fuente de variabilidad genética y ya no mencionan que los organismos muten por necesidad.

6.2 Resultados de las preguntas abiertas sobre mutaciones Pretest-Postest:

Respecto a las preguntas abiertas sobre el tema de mutaciones, se encontró lo siguiente:

Pregunta 1: ¿Consideras que las mutaciones provocan adaptación en los organismos? ¿Por qué?

Cuadro 5. Grupo Control.

PRETEST (34 alumnos) Respuestas	N° alumnos	POSTEST (34 alumnos) Respuestas	N° alumnos
Sí, los organismos mutan para adaptarse y poder sobrevivir.	29	Sí, mutan para adaptarse y sobrevivir	24
Algunas veces y eso ayuda a la evolución.	*2	Algunas veces, porque las mutaciones a veces dañan o pueden no afectar al organismo	6
No, porque algunas veces las mutaciones son dañinas	*1	No porque las mutaciones son alteraciones genéticas y dañan.	2
No contestaron	2	No contestaron	2

En la respuesta a la pregunta 1 para el grupo control (Cuadro 5), se observó tanto en el pretest como en el postest, la persistencia en los alumnos a considerar que los organismos mutan como respuesta a una necesidad de adaptación para poder sobrevivir, en el pretest 3 alumnos (*) dudaron de esta situación y en el postest 8 alumnos consideran que las mutaciones no siempre benefician a los organismos, pues pueden dañarlos o no tener un efecto directo en ellos.

Cuadro 6. Grupo Tratamiento

PRETEST (46 alumnos) Respuestas	N° alumnos	POSTEST (42 alumnos) Respuestas	N° alumnos
Sí, mutan para poder sobrevivir	34	Sí, para poder sobrevivir.	10
No porque algunas mutaciones son dañinas.	4	No, porque hay diferentes mutaciones, algunas no afectan al organismo y otras pueden dañarlo o ayudarlo.	21
Sí, porque para adaptarse, necesitan mutar.	4	Depende del tipo de mutación que se de y del medio ambiente en el que viva el organismo.	10
No contestaron.	4	No contestaron	1

En el grupo de tratamiento, se observó que 38 alumnos en el pretest, coincidieron en que los organismos mutan como respuesta a una necesidad de adaptación para sobrevivir, mientras que 4 consideran que algunas mutaciones pueden ser dañinas.

En el postest, se observó un cambio: 21 alumnos identificaron diferentes tipos de mutaciones y ya no las consideraron necesarias para la adaptación de los organismos, 10 alumnos lograron asociar la interacción entre el genoma y los factores ambientales, identificando además, que existen diferentes tipos de mutaciones con variados efectos en los organismos.

En el grupo tratamiento este contenido se trabajó con las actividades: Ubicación espacio-temporal de la expresión génica de las mutaciones, “¿Qué sabes de las mutaciones?”, “La fábrica de proteínas y los errores de producción”, ¿Qué onda con las moscas?.

Pregunta 2: ¿En qué parte de los organismos se dan las mutaciones? ¿Por qué?

Cuadro7. Grupo Control

PRETEST (34 alumnos) Respuestas	N° alumnos	POSTEST (34 alumnos) Respuestas	N° alumnos
En cualquier parte del cuerpo	18	En cualquier parte del cuerpo	8
En el ADN porque ahí está la información genética	10	En los genes porque es donde está el ADN	15
Sólo se dan en piel, ojos y extremidades	3	En los cromosomas	5
No contestaron	3	En las células	2
		En los ojos	2
		No contestaron	2

En la respuesta a esta pregunta se observó que 18 de los alumnos del grupo control (Cuadro 7) en el pretest, interpretaron en qué parte del cuerpo del organismo se presentan las mutaciones respondiendo que en cualquier parte del cuerpo y 3 alumnos más lo explicitaron, al mencionar que en piel, ojos y extremidades, mientras que sólo 10 mencionaron que las mutaciones ocurren en el ADN.

En el posttest 8 alumnos sostuvieron su interpretación y respuesta para indicar que las mutaciones se dan en cualquier parte del cuerpo, 15 alumnos señalaron que las mutaciones ocurren en los genes al estar formados por el ADN, 5 mencionaron en los cromosomas y no especificaron, 2 en las células y 2 sostuvieron que en los ojos, situación que probablemente pudieron asociar a alguna experiencia personal pero que tampoco especificaron.

Cuadro 8. Grupo Tratamiento

PRETEST (46 alumnos) Respuestas	N° alumnos	POSTEST (42 alumnos) Respuestas	N° alumnos
Ocurren en cualquier parte del organismo.	13	Ocurren en cualquier parte del organismo.	3
En el ADN.	8	En el ADN porque ahí está la información genética.	*29
En los genes.	6	En el ADN porque si éste se modifica cambia el mensaje.	4
En las células.	4	En los cromosomas porque ahí están los genes.	*5
No contestaron.	15	No contestaron.	1

En el caso del grupo tratamiento (Cuadro 8), en el pretest se observó que 13 alumnos respondieron que las mutaciones ocurren en cualquier parte del cuerpo, 14 alumnos mencionaron que se dan en el ADN y los genes y 4 alumnos contestaron que en las células sin explicitar en que parte de ellas.

En el posttest se apreció un cambio en sus respuestas, sólo 3 alumnos de los 13 iniciales persistieron en que las mutaciones se dan en cualquier parte del cuerpo (esta respuesta no se interpretó como errónea, debido a que la pregunta probablemente, no se trabajó lo suficiente y por lo tanto no fue explícita para la respuesta que se deseaba obtener).

*29 alumnos identificaron que las mutaciones se dan en el ADN porque ahí está la información genética y *5 lo asociaron a los cromosomas por las mismas razones, lo que habla de que los alumnos lograron incorporar conceptos genéticos en sus respuestas.

4 alumnos lograron relacionar que si se da un cambio en el ADN, la codificación del mensaje también se modifica. Este contenido se trabajó con las actividades: Ubicación espacio-temporal de la expresión génica de las mutaciones, “¿Qué sabes de las mutaciones?”, “La fábrica de proteínas y los errores de producción”, ¿Qué onda con las moscas?.

Pregunta 3: Cita un ejemplo de un factor que produzca mutaciones en los organismos, explicando cómo te imaginas que suceda esto.

Cuadro9. Grupo Control

PRETEST (34 alumnos) Respuestas	N° alumnos	POSTEST (34 alumnos) Respuestas	N° alumnos
La radiación	16	La radiación	21
La radiación porque daña los genes.	2	La radiación y los virus	2
Las drogas	1	La radiación porque afecta las gónadas y daña las células sexuales.	1
No contestaron	15	No contestaron	10

En la pregunta sobre qué factores pueden ser mutagénicos y cuál podría ser su efecto en los organismos, 18 alumnos del grupo control en el pretest (Cuadro 9), contestaron que la radiación y sólo 2 de ellos mencionaron que se debe a que afecta a los genes, un alumno mencionó a las drogas y una cantidad considerable de ellos (15 alumnos) no contestaron.

En el postest después de haber visto el tema en clase se encontró que 24 alumnos siguieron identificando como agente mutagénico a las radiaciones, aunque dos de ellos consideraron también a los virus pero sin especificar cómo sucede.

El hecho de que en los medios de comunicación los factores mutagénicos mencionados de forma frecuente sean las radiaciones, podría ser probablemente la razón por la cual, los alumnos tienden a mencionarlas prioritariamente, aunque no especifiquen la forma en que éstas afectan a los organismos.

Sólo un alumno refirió que la radiación puede dañar a las gónadas y afectar como consecuencia a las células sexuales que ahí se producen.

En ningún caso se observó que los alumnos aludieran a que los factores mutagénicos provocaban cambios en el ADN de las células de los organismos y que esto podía o no repercutir en alguna modificación.

Cuadro 10. Grupo Tratamiento

PRETEST (46 alumnos) Respuestas	N° alumnos	POSTEST (42 alumnos) Respuestas	N° alumnos
Las radiaciones.	21	Radiaciones de diferentes tipos porque alteran al ADN y los genes	20
Los virus	4	Las radiaciones porque modifican al ADN y ya no se transcribe igual.	*8
Las radiaciones porque alteran el número de cromosomas.	1	Algunos virus porque modifican el ADN de la célula y cambia el mensaje.	*4
No contestaron.	20	Las radiaciones porque modifican al ADN de los gametos.	8
		Las radiaciones porque alteran la reproducción celular.	1
		No contestaron.	1

Respecto al grupo tratamiento (Cuadro 10), se observó en el pretest, que 21 alumnos identificaron como factores mutagénicos a las radiaciones tal y como ocurrió en el grupo control sin especificar más, 4 alumnos mencionaron a los virus, 20 no contestaron y sólo uno explicó que las radiaciones alteran el número de cromosomas de los organismos.

En el postest se observó un cambio, aunque en su respuesta predominan las radiaciones, 20 alumnos lograron distinguir diferentes tipos de ellas y relacionar su efecto con una alteración del ADN y de los genes.

Loa alumnos marcados con * en el postest del Cuadro 10 profundizaron más, al mencionar que se da un cambio a nivel de transcripción y por lo tanto se modifica el mensaje genético, por lo que no sólo mencionaron los cambios a nivel de ADN sino hablaron de una modificación en la traducción de la información genética, lo que nos indicó la asociación entre la transcripción y traducción del mensaje genético.

8 alumnos contestaron que las radiaciones pueden modificar el ADN de los gametos y uno que afectan la reproducción celular.

Como se observó casi todos asociaron el efecto de las radiaciones a modificaciones en el ADN y su traducción.

Este contenido se trabajó con las actividades: “¿Qué sabes de las mutaciones?”, “La fábrica de proteínas y los errores de producción”.

Pregunta 4: ¿Consideras que todas las mutaciones se heredan a los hijos? ¿Por qué?

Cuadro 11. Grupo Control

PRETEST (34 alumnos) Respuestas	N° alumnos	POSTEST (34 alumnos) Respuestas	N° alumnos
No, algunas no se heredan	25	No, algunas no son heredables	20
Sí, porque están en los genes	2	No porque algunas mutaciones son recesivas	4
No porque no es algo genético	3	Sí, porque afectan a las gónadas.	2
No porque no todas las células tienen el mismo ADN.	1	Sí, porque afectan a los genes	4
No contestaron	3	Sí, porque las transmiten los padres a los hijos	3
		No contestaron	1

Para la pregunta 4 en el pretest del grupo control (Cuadro 11), se encontró que la mayoría de los alumnos (25 de 34) respondió que no todas las mutaciones son heredables, sólo 2 alumnos opinaron que sí por darse en los genes, 3 consideraron que no es algo genético y por lo tanto si no tiene que ver con el ADN no se hereda. Un alumno mencionó que no todas las células tienen el mismo ADN pero no profundizó en su respuesta, mientras que tres no contestaron.

En el postest 20 alumnos sostuvieron que no todas las mutaciones son heredables y 4 distinguieron que las no heredables son recesivas, lo que no es correcto pues ambas tienen la misma probabilidad de heredarse, sin embargo identificaron que no se heredan el 100% de ellas.

Dos alumnos contestaron que sí porque afectan a las gónadas, lo cual nos permitió interpretarlo como el que asociaron que las células sexuales contienen la información que se hereda a los hijos, aunque no distinguieron que no todas las mutaciones afectan gónadas y gametos. La respuesta de los 3 alumnos que dijeron que sí, porque los padres las transmiten a los hijos dieron por supuesto que lo que afecta los genes paternos se hereda, así como los 4 alumnos que consideraron que todo lo que afecte ADN se hereda directo a los hijos.

Cuadro 12. Grupo Tratamiento

PRETEST (46 alumnos) Respuestas	N° alumnos	POSTEST (42 alumnos) Respuestas	N° alumnos
No todas.	31	Sí, porque los padres las heredan a sus hijos en sus genes.	1
Sí porque los padres las heredan a sus hijos.	10	No, depende del tipo de mutación porque algunas se heredan y otras no.	24
No porque no están en el material genético.	1	Sí pero sólo cuando están en el ADN de los gametos, de otra forma no.	17
No contestaron.	4		

En el caso del grupo tratamiento (Cuadro 12), en el pretest se observó que también más de la mitad del grupo (31 alumnos), identificaron que no todas las mutaciones se heredan aunque no argumentaron por qué. 10 alumnos consideraron que sí, porque la herencia de padres a hijos es directa. Un alumno no asoció las mutaciones a cambios en el ADN y 4 no contestaron.

En el postest sólo 1 alumno mantuvo la respuesta de que si los padres las presentan, se las heredan directamente a sus hijos a través de sus genes.

24 alumnos lograron distinguir que existen diferentes tipos de mutaciones y que sólo algunas son heredables aunque no especificaron más.

17 alumnos si lograron distinguir que las mutaciones son heredables a los hijos si se encuentran en el ADN de las células sexuales de los padres y, aunque no especificaron que las mutaciones somáticas no se heredan a los hijos, si mencionaron que de encontrarse en tipos celulares diferente a las sexuales no se da la herencia.

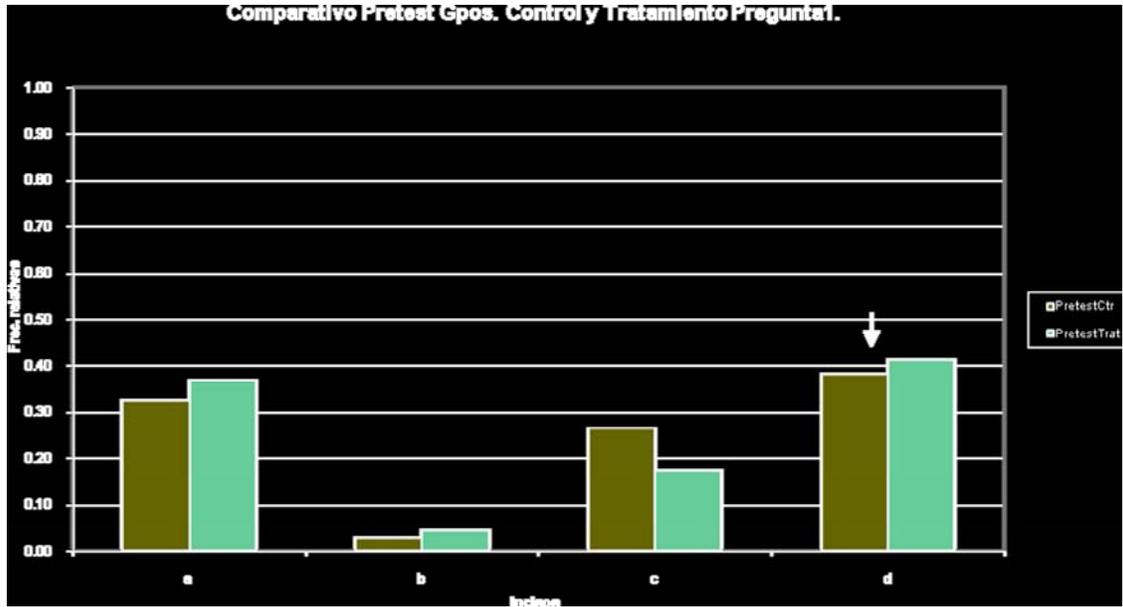
Para este contenido se utilizó la actividad “¿Qué sabes de las mutaciones?”.

Respecto a las respuestas de las ocho preguntas de opción múltiple que fueron analizadas con la prueba “t de student” suponiendo varianzas desiguales se encontró lo siguiente:

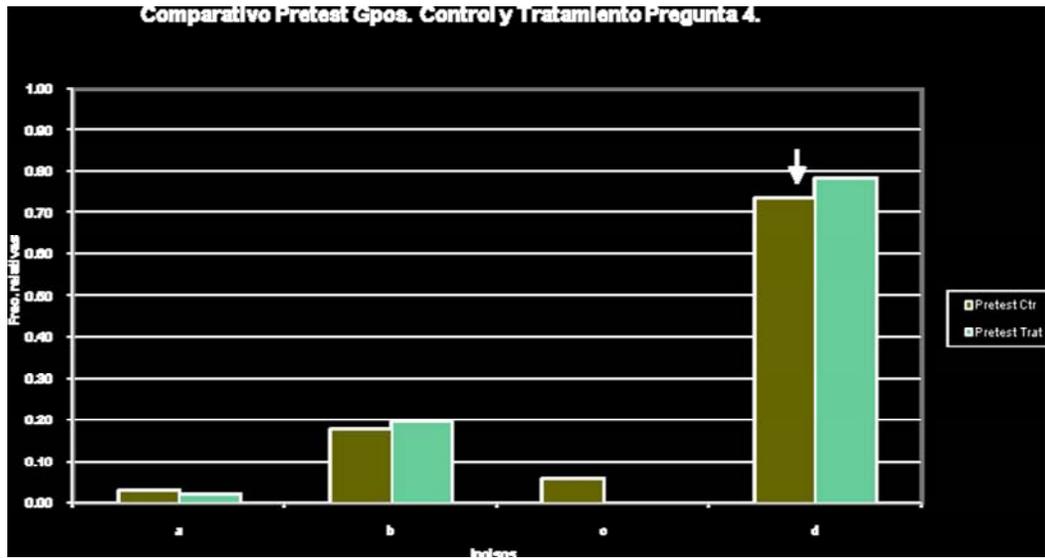
6.3 Resultados del pretest en los grupos control y tratamiento para las preguntas de opción múltiple:

Se esperó que los grupos control y tratamiento en el pretest fueran iguales, pero se encontró que para las preguntas cerradas de opción múltiple 1, 4, 6, 7 y 8 (**Gráficas 1 a la 5**), así fue, sin embargo, se observaron diferencias en las preguntas 2, 3, y 5.

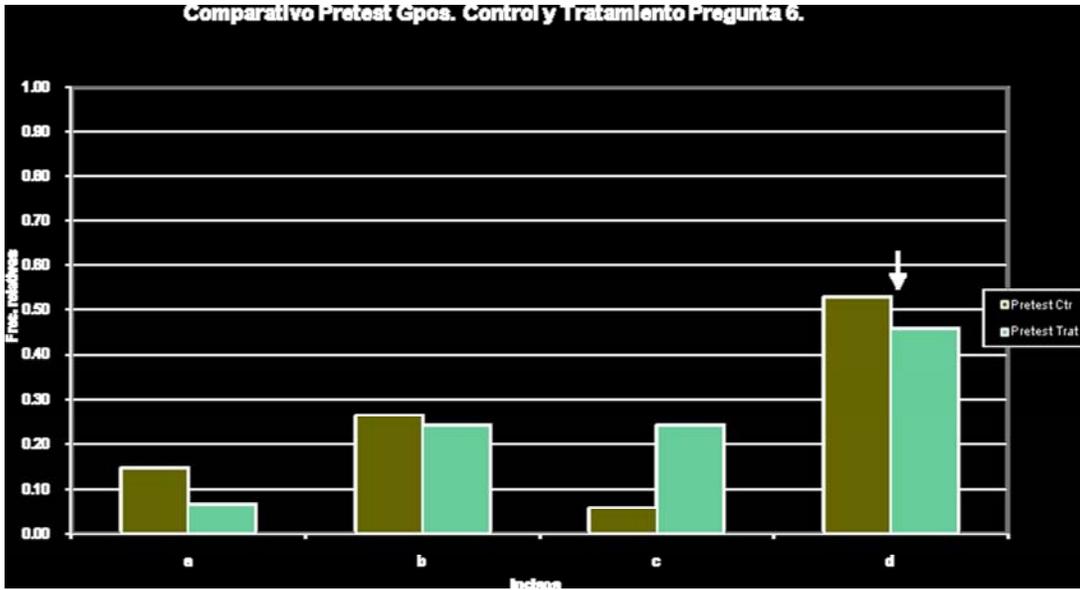
Gráfica 1



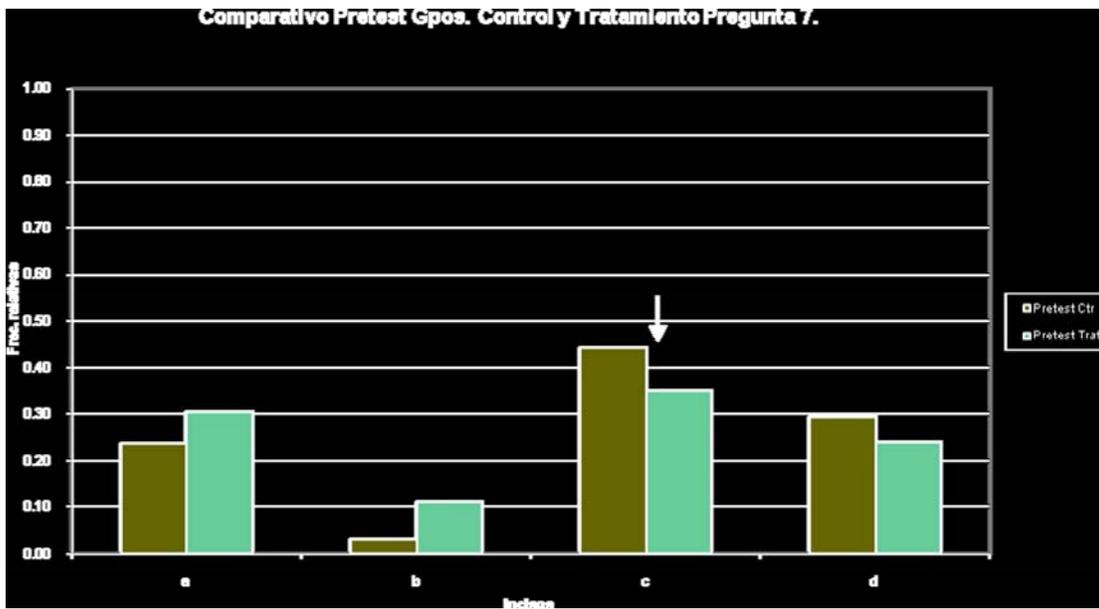
Gráfica 2



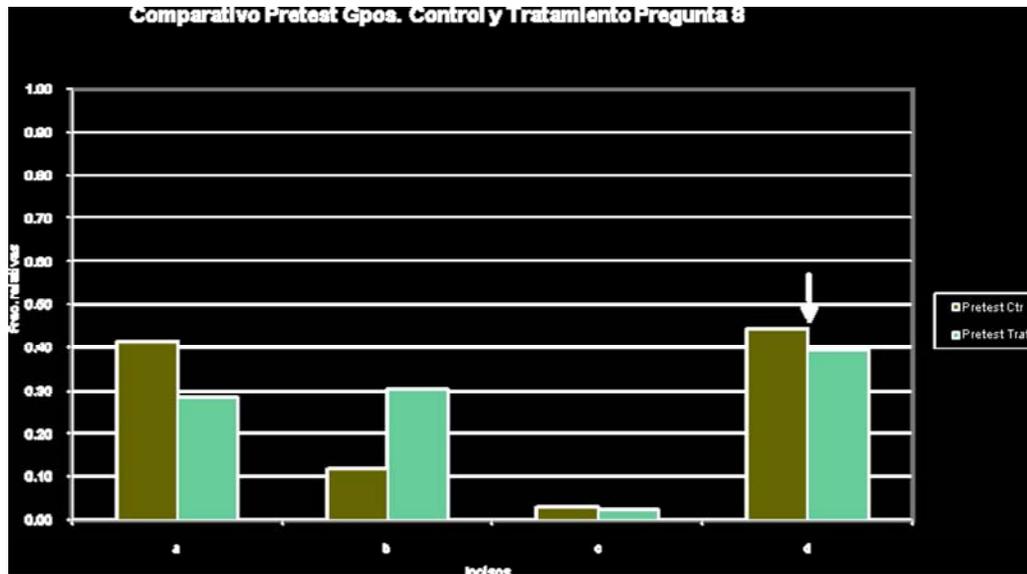
Gráfica 3



Gráfica 4

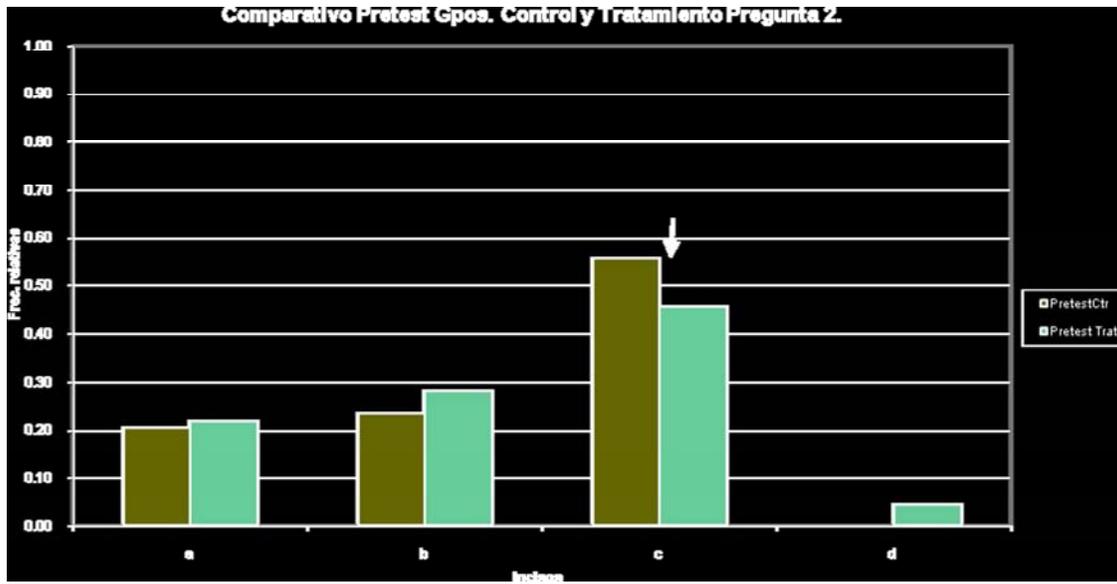


Gráfica 5



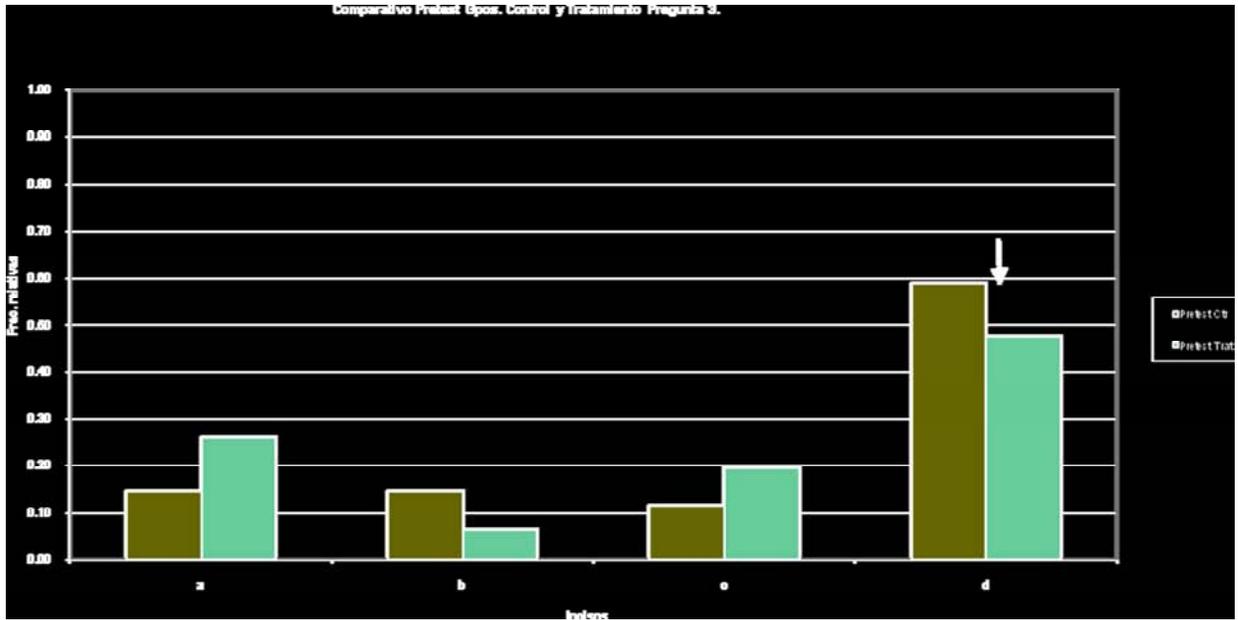
Respecto a las preguntas donde se observó diferencias, en la número 2 se hizo referencia a qué tipo de células dentro de un mismo individuo poseen información genética distinta y se encontró que el porcentaje de respuestas correctas fue mayor en un 10% para el grupo control que en el testigo (**Gráfica 6**).

Gráfica 6



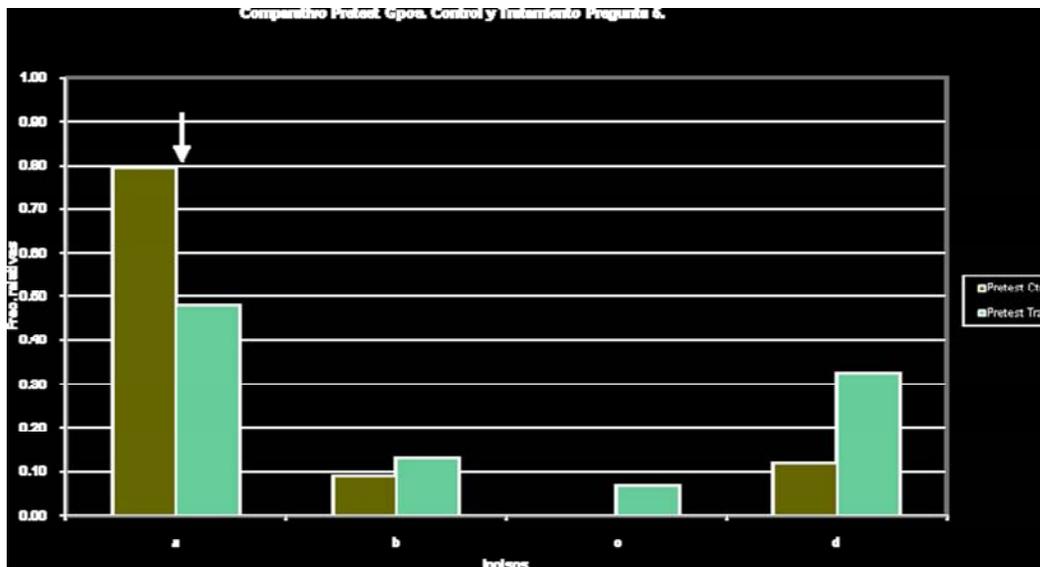
En la pregunta 3 respecto a si una mutación somática en los padres se hereda a los **hijos**, se observó que en el grupo control el 59% de los alumnos eligieron la respuesta correcta y en el grupo tratamiento sólo el 48%, es decir, hubo una diferencia de 11% más de aciertos que en el grupo control (**Gráfica 7**).

Gráfica 7



En la pregunta 5 se esperó que los alumnos interpretaran cualquier modificación en una secuencia de nucleótidos como una mutación. De acuerdo con los resultados obtenidos el 79% del grupo control obtuvo la respuesta correcta, mientras que en el grupo tratamiento sólo el 48% contestaron correctamente, observándose una diferencia de 31% de aciertos mayor para el grupo control (**Gráfica 8**).

Gráfica 8



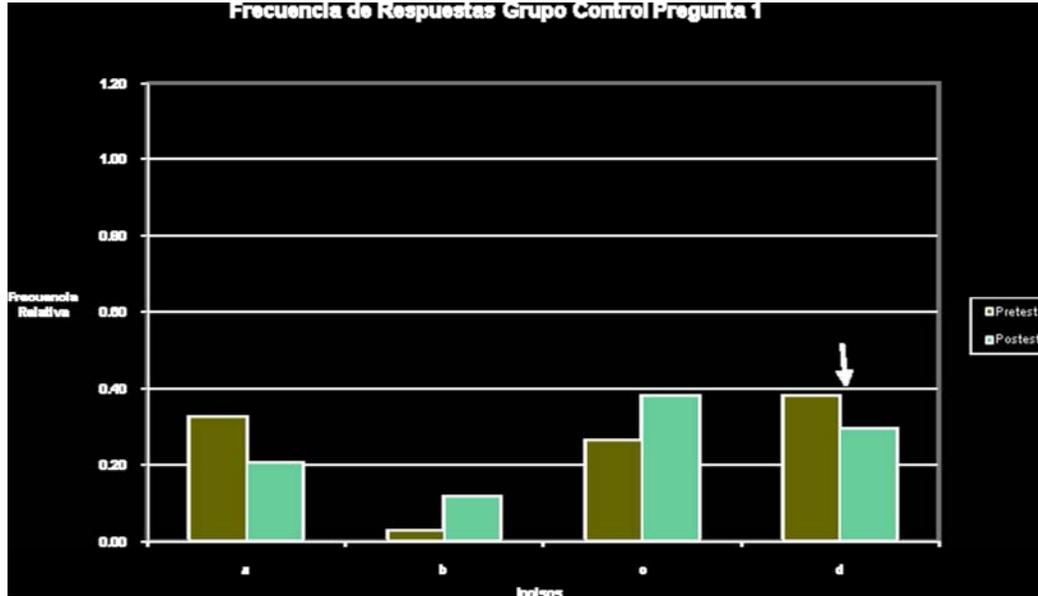
Después de desarrollar el tema de mutaciones en clase e independientemente de las estrategias utilizadas para la enseñanza aprendizaje del contenido, en los grupos control y tratamiento, se esperó observar un cambio en la forma de responder de los alumnos a favor de la respuesta correcta, para cada una de las preguntas realizadas en el instrumento de evaluación (postest), el cual, fue aplicado a los grupos control y tratamiento un mes después de culminado el contenido de mutaciones.

6.4 Resultados del Postest para el grupo control en las preguntas de opción múltiple:

A continuación se describen los resultados obtenidos en el **grupo control**:

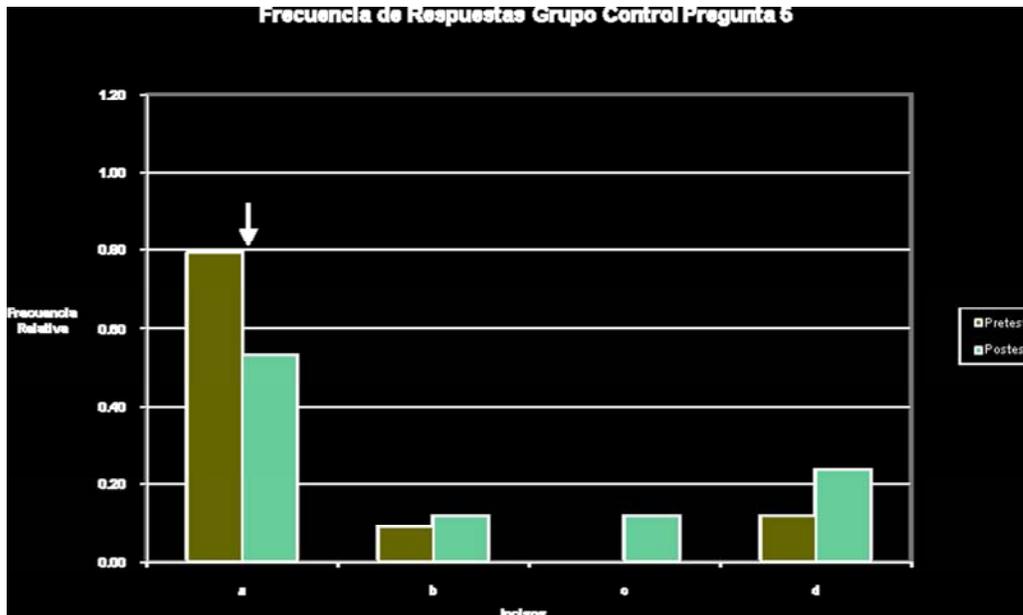
En las preguntas cerradas de opción múltiple 1, 5 y 7, hubo una disminución en el porcentaje de alumnos que contestaron correctamente, contrario a lo que se esperó que sucediera. Cabe recordar que dicho contenido fue desarrollado por el profesor titular del grupo de acuerdo a los tiempos establecidos por el Programa de Biología IV de la ENP, en un total de 5 horas y como actividades de laboratorio sólo se realizaron el recorte y ordenamiento de 3 cariotipos humanos correspondientes a los Síndrome de Down, Turner y Klinefelter.

En la pregunta **1** respecto al significado de qué es una mutación espontánea, la respuesta correcta fue 9% menor que en el pretest (de 38% a 29%) y la mayoría de los alumnos la asociaron a eventos con un fin adaptativo (**Gráfica 9**).



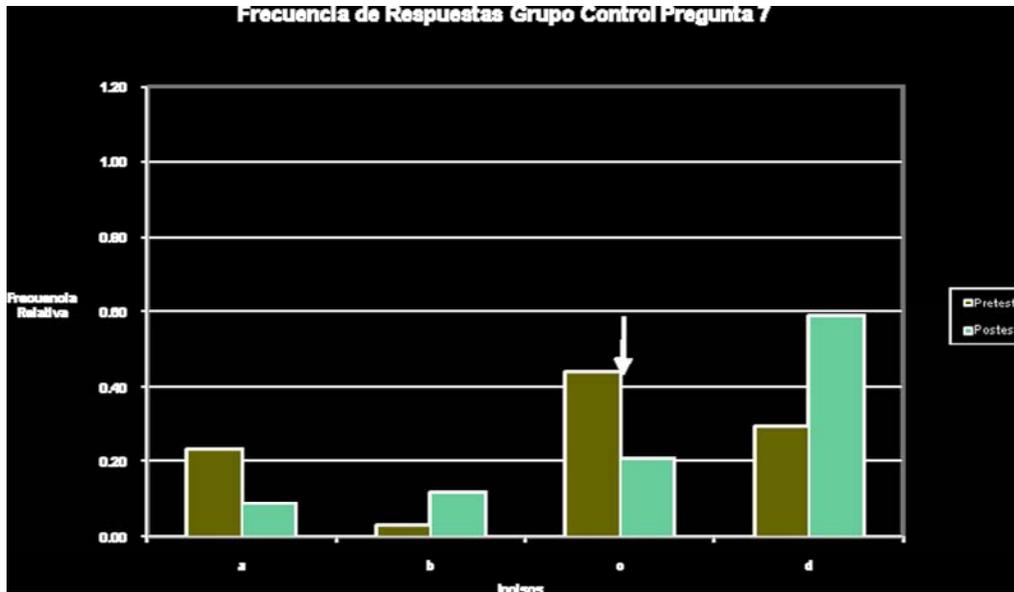
Gráfica 9

En la pregunta 5 que se refería al concepto de mutación, la frecuencia obtenida para la respuesta correcta fue 26% menor que la del pretest (de 79% a 53%) y aunque el 53% identificaron el concepto correcto el resto del grupo no mostró una definición clara sobre el concepto, confundiéndolo con variabilidad y hasta clonación (**Gráfica 10**).



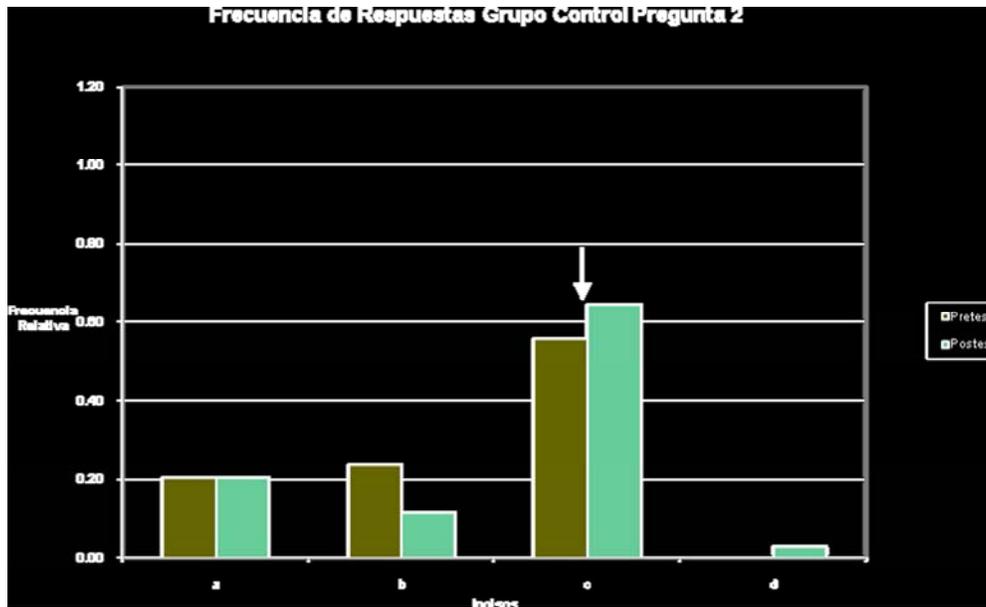
Gráfica 10

En la pregunta 7 sobre la acción de mutágenos biológicos como los oncogenes, la respuesta correcta en el postest disminuyó 23% (de 44% a 21%) observándose que los alumnos asociaron la reproducción acelerada de los virus dentro de la célula como causa de la mutación en lugar de relacionarlo con la modificación del material genético celular (Gráfica 11).

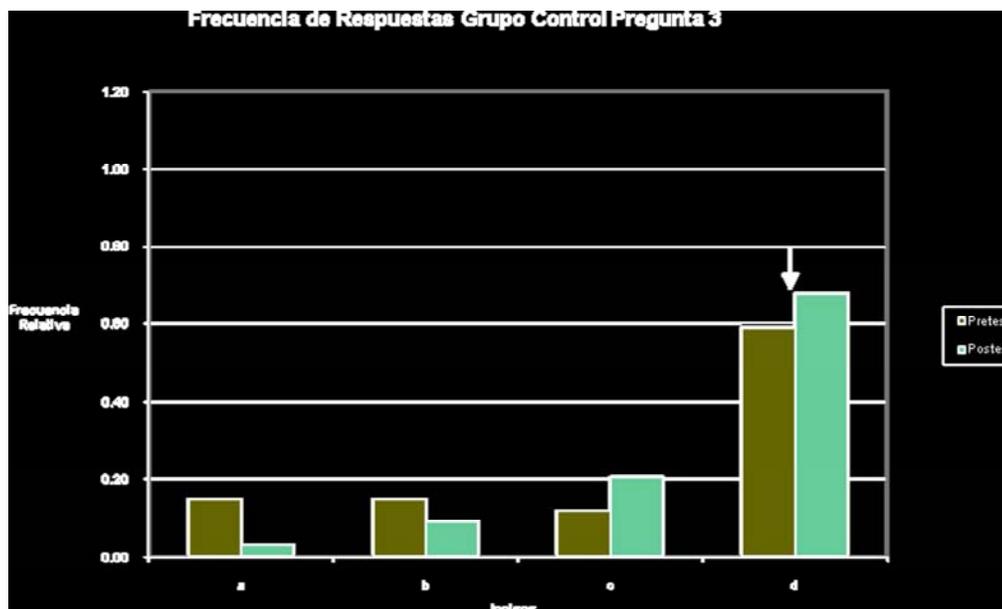


Gráfica 11

En las preguntas cerradas 2 y 3 respecto al tipo de células que en un mismo individuo poseen información genética distinta y respecto a si se heredan las mutaciones somáticas de los padres a los hijos, el incremento a favor de la respuesta correcta, fue de 9% para ambos casos (Gráficas 12 y 13).

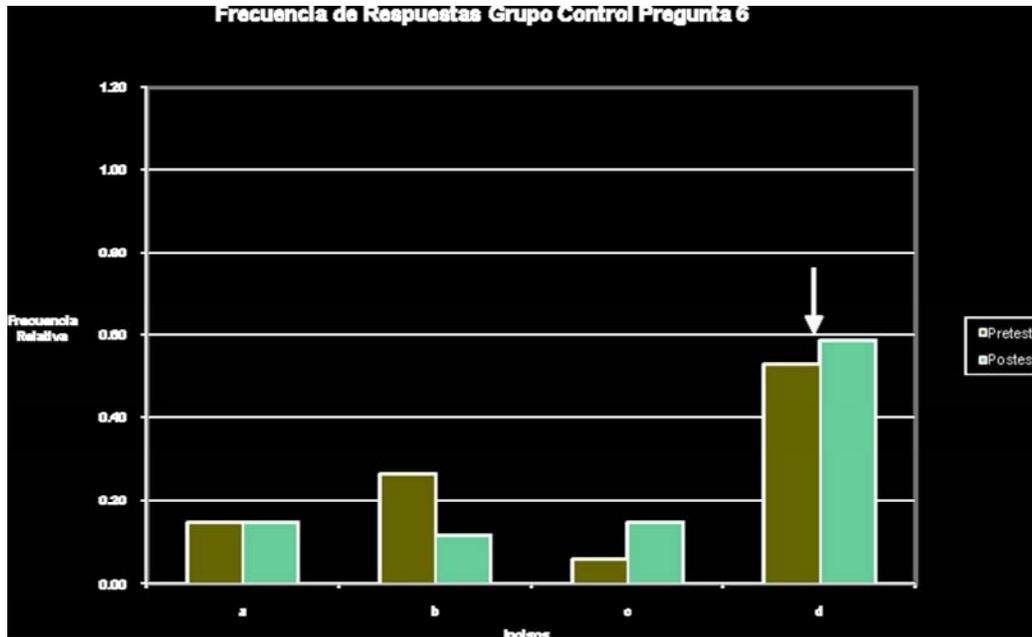


Gráfica 12



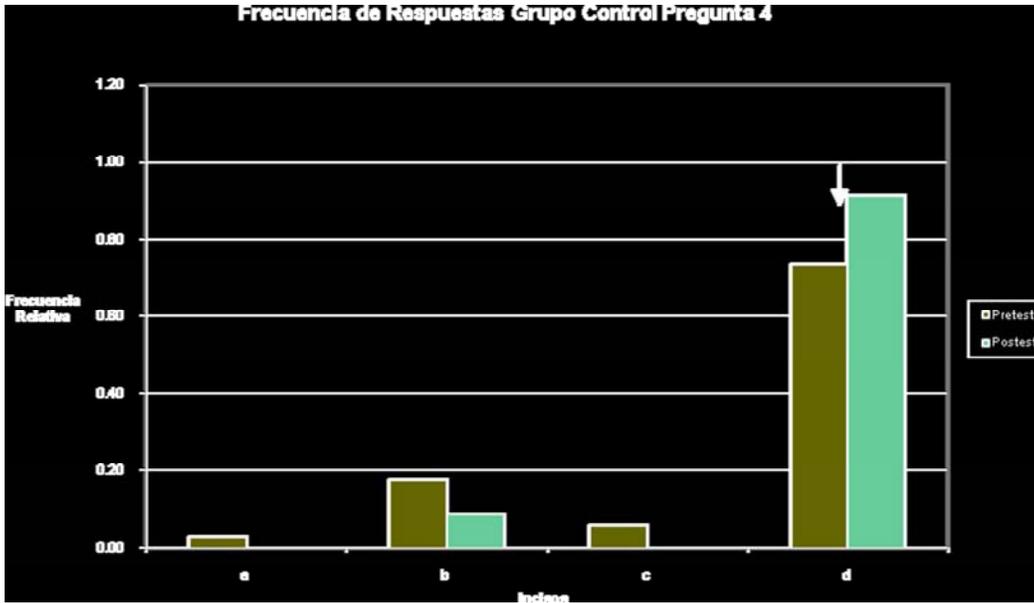
Gráfica 13

La pregunta 6 que exploró el conocimiento de los alumnos sobre la fórmula cromosómica de los hombres Klinefelter, mostró que la frecuencia de respuesta correcta se incrementó en 6% (Gráfica 14).



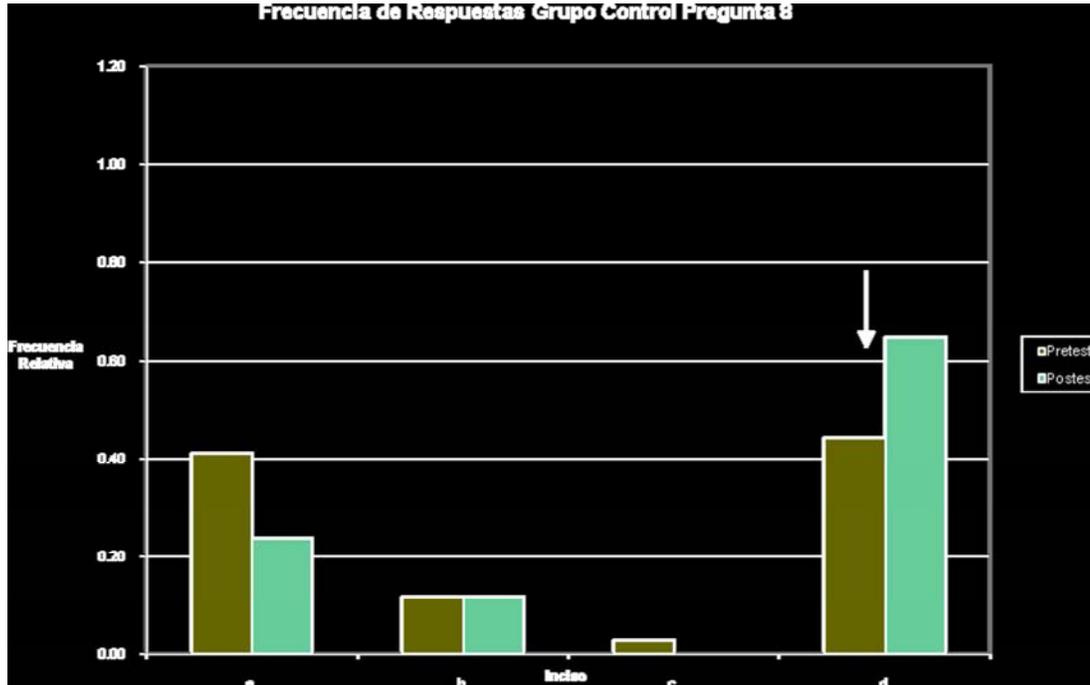
Gráfica 14

En la pregunta 4 sobre el tipo de alteración que implica el Síndrome de Down, hubo un incremento del 17% para la respuesta correcta (de 74% a 91%) al identificar que este síndrome se debe a una alteración en el número de cromosomas (**Gráfica 15**).



Gráfica 15

Respecto a la pregunta **8**, en ésta se observó el mayor cambio a favor de la respuesta correcta; el porcentaje incrementó de 44% a 65% (21%) cuando los alumnos identificaron que ciertas mutaciones no afectan la vida de los organismos (**Gráfica 16**).

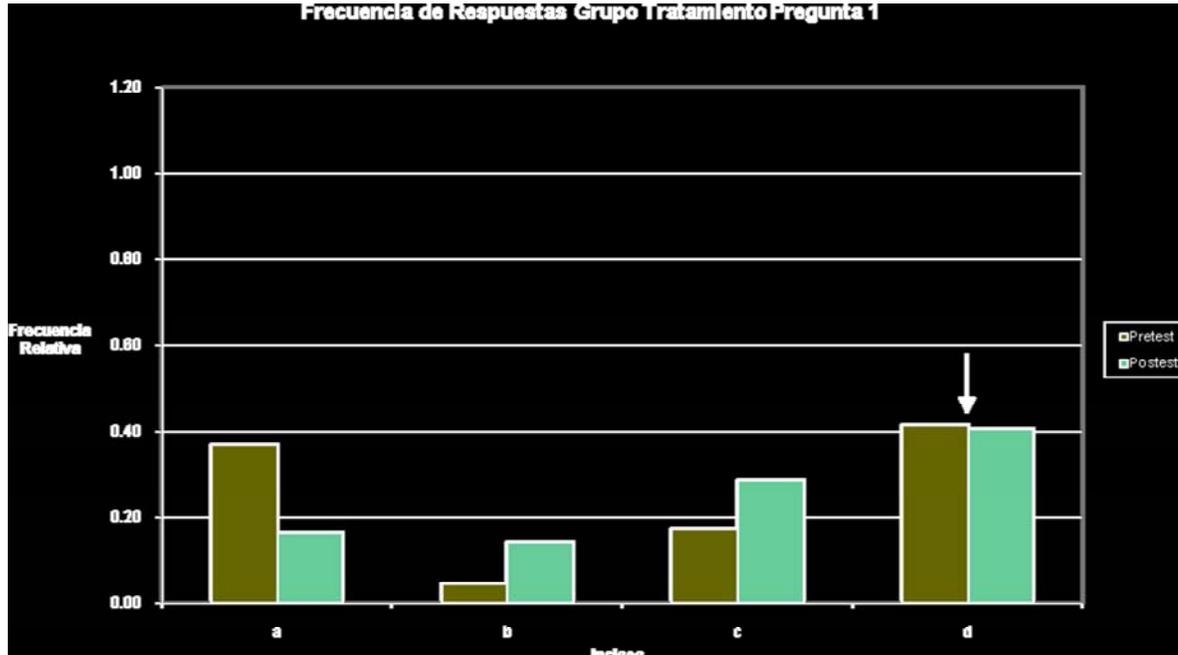


Gráfica 16

6.5 Resultados del Postest para el grupo tratamiento en las preguntas de opción múltiple:

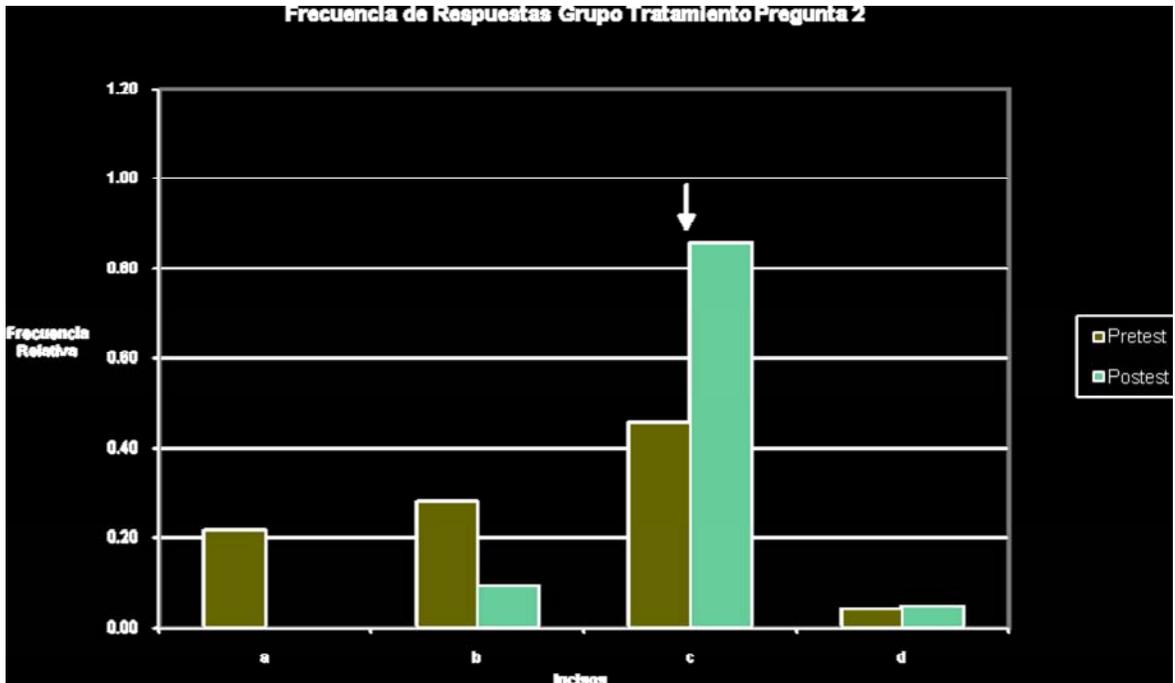
El **grupo tratamiento** fue trabajado con la aplicación de la estrategia propuesta para el tema de mutaciones y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

De forma general se observaron incrementos que oscilaron entre el 20% y 44% a favor de la respuesta correcta en todas las preguntas, excepto en la número **1**, que aludió al significado de las mutaciones espontáneas. En esta pregunta el 41% obtenido para la respuesta correcta en el pretest disminuyó a 40% por lo que no hubo un cambio a pesar de la aplicación de la estrategia de trabajo con los alumnos (**Gráfica 17**) y que consistió en la aplicación de las actividades: “¿Qué sabes de las mutaciones?” y “El papel de las mutaciones en la evolución”, (Anexos 8 y 19 respectivamente). Otra razón de este resultado pudo haber sido, que no se trabajó suficiente en el diseño del reactivo.



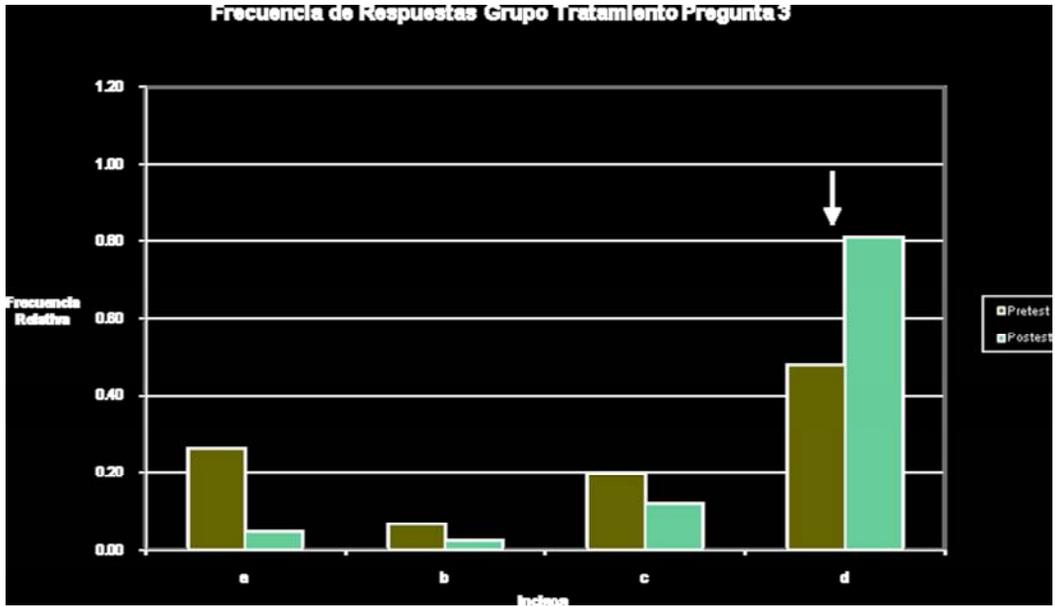
Gráfica 17

En la pregunta **2** sobre cuáles células en un mismo individuo contienen información genética diferente, el porcentaje de respuestas correctas aumentó en un 40% (de 46% a 86%), es decir, casi se duplicó. Este tema fue trabajado utilizando las lecturas “¿Qué sabes de las mutaciones?”, “Aberraciones cromosómicas” y “El papel de las mutaciones en la evolución” (Anexos 8, 11 y 19 respectivamente) las cuales reforzaron y aclararon información a los alumnos sobre las células sexuales como contenedoras de información genética diferente en los individuos y transmisible a la descendencia (**Gráfica 18**).



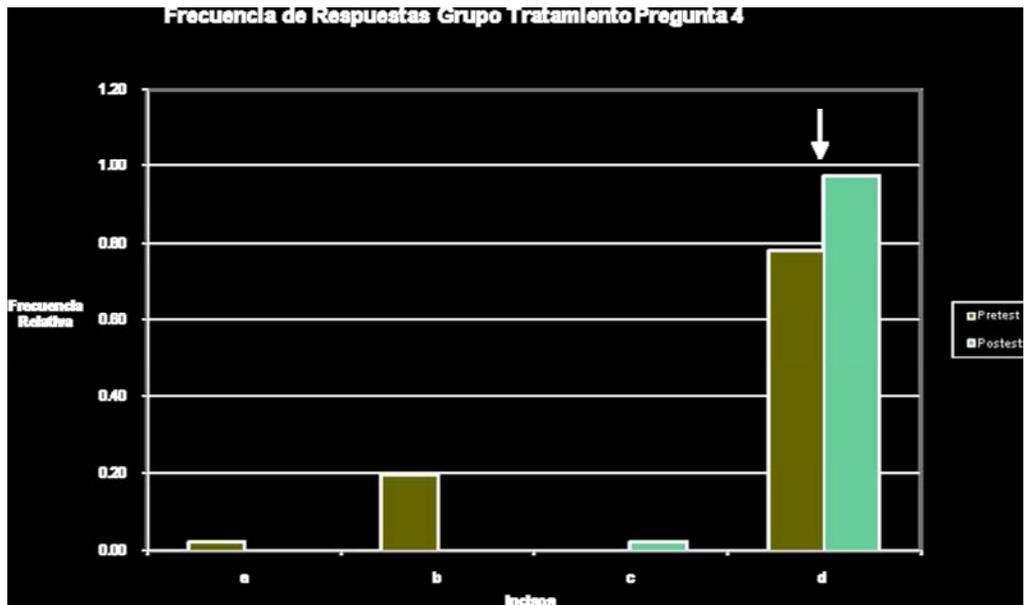
Gráfica 18

La pregunta 3 hizo referencia a las características de las mutaciones somáticas, obteniéndose un incremento del 33% en la respuesta correcta (de 48% a 81%) como lo muestra la **Gráfica 19**. Las actividades y recursos empleados para reforzar el tema fueron las lecturas “¿Qué sabes de las mutaciones?” y “El papel de las mutaciones en la evolución” (Anexos 8 y 19 respectivamente), en las cuales se explicitó la diferencia entre las mutaciones somáticas y germinales.



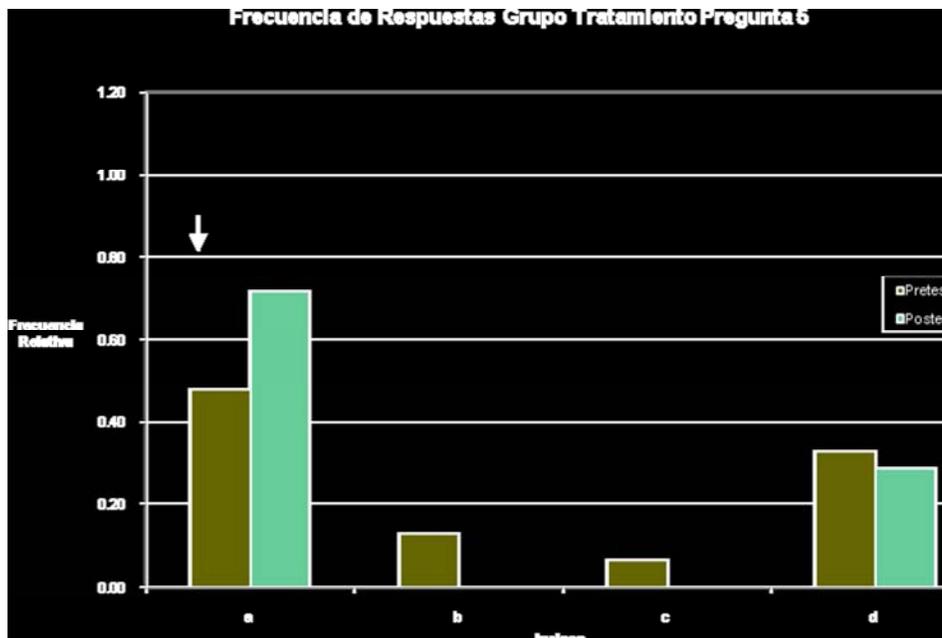
Gráfica 19

Con la pregunta 4 se exploró si los alumnos identificaban al Síndrome de Down como una mutación debida a una alteración en el número cromosómico. El aumento en la respuesta correcta fue del 20% (del 78% al 98%) como se muestra en la **Gráfica 20**. Este contenido conceptual se manejó utilizando la estrategia de “Aberraciones cromosómicas” (Anexo 11).



Gráfica 20

Para la pregunta 5 aumentó en un 23% la respuesta correcta (de 48% a 71%) referente al concepto de mutación, objetivo general de la propuesta de este trabajo (**Gráfica 21**).



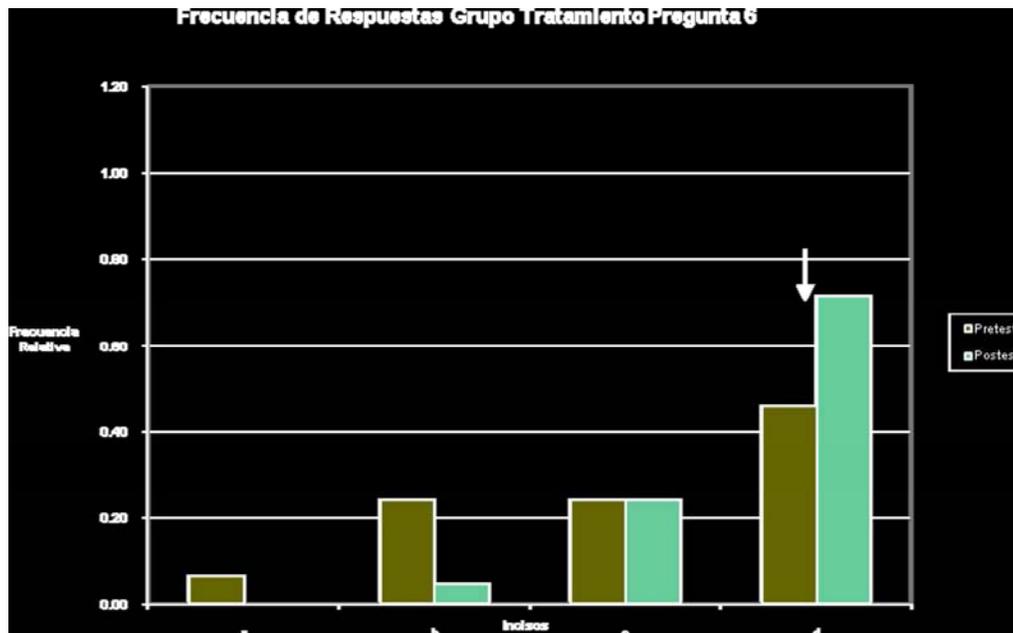
Gráfica 21

El concepto científico de mutación como tal, se manejó a través de dos actividades específicas: la lectura ¿Qué sabes de las mutaciones? y “El papel de las mutaciones en la evolución”, la primera sirvió para introducir al alumno específicamente al concepto científico de mutación y sus características y la segunda para retomar lo anterior y concluir sobre la relevancia de las mutaciones para los organismos y su relación con la evolución.

En la pregunta 6 donde los alumnos tuvieron que identificar la fórmula cromosómica del Síndrome de Klinefelter, se observó un aumento del 46% al 71% en la respuesta correcta (**Gráfica 22**).

Se propuso a los alumnos, cuatro fórmulas cromosómicas diferentes, partiendo de que los datos son importantes en la enseñanza de la ciencia y que comprenderlos requiere del uso de conceptos y de relacionarlos con una red de significados que los expliquen (Pozo y

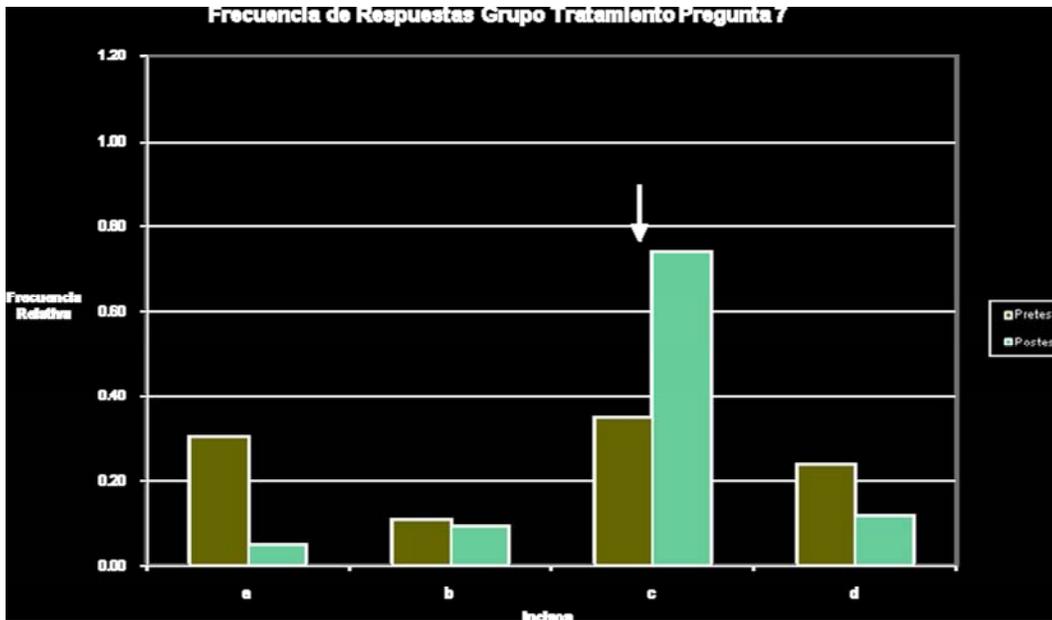
Gómez, 2000). Para reforzar este contenido conceptual se empleó como parte de la estrategia la actividad de “Aberraciones cromosómicas” (Anexo 11).



Gráfica 22

Respecto a la pregunta 7 en la cual se pretendió indagar si los alumnos podían justificar correctamente la razón por la que ciertos virus como los oncogenes son considerados factores mutagénicos, se encontró que hubo un incremento en un 39% en la respuesta correcta (de 35% a 74%) como se muestra en la **Gráfica 23**.

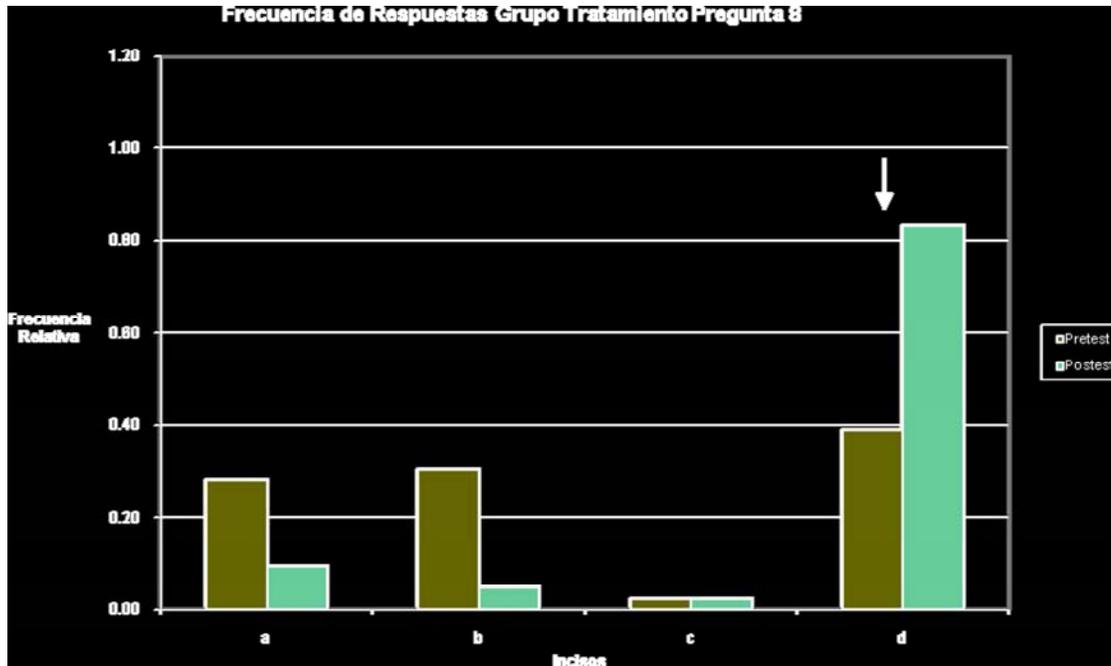
La actividad que se realizó para dar a conocer a los alumnos ejemplos de factores mutagénicos y sus posibles efectos en los organismos fue la de “¿Qué sabes de las mutaciones?” (Anexo 8).



Gráfica 23

Finalmente con la pregunta **8** sobre los colores de ojos diferentes al silvestre en las moscas drosófilas, se pretendió reforzar en los alumnos, que existen mutaciones en los organismos que no interfieren con su calidad de vida. En esta respuesta hubo un incremento en la opción correcta del 39% al 83%, es decir 44% más que con respecto al pretest (**Gráfica 24**).

Las actividades realizadas en el grupo tratamiento para que los alumnos entendieran los diferentes efectos de las mutaciones en los organismos y distinguieran que pueden ser benéficas, dañinas o nulas fueron: “La fábrica de proteínas y los errores de producción”, “¿Qué onda con las moscas?”, “Aberraciones cromosómicas” y “El papel de las mutaciones en la evolución” (Anexos 9, 10, 11 y 19 respectivamente).



Gráfica 24

6.6 Cambios observados en los grupos control y tratamiento posteriores al desarrollo del contenido de mutaciones:

Después de desarrollado el tema de mutaciones, no se observó en el **grupo control**, un aumento en el porcentaje de respuestas correctas del posttest en las preguntas 1, 5, y 7, sino un descenso del 9%, 26% y 23% respectivamente, lo que indicó, que los alumnos no alcanzaron a definir el concepto y características de las mutaciones y que las estrategias empleadas para el desarrollo del contenido no proporcionaron el respaldo suficiente.

Por otra parte, el porcentaje de respuestas correctas para las preguntas 2, 3, 4, 6 y 8 se incrementó en un 9%, 9%, 17%, 6% y 21% respectivamente, siendo un cambio significativo para las preguntas 4,5 y 8 de acuerdo con lo que mostró la **Tabla 1**.

En relación al **grupo tratamiento**, sólo disminuyó en un 1% el porcentaje de respuesta correcta para la pregunta 1, lo que indicó que el significado de mutación espontánea no quedó claro para los alumnos. En esta pregunta los resultados observados en los grupos control y tratamiento mostraron que los alumnos siguieron asociando las mutaciones a eventos con un fin determinado.

Por otra parte, el incremento en el porcentaje de respuestas correctas en las preguntas 2 a 8 osciló entre 20% y 44%, indicativo de que se dio un cambio a favor del concepto científico de mutación y que el uso de la estrategia empleada para ello, tuvo resultados favorables.

La aplicación de la estadística t student suponiendo varianzas desiguales entre los grupos control y tratamiento, también mostró diferencias significativas en el pretest control vs postest control y pretest tratamiento vs postest tratamiento, como lo mostró el resultado obtenido en la **Tabla 1**, en donde se señala con negritas los resultados que mostraron un cambio significativo.

Tabla 1. Valor t “student” suponiendo varianzas desiguales.

No. de Pregunta	P Control	P Tratamiento
1	0.6180756	0.8700553
2	0.45803881	0.00013993
3	0.6180756	0.00043073
4	0.0582923	0.01777906
5	0.02099254	0.00055576
6	0.46942947	0.04759936
7	0.23121406	0.00660054
8	0.02738701	9.6092E-07

P = probabilidad, con alfa 0.5

De lo señalado anteriormente podemos decir que los grupos control y tratamiento fueron parecidos de acuerdo con los resultados mostrados por el pretest (H1o) antes del desarrollo del contenido de mutaciones en clase, mientras que en los resultados observados posteriores al postest, se observó una diferencia entre los grupos control y tratamiento, a favor de éste

último, después de la concreción de las estrategias para el tema de mutación, por lo que se acepta la H2i.

7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La genética es uno de los pilares de la biología moderna y se les presenta a los estudiantes como una disciplina con aplicación en la medicina, agricultura, ciencia forense y en la industria farmacéutica, sin embargo, se considera difícil de enseñar y aprender, al presentar dificultades para que los alumnos entiendan procesos y conceptos, sobre todo, a nivel molecular (genética molecular), debido al énfasis que se hace en detalles minuciosos y conceptos abstractos como las funciones del DNA y RNA, los procesos de replicación, transcripción y traducción y sus relaciones entre si (Rotbain, *et al.* 2006).

Se partió de la suposición de que los grupos control y tratamiento fueran iguales antes de la aplicación de estrategias para el desarrollo del contenido de mutaciones y se esperó un cambio que se tradujera en un aumento del porcentaje de respuestas correctas, con respecto al pretest de manera general, para ambos grupos; lo cual si ocurrió en el grupo tratamiento a excepción de la pregunta 1 en donde el respaldo de las estrategias empleadas para el concepto de mutaciones espontáneas no fue suficiente.

En el grupo control, los cambios favorables y significativos sólo fueron observados en las preguntas 4 y 8.

Respecto a la evaluación de las preguntas abiertas, de manera general los alumnos del **grupo control** mostraron persistencia en considerar que los organismos mutan como respuesta a una necesidad de adaptación para poder sobrevivir, como ya lo mencionaban Jensen y Finley, 1995 y Banet y Ayuso, 2003; sin embargo, lograron identificar que las mutaciones ocurren en el DNA, pero sin relacionar que a ese mismo nivel ocurre el efecto de los factores mutagénicos y reconocieron que no todas las mutaciones son heredables.

En el **grupo tratamiento** se observaron los siguientes cambios conceptuales: lograron identificar una interacción entre el genoma de los organismos y los factores ambientales, reconocieron la existencia de las mutaciones a nivel de DNA con efectos diversos en el fenotipo de los organismos, modificaron su concepción inicial de que las mutaciones en su mayoría son dañinas y conllevan transformaciones visibles como ya lo mencionaron Cho *et al.* 1985; Albadejo y Lucas, 1988. A pesar de que persistieron en identificar a las radiaciones en general, como los mutágenos principales (Gallegos, *et al.* 2004), sí lograron relacionar el efecto de las mismas con alteraciones en el material genético y algunos

profundizaron en el tema, al argumentar que las mutaciones pueden generar cambios en la transcripción y traducción del mensaje genético.

Lograron distinguir que existen diferentes tipos de mutaciones y que sólo algunas son heredables a la descendencia si se encuentran en las células sexuales de los padres, es decir, a través de la herencia, no sólo se transmiten y conservan las semejanzas, sino también las diferencias (Jiménez, *et al.* 2003).

Por otra parte, a través del uso de modelos como el de la fábrica de proteínas, el manejo de moscas del vinagre y el de jerarquización principalmente, se buscó simplificar el concepto de mutación y concretar situaciones abstractas de procesos biológicos como síntesis de proteínas y expresión fenotípica de las mutaciones (Rotbain, *et al.* 2006).

El recurso del análisis de lectura, favoreció el uso de estrategias de elaboración y de organización. En el primer caso, supuso básicamente la integración y relación de la nueva información a aprender con los conocimientos previos mientras que las segundas, facilitaron la reorganización constructiva de la información a aprender, al organizar el contenido e ir descubriendo y construyendo significados para encontrarle sentido a la información.

En el grupo control no hubo mejoría en las respuestas referentes al concepto de mutación y factores que las inducen, de acuerdo con los resultados del postest.

Las estrategias como las propuestas en este trabajo, demostraron ser funcionales para la enseñanza aprendizaje del concepto de mutación, sus características, tipos de mutaciones, factores mutagénicos y su importancia en la evolución, al observarse un aumento del porcentaje de las respuestas correctas, en siete de las ocho preguntas del postest. En específico, reforzaron el que las mutaciones son provocadas por múltiples causas y que sus repercusiones están en función no sólo de los genes sino de los factores ambientales y el tiempo, lo que se traduce en la diversidad biológica y la evolución.

Las estrategias aplicadas en el grupo tratamiento, representan metodologías alternativas de trabajo para los profesores, que respaldan y facilitan la enseñanza aprendizaje del concepto de mutación, al considerar el nivel intelectual de los alumnos bachilleres y la realidad de su entorno. El collage de diversos grupos humanos y razas de perros representan ejemplos cotidianos, las aberraciones cromosómicas humanas constituyen parte de su entorno social, las mutaciones en organismos como las moscas del vinagre despertó su interés por conocer

más del tema y les permite visualizar el hecho de que no todas las mutaciones comprometen la calidad de vida de los organismos.

El manejo de la estrategia de la expresión génica de las mutaciones en los diferentes niveles de organización, permite al alumno asociar a través de imágenes lo abstracto de la teoría en ejemplos concretos en distintas jerarquías biológicas, por ello, el uso de modelos en la enseñanza-aprendizaje de procesos que ocurren a nivel molecular, son de gran utilidad, pues la mayoría, no se pueden observar directamente o bien, se requiere de tecnología especializada y costosa.

El modelo de la práctica de “La fábrica de proteínas y sus errores de producción” sirvió de “puente” para que los alumnos pudieran acceder al conocimiento de cómo ocurren las mutaciones a nivel de nucleótidos y sus diversos efectos, es decir, se hizo uso de ciertas analogías para relacionarlas con la realidad, procurando una transferencia del conocimiento, por comparación de una situación a otra, al ofrecer a los alumnos la descripción de cómo es que ocurre el fenómeno.

En general las diferentes estrategias aplicadas en el grupo tratamiento proporcionaron una gran cantidad de elementos teórico-prácticos, para que el alumno construyera el concepto de mutación, apegado a la concepción científica.

Las personas construimos el conocimiento a partir de nuestras propias acciones y nadie puede substituirnos en esa actividad, por lo que todas las actividades se basaron principalmente en la participación de los alumnos guiándolos y monitoreándolos en todo momento, para que asumieran la dirección de su aprendizaje.

Como maestros nos corresponde la responsabilidad de la elección de los materiales y recursos, su presentación y aplicación, y habrán de estar dirigidas a inducir la construcción del aprendizaje del conocimiento científico.

Los tiempos propuestos para las diferentes actividades, así como los materiales y recursos son flexibles y viables en costos, espacios y tiempos, además de acordes a los propósitos y objetivos propuestos por los programas de biología de bachillerato.

No existe una pedagogía que por sí sola dé una respuesta generalizada, que se traduzca en una prescripción didáctica de validez universal, sin embargo, son múltiples intentos de mejorar la calidad de la educación.

El uso del modelo de enseñanza inductivo y de contrastación de modelos empleados en el desarrollo de las diferentes actividades que integraron las estrategias propuestas, habilitó a los alumnos en el análisis de ejemplos para la identificación de patrones que los condujeron a la construcción de su propio conocimiento sobre mutación, mediante la observación, descripción y comparación entre las diversas actividades realizadas para generalizar sobre lo aprendido y aplicarlo a situaciones diferentes en las cuales se consolidó el conocimiento nuevo.

Así mismo, indagar, contra-argumentar, explicar e integrar jerárquicamente, les permitió entender, que para comprender la naturaleza no se puede poseer sólo un tipo de visión, por lo que los conceptos no deben considerarse como un fin en la enseñanza sino como un medio para que los alumnos construyan su conocimiento.

En sus evaluaciones sobre las sesiones de clase, los alumnos coincidieron en que los recursos les gustaron, les parecieron novedosos y contribuyeron a facilitar su aprendizaje.

8. RECOMENDACIONES

- a)** Proporcionar facilidades en los planteles de bachillerato para la validación y operatividad de estrategias didácticas que habrán de repercutir en una mejor calidad de enseñanza-aprendizaje.
- b)** Realizar una evaluación permanentemente abierta a la crítica y reestructuración, para la planificación y diseño de estrategias de todos los contenidos programáticos de las diferentes asignaturas del área de biología.
- c)** Integrar grupos colegiados e interdisciplinarios para compartir experiencias docentes.
- d)** Iniciar en el bachillerato proyectos de investigación educativa que conjunten la parte disciplinar con la psicopedagógica.

9. REFERENCIAS

- Akker, van der, (1998). The science Curriculo: *Between Ideals and Outcomes*. En B.J. Fraser & K.G. Tobin (Eds.), International Handbook of Science Education, (pp. 421-447). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Albadejo, C. y Lucas, A.M. (1988). Pupils' meaning for "mutation". *Journal of Biological Education*, 22 (3), 215-219.
- Andrés, J. M., 2000. **La evaluación educativa, su práctica y otras metáforas**. Ice-Horsori. Barcelona, España. 266pp.
- Ary, D., Jacobs, L. Ch. y Razavieh, A. 1990. **Introducción a la Investigación Pedagógica**. 2ª edición. Mc Graw-Hill. México.
- Audesirk, T y Audesirk, G. (2003). **Biología la Vida en la Tierra**. 6a Edición. Prentice Hall. México.
- Ausubel, D. (1981) **Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo**, Trillas, México.
- Ayuso, G.E. y Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*. 20 (1), 133-157.
- Banet, E. y Ayuso, G.E. 1995. Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), 137-153.
- Banet, E. y Ayuso, G.E. 2003. "Teaching of biological inheritance and evolution of living beings in secondary school". *International Journal of Science Education*. Vol. 25. N° 3, 373-407.
- Bazán, L. J de J. y García, C. T. 2001. Educación media superior. Aportes. Vol. I. Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM. 269 pp.
- Brookes, M. 1999. **Qué sabes de genética**. 1ª edición. Ediciones B, S.A. México. pp. 192.
- Buendía, E. L., Colás, B. P. y Hernández, P. F. 1998. **Métodos de Investigación en Psicopedagogía**. Mc Graw Hill. México. 343 pp.
- Campanario, J.M. y Otero J.C. 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. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2): 161-169.

- Campbell, D. T. y Stanley, J. C. 1978. **Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social**. Argentina. 158 pp.
- Carlos Jesús, G. 2003/1. **Manual para Evaluar los Aprendizajes Escolares. Programa de Material Didáctico**. Facultad de Psicología, UNAM.
- Carranza, M.L. y Celaya, G. 2003. Una estrategia para favorecer la comprensión y el aprendizaje en las ciencias morfológicas: presentaciones en Power Point. *RELIEVE*, v. 9, n. 2: 139-159.
- Castaño, A. S. 1998. **La evaluación para apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje en Biología primer grado SEC y BS**. México. pp.88-102.
- Cho, H., Kahle, J. y Nordland, F. (1985). An investigation of highschool biology textbooks as sources of misconceptions and difficulties in genetics: Some suggestions for Teaching Genetics. *Science Education*, 69 (5), 707-719.
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I., y Zabala, A. (2000). **El constructivismo en el aula**. Graó. 12ª Edición. Barcelona, España.
- Coll, C. Pozo, J.I. Sarabia, B. 1992. **Los Contenidos en la Reforma**. Aula XXI. Santillana. España, Madrid.
- Curtis, H. y Barnes, N.S. 2000. **Biología**. 6ª Edición. Editorial Médica Panamericana. México.
- Delval, J. (1994). **El Desarrollo humano**. Siglo Veintiuno editores. España.
- Díaz Barriga, A. F. y Hernández, R. G. (2002). **Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista**. Mc Graw Hill. México.
- Duit, R. (1991). Students conceptual frameworks consequences for learning science, en Glynn, S., Yeany, R. y Britton, B. (eds.). *The Psychology of Learning Science*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Eggen, P. D. y Kauchak, D. P. (2001). **Estrategias docentes**. Fondo de Cultura Económica. México. pp.493.

- Fensham, P. (2000). Providing suitable content in the “science for all” curriculum. En R. Millar, J. Leach & J. Osborne (Eds.). Improving science education (pp. 1147-1164). Buckingham U.K.: Open University Press.
- Gallego, A. M. A., Mayoral, M, M, V. y Muela, G. F. M. 2004. Los medios de comunicación social y la didáctica de la genética y la Biología molecular en E.S.O. Universidad de Jaén. 23071. Jaén, España.
- Gallegos, J. A. 1998. la secuenciación de los contenidos curriculares: principios fundamentales y Normas generales. *Revista de Educación*, núm. 315, 293-315.España.
- García, M.J.V. (1998). **Conceptos fundamentales de Currículum, Didáctica y Evaluación para Ciencias Políticas y Sociales. Antología.** Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. Sistema de Universidad Abierta. UNAM.
- Gardner, E.J., Simmons, M.J. y Snustad, D.P. 1998. **Principios de Genética.** 4ª Edición. Uteha. Noriega editores. México.
- Grady, V., Gribble, S. y Donovan, J.Griffiths, A.J.F. et al. 1997.**Genética.** 5ª edición. Mc Graww-Hill interamericana de España S.A. México.
- Hodson, D. 2005. Teaching and learning chemistry in the laboratory: A critical look at the research. *Educación Química* 16 (1): 60-68.
- Houssaye, J. 2003. **Cuestiones Pedagógicas.** Enciclopedia histórica. Ed. Siglo veintiuno editores, México. 493 pp.
- Jensen, M. S. y Finley, F.N. 1995. Teaching evolution using a historical arguments in a conceptual change strategy. *Science Education*, 79 (2), 147-166.
- Jiménez, A.M.P.1991. Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las ciencias*, 9 (3), 248-256.
- Jiménez, A.M.P. *et al.* 2003. **Enseñar Ciencias.** Serie Didáctica de las ciencias experimentales. Editorial Graó. Barcelona, España.
- Izquierdo, A. M. 2005. hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 111-122.
- Lyons, N. comp. 2003. **El uso del portafolios. Propuesta para un nuevo profesionalismo docente.** Amorrortu editores. Buenos Aires, Madrid. 351 pp.

- Méndez, J. 1997. Dimensiones asociadas con el papel de la imagen en material didáctico. *Perfiles Educativos*, núm. 75, vol. XIX: 54-63.
- Morán, O. P. 2004. Reflexiones sobre una docencia en forma de investigación en la Universidad. Área: Educación y Sociedad. Centro de Estudios sobre la Universidad. UNAM.
- Morán, O. P. 2007. Hacia una docencia y evaluación cualitativa en el espacio del aula. *Revista Reencuentro*. Análisis de problemas universitarios. UAM Xochimilco. México.
- Novack, J.D. 1988. “Constructivismo Humano: Un consenso emergente”. Investigación y Experiencias Didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 213-223.
- Palacios, J, Marchesi, A y Coll, C. (2002). **Desarrollo Psicológico y Educación**. Alianza editorial. Madrid, España.
- Perales, P. F. J. 2006. Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (1), 13-30.
- Pozo, G.I. y Gómez Crespo, M.A.2000. **Aprender y Enseñar Ciencia**. 3ª Edición. Morata. Madrid.
- Precee, P. (1984). Intuitive science: learned or triggered?. *European Journal of Science Education*, pp. 7-10.
- Pró, M. 2003. **Aprender con imágenes. Incidencia y uso de la imagen en las estrategias de aprendizaje**. Paidós. México. pp 23-32, 185-194.
- Rotbain, Y., Marbach, G. A. y Stovy, R. 2006. “Effect of bead and illustrations models on High School students achievement in molecular Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 43 N°5.
- Ruiz, C. et al.(2005). Construcción de mapas a partir del cuestionario INPECIP. Aplicación al estudio de la evolución de las concepciones de una profesora de secundaria 1993-2002. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (2).
- Sarda y Sanmarti. “Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias”. *Enseñanza de las Ciencias*, 2000, 18(3), 405-422.
- Stansfield, W.D. 1992. **Genética**. Mc Graw-Hill. México. 574 pp.
- Universidad Nacional Autónoma de México. Escuela Nacional Preparatoria. **Programas de Estudio de las Asignaturas Biología IV y V**. 1996.

- Universidad Nacional Autónoma de México. **Proyecto de Creación. Programa de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior.**2003.
- Venville, Gribble y Donovan. “An exploration of young children’s understandings of genetics concepts from ontological and epistemological perspectives”. *Learning*. May 2005.
- Wood, R.C., Lewis, J. y Driver, R. (1998). Genética y formación científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), pp. 43-61.
- www.ideasprevias.cinstrum.unam.mx
- <http://www.posgrado.unam.mx/madems/index.html>
DOC. 1 Planeación Docente, Comunicación y uso de Medios.
- [http://investigación.ilce.edu.mx/dice\(cursos/DocenciaComunicacion/contenidos/4planeacio](http://investigación.ilce.edu.mx/dice(cursos/DocenciaComunicacion/contenidos/4planeacio) 1. . .

10. ANEXOS

Anexo 1: Pretest- Postest

Collage de perros de diferentes razas.

⇒ ¿Qué observas en el collage?

⇒ ¿A qué crees que se debe lo que observas?



Anexo 1: Pretest-Postest

Biól. Hilda Claudia Morales Cortés.

Este es un cuestionario diagnóstico. Te agradeceremos que respondas a las siguientes preguntas. El resultado obtenido, carece de valor en tu calificación escolar.

Asignatura _____ Fecha _____

Sexo _____ Edad _____ Grupo _____

¿Haz estudiado el tema de mutaciones en algún curso previo?

Si _____ No _____ No me acuerdo _____

Instrucciones: Subraya el inciso de la respuesta correcta.

1. El enunciado las mutaciones ocurren espontáneamente, implica qué:
 - a) son eventos evolutivos.
 - b) son eventos frecuentes.
 - c) son eventos con un fin adaptativo.
 - d) son eventos sin un fin determinado.
2. ¿En cuál de las siguientes células de un mismo individuo, encontramos información genética distinta?
 - a) neurona.
 - b) célula epitelial.
 - c) espermatozoide.
 - d) célula de estómago.
3. Si las radiaciones ultravioleta provocan una mutación en el brazo de una persona, lo más probable es que sus futuros hijos:
 - a) hereden la mutación en cualquier parte del cuerpo.
 - b) hereden cualquier otra mutación.
 - c) hereden la mutación en el brazo.
 - d) no hereden la mutación.
4. El síndrome de Down implica una alteración en:
 - a) las gónadas.
 - b) la secuencia de un gen.
 - c) la secuencia de aminoácidos
 - d) el número de cromosomas.

5. ¿Qué nombre recibe cualquier modificación en una secuencia de nucleótidos?
- a) mutación.
 - b) clonación.
 - c) adaptación.
 - d) variabilidad.
6. El síndrome Klinefelter se debe a la presencia de un cromosoma sexual extra en ciertos hombres y se expresa como:
- a) 45, X0
 - b) 46, XX
 - c) 47, XXX
 - d) 47, XXY
7. Cierta tipo de virus como los oncogenes inductores de cáncer se consideran mutágenos biológicos porque:
- a) Contagian a varias células.
 - b) Cuando infectan a la célula la enferman.
 - c) Modifican el material genético de la célula.
 - d) Se reproducen aceleradamente dentro de la célula.
8. El color silvestre de los ojos de la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*) es rojo, un color de ojos diferente es una mutación. ¿Cómo interpretarías esto?
- a) Los organismos mutan para adaptarse.
 - b) Las mutaciones son visibles en los organismos
 - c) Las mutaciones son nocivas para los organismos.
 - d) Ciertas mutaciones no afectan la vida del organismo.

Instrucciones: Contesta las siguientes preguntas y argumenta tu respuesta.

1. ¿Consideras que las mutaciones provocan adaptación en los organismos que las presentan? ¿Por qué?

2. Explica en qué parte de los organismos se dan las mutaciones. ¿Por qué?

3. Cita un ejemplo de un factor que produzca mutaciones en los organismos, explicando cómo te imaginas que sucede.
4. ¿Consideras que todas las mutaciones se heredan a los hijos? ¿Por qué?

Anexo 2: Cronograma de actividades de Práctica Docente III. Semestre 2007-1.

Septiembre 2006.

Elaboró: Biól. Hilda Claudia Morales Cortés.

Escuela Nacional Preparatoria. Biología IV.

Unidad III: Procesos para la continuidad de la vida.

Tema: Alteraciones genéticas.

Subtemas: Cambios en el material genético, Aberraciones cromosómicas.

Semana	Fecha	Materiales y Recursos	Tema y actividades en clase	Tareas a casa	Producto de la sesión y características
S4 a S6	6, 8, 12 y 14 de Sep. 2006.		<ul style="list-style-type: none"> Interfamiliarización de la profesora MADEMS y el grupo de trabajo. 		
S6	Martes 19 Sep. 2006.	<ul style="list-style-type: none"> Pretest. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación de Pretest a grupos control y grupo experimental. 		<ul style="list-style-type: none"> Pretest
S8	Martes 3 Oct. 2006.		<ul style="list-style-type: none"> Presentación con el grupo. Entrega de cronograma a los alumnos y al profesor supervisor. Señalar objetivos de la dirección de clase. Indicar forma de evaluación. 	<ul style="list-style-type: none"> Leer el cronograma 	<ul style="list-style-type: none"> Familiarizarse con las actividades a desarrollar durante la dirección de clase de la profesora MADEMS.
S8	Miércoles 4 de Oct.	<ul style="list-style-type: none"> Acetato de grupos humanos. Acetato de bacterias y un protozooario ciliado. 22 recortes de imágenes enmicadas. 	<p>Tema: Ubicación espacio temporal de la expresión génica de las mutaciones en los diferentes niveles de organización, desde lo macro a lo micro y hasta el nivel molecular.</p> <ul style="list-style-type: none"> Señalar objetivos Identificación de ideas previas a través de 2 preguntas generadoras sobre acetato de grupos humanos. Integración de equipos de trabajo (6 alumnos). Organización de imágenes enmicadas por niveles de organización sobre la 	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> Registro de ideas previas por escrito para portafolios individual, previas y posteriores a la actividad. Registro por escrito de la jerarquización obtenida por equipos para integrar a portafolios.

			<p>expresión génica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de resultados sobre el orden jerárquico obtenidos en los equipos. • Ubicación de organismos unicelulares (bacterias y protozooario) en los niveles de organización. • Retomar ideas previas y confrontarlas con conocimientos construidos después de la actividad. • Argumentación sobre el cumplimiento de los objetivos y aprendizaje alcanzado. 		
S8	Jueves 5 de Oct.	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura Ensayo ¿Qué sabes de las mutaciones ? • Letreros de los conceptos principales de la lectura en foamy. 	<p>Tema: Características de las mutaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Señalar objetivos. • Detección de ideas previas a través de preguntas generadoras. • Por equipos de 6 alumnos, identificación de conceptos principales y listado por escrito de los mismos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Por equipos, construir un mapa conceptual con el listado de conceptos extraídos de la lectura y traerlo escrito con marcador en un pliego de papel bond. 	<ul style="list-style-type: none"> • Listado de conceptos principales extraídos de la lectura. • Mapa conceptual por equipo en papel bond • Integración de mapas al portafolios.
S9	Martes 10 de Oct.	<ul style="list-style-type: none"> • Letreros de conceptos principales de la lectura anterior en foamy. 	<p>Tema: Continúa tema de características de las mutaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contrastación de mapas conceptuales de los equipos. • Construcción de mapa conceptual grupal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Leer el impreso de la práctica "La fábrica de proteínas y los errores de producción" • Contestar el 	<ul style="list-style-type: none"> • Comparación de mapas conceptuales de los equipos. • Construcción de Mapa conceptual grupal en el pizarrón con los letreros de los conceptos principales de la lectura ¿Qué sabes de las mutaciones? • Integración de mapas al portafolios.

				<p>cuestionario de investigación de la práctica, utilizando bibliografía sugerida al final del cronograma.</p>	
S9	Miércoles 11 de Oct.	<ul style="list-style-type: none"> Práctica "La fábrica de proteínas y los errores de producción" Modelo en foamy de la secuencia de aminoácidos de la cadena Beta de hemoglobina. 	<p>Tema: Mutaciones génicas (a nivel de nucleótidos) y sus efectos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Señalar objetivos. Identificación de diferentes tipos de mutaciones y sus efectos en la expresión de la proteína hemoglobina. 	Ninguna.	<ul style="list-style-type: none"> Reporte por equipo de la práctica para integrar a portafolios.
S9	Jueves 12 De Oct.	<ul style="list-style-type: none"> Impreso de la Práctica ¿Qué onda con las moscas? 	<p>Tema: Continúa el tema de Mutaciones génicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> Comentar el análisis de las actividades de la sesión anterior y ligar a la práctica de mutaciones génicas ¿Qué onda con las moscas? Entrega y Lectura de la práctica ¿Qué onda con las moscas? Contestar el Cuestionario-Introducción. 	<ul style="list-style-type: none"> Repasar el desarrollo de la práctica. Traer el material para la práctica de ¿Qué onda con las moscas? 	<ul style="list-style-type: none"> Cuestionario-Introducción contestado y familiarizarse con el desarrollo de la práctica para ahorrar tiempo.
S10	Martes 17 de Oct.	<ul style="list-style-type: none"> Práctica ¿Qué onda con las moscas? Kits de moscas silvestres y mutantes. 	<p>Tema: Mutaciones en moscas <i>Drosophila melanogaster</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> Señalar objetivos. Observación comparativa de las características fenotípicas silvestres y mutantes de moscas <i>Drosophila</i> 		<ul style="list-style-type: none"> Reporte de la práctica por equipo para integrar a portafolios.

S10	Miércoles 18 de Oct.	<p>-Lectura sobre Aberraciones cromosómicas.</p> <p>-Acetatos de aberraciones cromosómicas en humanos.</p> <p>-Recortes de diferentes cariotipos para investigar tipo de aberración cromosómica y sus características.</p>	<p>melanogaster.</p> <p>Tema: Aberraciones cromosómicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preguntas generadoras para identificación de ideas previas. • Identificación de conceptos principales de la lectura para el llenado del cuadro comparativo de aberraciones cromosómicas. • Relacionar información de la lectura y asociarla a imágenes de ejemplos de aberraciones cromosómicas en humanos. • Contrastación de ideas previas con conocimientos construidos. • Entrega de un cariotipo recortado por equipos con una aberración cromosómica para que por comparación con un cariotipo normal identifiquen sus características. 	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> • Cuadro comparativo de la lectura. • Identificación de cariotipos sobre aberraciones cromosómicas y sus características. • Integración de materiales al portafolios.
S10	Jueves 19 de Oct.	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura “El papel de la mutaciones en la evolución” 	<p>Tema: Importancia de las mutaciones en la evolución.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico de ideas previas. • Señalar objetivos. • Realización de lectura. • Identificación de conceptos principales. • Contestar el cuestionario de la lectura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer un listado de los conceptos principales identificados en la lectura. • En un acetato construir un mapa conceptual con los conceptos del listado para presentar 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario por equipos para integrar a portafolios.

				ante el grupo la próxima clase.	
S11	Martes 24 de Oct.	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura “El papel de las mutaciones en la evolución” • Letreros de los conceptos principales de la lectura. • Acetatos en blanco y plumones para acetatos de colores. 	<p>Tema: Continúa el tema: Importancia de las mutaciones en la evolución.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anotar el listado de conceptos principales en el pizarrón. • Cada equipo, explicar el acetato de su mapa conceptual. • Con los letreros en foamy construir grupalmente un mapa conceptual en el pizarrón a manera de conclusión. • Retomar ideas previas y contrastar con conocimientos adquiridos. • Argumentar sobre el cumplimiento de los objetivos. 	Ninguna.	<ul style="list-style-type: none"> • Acetatos de mapas conceptuales de los equipos para integrar a portafolios.
S11	Miércoles 25 de Oct.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación del desempeño de la profesora MADEMS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de evaluación docente. • Comentarios finales y agradecimientos. 		<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación docente para integrar a Informe Final de la Práctica Docente III.
S11	Jueves 26 de Oct.		<ul style="list-style-type: none"> • Entrega de evaluaciones sumativas a los alumnos y al profesor Supervisor. 		<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación final de los alumnos.
S15	Martes 21 de Nov.	<ul style="list-style-type: none"> • Postest. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de Postest. 		<ul style="list-style-type: none"> • Postest.

Bibliografía sugerida:

- Audesirk, T. y Audesirk, G. 2003. Biología. La vida en la Tierra. Prentice Hall. 6ª Edición. México.
- Curtis, H. et al. 2000. Biología. 6ª Edición. Panamericana. México.
- Griffiths, A.J. et al. 1995. Genética. 5a. Edición. Mc Graw Hill Interamericana. México.
- Stansfield, W. D. 1992. Genética. Mc Graw-Hill. México. 574 pp.

-Gardner, E. J., Simmons, M. J. y Snustad, D. P. 1998. Principios de Genética. 4ª. Edición. Uteha Noriega

Editores. México.

Anexo 3: Bitácora de clases

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Maestría en Docencia para la Educación Media Superior

Escuela Nacional Preparatoria y Colegio de Ciencias y Humanidades

Práctica Docente

BITÁCORA DE CLASES

Nombre del alumno: **Hilda Claudia Morales Cortés.**

Clave: 64935.

Materia: Práctica Docente III.

Octubre 2006.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN

Nombre del alumno: Hilda Claudia Morales Cortés.

Número de cuenta: 74192834.

Semestre: 2006-2

Domicilio del alumno: Sasso Ferrato N° 10. Col. Alfonso XIII C.P. 01460
Delegación Álvaro Obregón.

Plantel de Adscripción: Escuela Nacional Preparatoria N° 8 “Miguel E. Schulz”.

E mail: rinhovet@prodigy.net.mx

Profesor de la Práctica Docente: Carmen L. Martínez Parra.

Supervisor de la Práctica Docente: Ana María Ramos Velázquez.

E-mail:

Nombre y dirección de la Institución donde se realizó la Práctica Docente: Escuela
Nacional Preparatoria N° 8 “Miguel E. Schulz”.

Dirección: Dr Francisco P. Miranda S/N°, Col Merced Gómez, Mixcoac. Delegación
Álvaro Obregón.

Tutor de tesis: Dra. Patricia Ramos Morales.

E-mail: prm@hp.fciencias.unam.mx

Tema de tesis: Estrategias didácticas para la enseñanza aprendizaje del concepto de
mutación en el bachillerato.

Tema asignado para realizar la práctica docente: Cambios en el material genético,
características de las mutaciones, aberraciones cromosómicas.

DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE PRÁCTICAS

DATOS DE LA ASIGNATURA

Asignatura:

Año escolar:

Objetivo general:

Objetivos específicos:

DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN ESCOLAR

Fecha:

Hora de inicio:

Hora de término:

Actividad planeada	Actividad realizada
Presentación del trabajo del día y forma de trabajo:	
Exposición de un tema completo:	
Empleo de material didáctico específico:	
Uso de estrategias didácticas:	
Técnicas o estrategias para propiciar el trabajo en equipo:	
Demostración de un procedimiento experimental o teórico: No	
Desarrollo de una actividad experimental:	
Aclaración de dudas:	
Manejo de alumnos con dificultades de aprendizaje:	
Evaluación:	

Anexo 4: Evaluación del docente por los alumnos

EVALUACIÓN DEL DOCENTE POR LOS ALUMNOS

Escuela _____ Plantel _____

Asignatura _____ Fecha _____

Tema _____

Profesor supervisor _____

Profesor Practicante _____

Instrucciones: Marca una sola opción para cada pregunta respecto al desempeño del profesor practicante.

PREGUNTA	SI	NO
EN RELACIÓN A LA DISCIPLINA Y AMBIENTE EN CLASE, EL PROFESOR:		
1.- ¿Mantiene la disciplina en clase?		
2.- ¿Tiene un trato cordial y comprensivo con los alumnos?		
3.- ¿Favorece el diálogo con los alumnos?		
4.- ¿Respeto a los alumnos?		
EN RELACIÓN A LA CAPACIDAD DIDÁCTICA EL PROFESOR:		
5.- ¿Utiliza material didáctico de apoyo?		
6.- ¿Suple con habilidad la carencia de material de apoyo?		
7.- ¿Evidencia el conocimiento de la materia?		
8.- ¿Tiene habilidad para expresarse?		
9.- ¿Presenta capacidad para organizar la clase?		
10.- ¿Presentó objetivos del tema y su importancia?		
11.- ¿Sus explicaciones fueron claras?		
12.- ¿Indicó la forma de evaluación?		
13.- ¿Aplicó algún instrumento de evaluación?		
14.- ¿Te pareció novedosa la actuación del profesor?		
EN RELACIÓN A LA CAPACIDAD DEL PROFESIONAL DE LA ENSEÑANZA DEL PROFESOR:		
15.- ¿Llegó puntualmente?		
16.- ¿Es entusiasta?		
17.- ¿Demuestra interés por su trabajo?		
18.- ¿Se esfuerza y muestra responsabilidad por su trabajo?		
19.- ¿Relaciona los temas de clase con tu vida cotidiana?		
20.- ¿Atiende y contesta tus dudas?		

CUALIDADES PERSONALES DEL PROFESOR:		
21.- ¿Muestra Seguridad en si mismo?		
22.- ¿Es sociable, abierto a la comunicación?		

Observaciones: _____

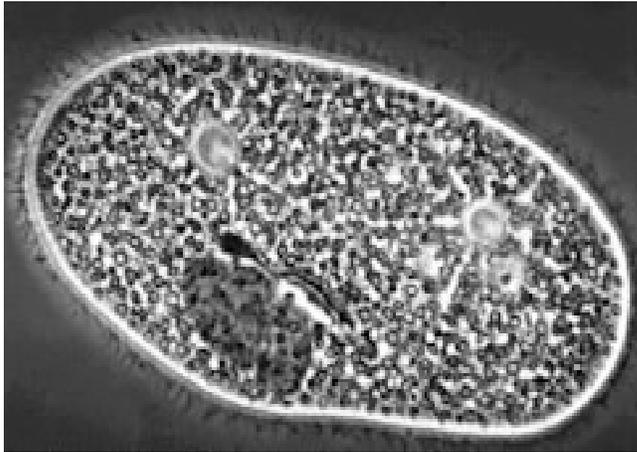
Por tus respuestas sinceras, gracias.

Anexo 5: Collage de grupos humanos

Collage de grupos humanos

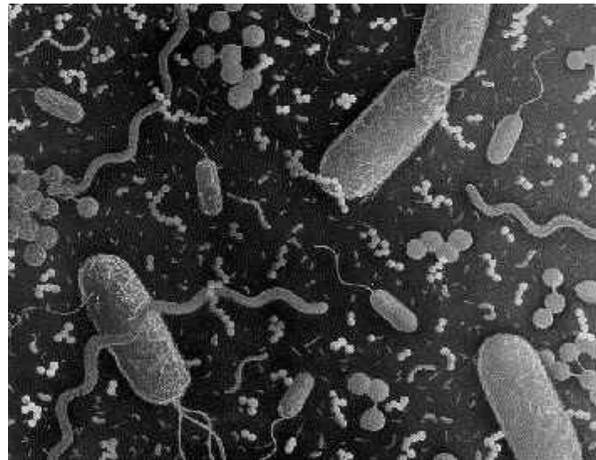


Anexo 6: Protozooario y bacterias

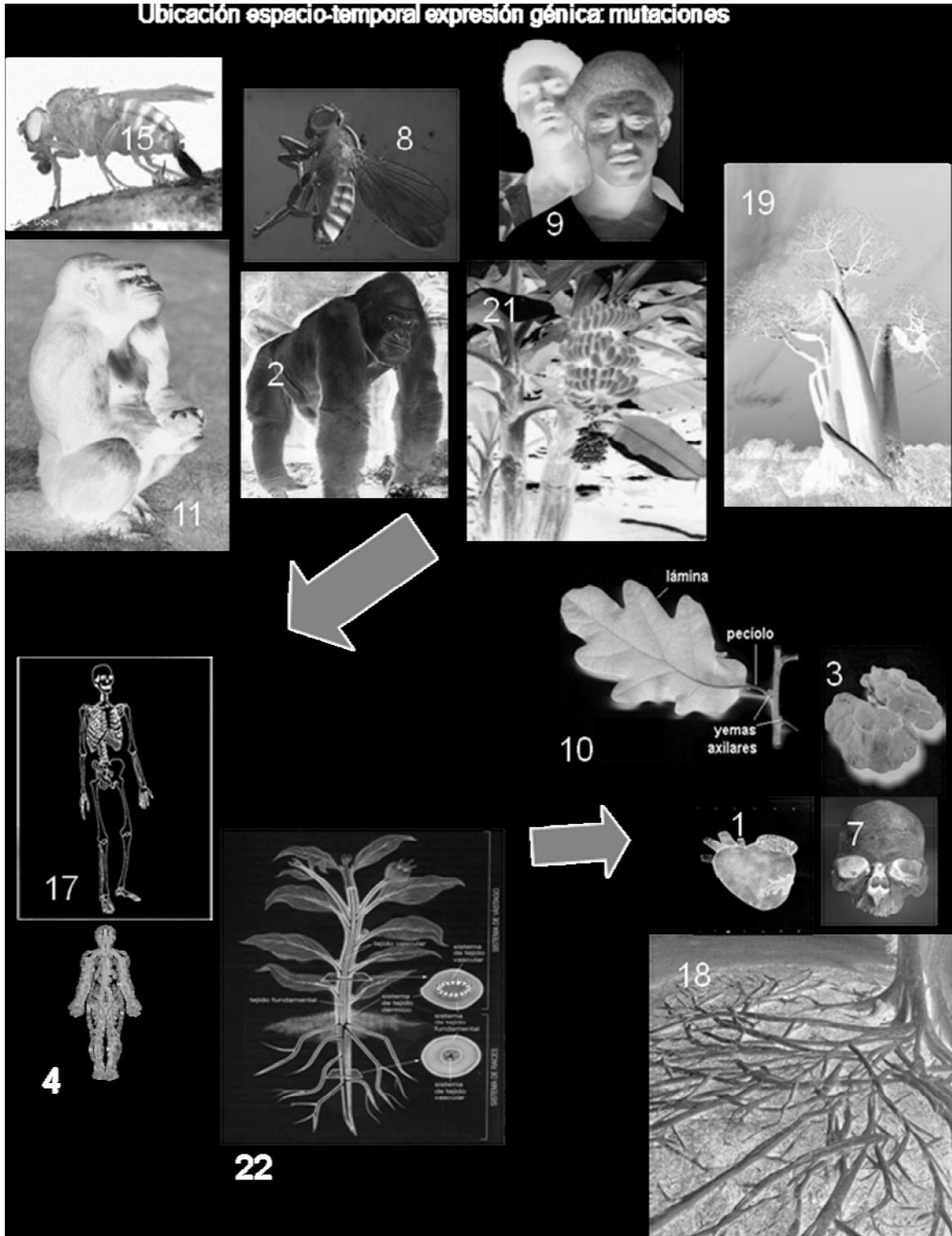


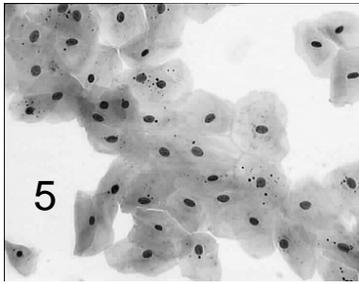
Protozooario ciliado

bacterias

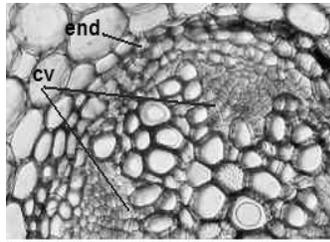


Anexo7: Ubicación espacio-temporal expresión génica de las mutaciones



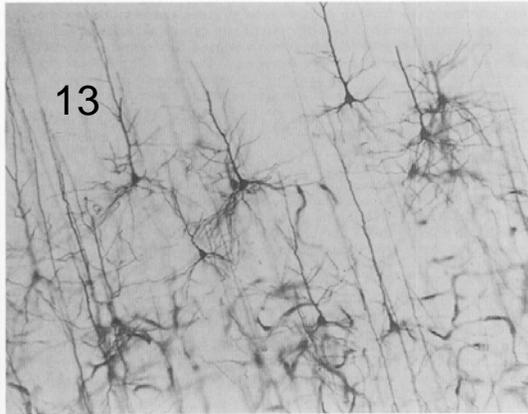


5



20

Fig. 9 - Corte transv. da raiz de *Ranunculus*.



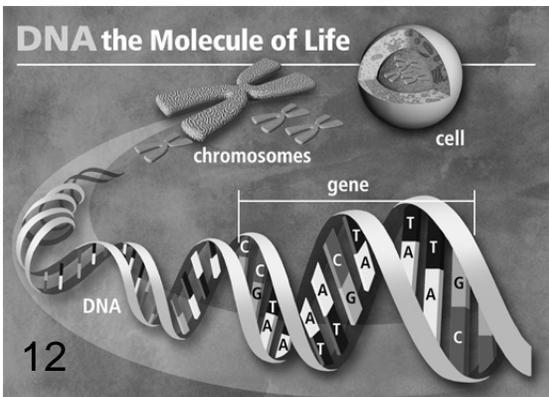
13

Figura 2-3. Neuronas teñidas con la tinción de Golgi. (De Hubel, 1988, pág. 126.)

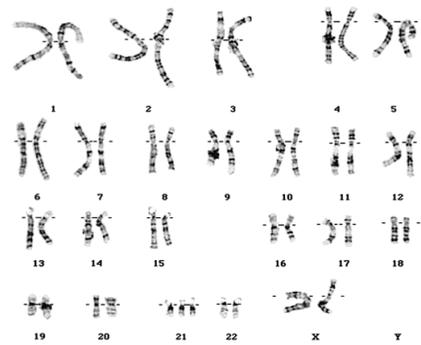


23

16



12



6

Anexo 8: ¿Qué sabes de las mutaciones?

De la siguiente lectura, subraya la información que contenga los conceptos e ideas principales.

ENSAYO: ¿QUÉ SABES DE LAS MUTACIONES?

Hilda Claudia Morales Cortés.

En la actualidad, es común escuchar el uso de términos científicos en los medios de comunicación televisivos, en el cine, en todo tipo de publicaciones, en el internet, al platicar con nuestros amigos, etcétera.

Nos resulta cotidiano escuchar términos como gen, genoma, clonación, ADN, mutantes, mutágenos y mutación, por citar algunos.

Hoy en día la Genética es un área en auge a la que se le achacan todos los males, “los genes son los culpables de todo”, ellos determinan nuestra inteligencia, el gusto por cierto tipo de vestimenta, las enfermedades que presentamos, nuestras inclinaciones artísticas, y otras cosas más. Pero, ¿qué hay de cierto en ello?. Si bien la genética nos permite entender cómo se heredan las características de los padres a los hijos y la variabilidad entre los organismos, apenas estamos comenzando y falta mucho por aprender.

Voy a referirme específicamente al **término mutación**, concepto que es manejado en tal forma, que los organismos mutantes resultan extraordinarios y con supercualidades o superdefectos que los hacen diferentes al resto. ¿Viste las películas de los X Men, Hulk o Spider Man?

Los genes son porciones de ADN que se localizan en un lugar específico del cromosoma llamado **locus** y son la unidad de la herencia. Cuando determinan las características de los organismos, por lo general, lo hacen interactuando con otros factores como los ambientales e incluso con otros genes.

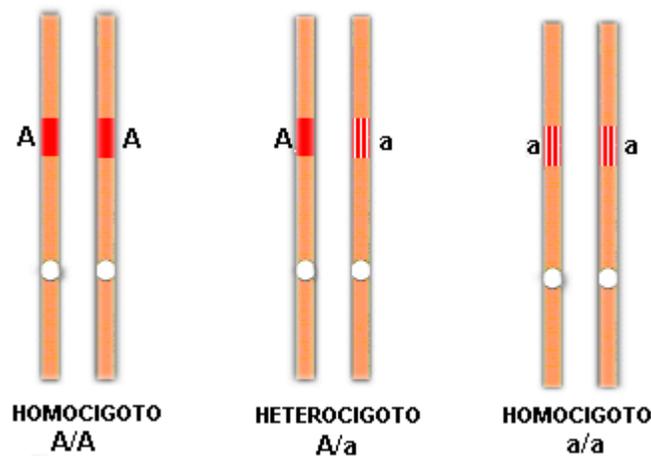
El camino que han recorrido los científicos del área de la genética desde Gregorio Mendel, pionero en los estudios sobre cómo se transmiten las características de los progenitores a sus descendientes (1865), a la fecha, ha sido largo pero contundente.

Resulta que el análisis genético, no hubiera sido posible, si entre los seres vivos no existieran organismos con variantes, es decir organismos “extraños” (término acuñado

por Hugo de Vries para referirse a organismos mutantes en 1905) que por lo tanto difieren de la mayoría. Estos organismos “extraños” es a lo que llamamos **mutantes** y al proceso biológico que lo provocó **mutación**.

Ahora preguntémonos ¿qué es una mutación? Iniciemos recordando que los genes, al igual que los cromosomas, se disponen en pares. Cada par de cromosomas contiene 2 copias de un gen, uno en cada cromosoma y a cada copia se le denomina **alelo**, los cuales, no siempre son copias exactas el uno del otro.

Cuando nos referimos a una mutación, hay coincidencia en que es el proceso por el que los genes cambian o se modifican en un organismo, de una forma alélica a otra, es decir, cuando una forma de un gen cambia, se convierte en una forma o **alelo** diferente. Como existen 2 copias de cada gen, si una funciona bien, consigue ocultar a su par modificado, pero si ambas formas están modificadas, entonces, producen una versión alterada que funciona diferente.



¿Cómo saber cuándo un alelo cambia?, para estudiar cualquier tipo de cambio, se requiere de una referencia fija y en genética se utiliza el prototipo denominado **alelo silvestre**, el cual corresponde a una característica encontrada en la naturaleza de manera común en los organismos a estudiar en una población, o bien se refiere a una forma que es utilizada frecuentemente en estudios en el laboratorio. Cualquier cambio que provoque una modificación respecto al alelo silvestre, es a lo que se le conoce como **mutación** y por el contrario, cualquier cambio que transforme un alelo mutante en el alelo silvestre, se le denomina **reversión**.

Continuemos, ¿qué es lo que provoca una mutación?, la respuesta más simple es, un **mutágeno**, pero, ¿qué es un mutágeno?. En un glosario de términos genéticos, encontraremos que es cualquier agente ambiental físico, químico o biológico, capaz de inducir mutaciones y que además es responsable de incrementar la tasa de mutación, que por lo general es baja en las poblaciones.

.Ejemplos de Mutágenos.

Físicos	Químicos	Biológicos
<ul style="list-style-type: none"> • Radiaciones atómicas • Rayos X • Rayos ultravioleta • Partículas radiactivas • Radiaciones cósmicas • Temperatura • Presión, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Medicamentos como el Metronidazol • Alcaloides • Pesticidas • Toxinas vegetales y animales • Conservadores de alimentos • Solventes químicos • Armas químicas • Contaminantes del agua, aire, suelo • Tintes para el pelo, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ciertos virus y bacterias y algunos protozoarios

Los factores físicos mutagénicos más conocidos, son las radiaciones como los rayos X, rayos gamma y rayos ultravioleta, los cambios térmicos drásticos, las descargas eléctricas, etc., mientras que entre los mutágenos químicos, están los pesticidas comúnmente utilizados en la agricultura y ganadería, las toxinas que producen ciertos hongos microscópicos que se encuentran en algunas gramíneas como el maíz, arroz, y trigo o en alimentos como los cacahuates, el agente naranja utilizado como arma química en la Guerra de Vietnam y que causó cáncer testicular. Por último, dentro de los mutágenos biológicos, se encuentran ciertos virus como los virus oncogénicos que inducen cáncer.

Pero volvamos a lo que es una mutación y sus características. Cuando la mutación génica ocurre en un solo gen, se le llama **mutación puntual o génica**, pero si abarca más genes o segmentos de cromosomas, cromosomas enteros e incluso, series enteras de cromosomas que sufren cambios, se le conoce como **aberración cromosómica**. En

el caso de la mutación cromosómica, el efecto se debe más bien a la nueva disposición de los cromosomas y de los genes que contienen, especialmente aquellas disposiciones que han sido producidas por ruptura del cromosoma, en donde la secuencia de genes se interrumpe y modifica, es decir, muta.

El término de mutante, se emplea para referirse a una célula u organismo que ha sufrido una variación en el **fenotipo** (características visibles de un organismo), la cual es atribuida a una mutación.

Las mutaciones pueden ocurrir en todas las células y las hay de dos tipos: **somáticas** y **germinales**. Sólo las mutaciones en la **línea germinal** (tejido germinal es aquél que da origen a las células sexuales o gametos) pueden transmitirse a la descendencia, mientras que las **mutaciones somáticas** (tejido somático es aquel a partir del cual se forman las células del cuerpo que no son gametos o células sexuales) no se heredan y suelen pasar la mayor parte, desapercibidas en los organismos adultos, sin embargo, cuando suceden durante la vida embrionaria, pueden tener graves consecuencias (recordemos que en las etapas tempranas del desarrollo embrionario, todas las células son somáticas e indiferenciadas).

¿Y qué sucede entonces con las **mutaciones germinales**?

Una mutación germinal es la que ocurre como acabamos de mencionar, en el tejido del cual se forman los óvulos y espermatozoides. Si las células sexuales que han mutado (mutantes) son seleccionadas y participan en la fecundación, la mutación entonces, se transmitirá a la siguiente generación.¹

Ahora bien, las mutaciones pueden ser inducidas o surgir espontáneamente (**mutaciones espontáneas**) en los organismos, **sin una causa conocida** y **NO, COMO RESPUESTA A UNA NECESIDAD DE SOBREVIVENCIA ANTE SITUACIONES ADVERSAS**. Si bien es cierto que las mutaciones en ocasiones pueden representar una ventaja para los seres vivos que las presentan, como por ejemplo, tener un color que les permita pasar desapercibidos a la vista de sus depredadores o desarrollar mayor velocidad para escapar de ellos, en la mayoría de los casos, presentar una mutación, coloca a los organismos en una situación de desventaja competitiva respecto a los demás de su especie. En otras ocasiones sin embargo, las

¹ Stansfield, 1987, Gardner, 1998, Griffiths, 1997, Curtis y Barnes 2000, Brookes, 1999.

mutaciones aunque presentes, no son importantes en su efecto en el organismo o bien, el efecto puede ser nulo.

Lo que si es importante remarcar, es el que **todos somos mutantes de alguna clase** y que **LAS MUTACIONES SON LA FUENTE DE ORIGEN DE LA VARIACIÓN GENÉTICA**. Sin variedad, no habría habido evolución, y difícilmente estaríamos aquí leyendo y hablando sobre mutaciones.

Glosario.

ADN: Ácido desoxirribonucleico, material del que están compuestos los genes y que lleva la información genética.

Alelo: Forma alternativa de un gen que se encuentra en un sitio fijo del cromosoma.

Célula germinal: Célula reproductora capaz de ser fertilizada cuando alcanza la madurez y reproducir o formar un organismo entero.

Célula somática: Célula componente del cuerpo que no sea sexual.

Cromosomas: Cuerpos que portan a los genes arreglados linealmente y que se observan al microscopio durante la división celular.

Fenotipo: Son las características visibles de un organismo.

Gen: Es la unidad de herencia, porción de ADN localizada en un lugar específico del cromosoma.

Genotipo: Es el total de genes que posee un organismo.

Mutación: Cambio del ADN a nivel de un gen o a nivel cromosómico.

Mutación espontánea: Son las que se presentan sin una causa conocida, por errores durante la duplicación del ADN.

Mutación inducida: Son las que resultan de la exposición de los organismos a mutágenos como la luz ultravioleta o productos químicos naturales y/o artificiales.

Mutágeno: Agente ambiental físico, químico o biológico, capaz de inducir mutaciones.

Mutante: Célula u organismo que muestra un cambio originado por una mutación.

Bibliografía:

- Audesirk, T y Audesirk, G. 2003. **Biología la Vida en la Tierra**. 6a Edición. Prentice Hall. México.
- Brookes, M. 1999. ¿Qué sabes de genética?. 1ª edición. México.
- Curtis, H. y Barnes, N.S. 2000. **Biología**.6ª Edición. Editorial Médica Panamericana. México.
- Gardner, E.J., Simmons, M.J. y Snustad, D.P. 1998. **Principios de Genética**. 4ª Edición. Uteha. Noriega editores. México.
- Stansfield, W.D. 1987. **Teoría y Problemas de Genética**. Mc Graw-Hill. México.

Ya vimos qué son las mutaciones, qué factores pueden provocarlas, a qué nivel se presentan y cómo es que sólo ciertos tipos de mutaciones son heredables de padres a hijos.

- Anota tus dudas para recordarlas y comentarlas con tus compañeros y tu profesor.
- Escribe en tu cuaderno las ideas principales, ¿qué información te dan?
- Forma un equipo de trabajo de no más de 6 integrantes.
- De forma grupal, se construirá un mapa conceptual en el pizarrón sobre la lectura, utilizando los letreros en foamy del pizarrón.

Anexo 9: La fábrica de proteínas y los errores de producción

“La fábrica de proteínas y los errores de producción”

Elaboró: Biól. Hilda Claudia Morales Cortés.

Objetivo:

- Que los alumnos distingan e identifiquen diferentes tipos de mutaciones y sus efectos durante la expresión génica.

Introducción:

Cuando escuchas o lees que los genes son los que determinan nuestras características biológicas, es cierto, sin embargo no son los genes como tales, sino sus productos codificados, **las proteínas**, quienes se encargan de llevar a cabo el trabajo en el organismo. Los genes son segmentos de la molécula de ADN y una unidad funcional de herencia que se transmite de padres a hijos.

En general, cada gen indica a las células cómo fabricar una proteína.

Las proteínas como la queratina de las uñas, del pelo, las escamas, los cuernos, las pezuñas, y los picos de las aves, la hemoglobina de la sangre, la insulina del páncreas, etc., están formadas por la unión de aminoácidos.

Para que se elabore o sintetice una proteína, se requiere que el ADN, dé el mensaje a través de su mensajero el ARN (ARN_m), para que éste mensaje se traduzca o interprete en un producto específico al que llamamos proteína.

Descifrar el mensaje, hace necesario traducir el **código genético (la clave con la que se leen las instrucciones genéticas de un organismo)**, el cual, esta formado por la combinación de 4 letras químicas que representan a las bases nitrogenadas: **A** (adenina), **T** (timina), **C** (citosina) y **G** (guanina) para el ADN y **A, C, G** y **U** (uracilo) para el ARN.

En la combinación de estas 4 letras, se escribe la información genética o el genoma de los organismos y es como una sopa de letras, en donde se encuentran palabras escondidas.

El código genético se descifra en grupos de 3 bases nitrogenadas llamadas **codones**. Todos los mensajes para la síntesis de cualquier proteína, inician con la secuencia **AUG**, que se traduce como metionina y terminan con las secuencias **UAA, UAG** o **UGA**, para indicar que el mensaje ha concluido, pues estas secuencias no codifican para ningún aminoácido.

A continuación te ejemplifico parte de lo que sería la **transcripción y la traducción**.

ADN:	GAG	CCT	
ARN _m :	<u>CUC</u> codón	<u>GGA</u> codón	Transcripción
	↓	↓	
Aminoácido:	Leucina	Glicina	Traducción

Cada codón determina a cada uno de los aminoácidos que habrán de unirse entre sí para formar la proteína en cuestión.

En el cuadro anexo, al final del impreso, se muestra la correspondencia entre los codones de tres letras y los aminoácidos o señales en los que se traducen o codifican.

Questionario de investigación:

1. ¿Cuál es la importancia de las proteínas para los seres vivos?
2. ¿En qué parte de la célula ocurre la síntesis de proteínas?
3. ¿Qué es el código genético?
4. ¿Qué es la transcripción?
5. ¿A qué se denomina traducción en términos de síntesis de proteínas?
6. ¿A qué se le llama mutación por pérdida o deleción?
7. ¿Qué es una mutación por sustitución?
8. ¿A qué se le llama mutación nula, neutra o invisible?

Material:

Impreso de la práctica, piezas que representan a las bases nitrogenadas y aminoácidos en foamy de distintos colores, maskin tape, imanes.

Desarrollo:

Vamos a utilizar un modelo con piezas de foamy, para representar en forma simplificada cómo se fabrican o sintetizan las proteínas en el interior de las células y algunas de las modificaciones que pueden ocurrir.

La proteína que vamos a trabajar es la hemoglobina de la sangre.

1. Pegar en el pizarrón, la secuencia normal de bases del ADN para la síntesis de la proteína llamada hemoglobina:TACTGGGGACTCCTCATT. Identifica la secuencia de inicio y separa las bases por tripletes.
2. De acuerdo a las reglas de apareamiento entre bases, construye el ARN mensajero a partir de la transcripción del mensaje.
3. Traduce el mensaje, es decir, identifica la secuencia de codones del ARN mensajero y de acuerdo al **código genético** (anexo al final de la práctica), obtén la secuencia en que han de unirse los aminoácidos para sintetizar la proteína normal de hemoglobina.
4. En el mensaje original de ADN, vamos a introducir una **C** (citosina) al inicio del segundo triplete de bases. Continúa con la secuencia original del resto de las bases:

ADN original: TAC TGG GGA CTC CTC ATT

ADN modificado: TAC \downarrow CTG GGG ACT CCT CAT T.

5. Construye el ARN mensajero complementario (transcripción) y utilizando el código genético, identifica y completa la secuencia de aminoácidos.
6. ¿Qué efecto tuvo la inserción de la C (citosina) en la secuencia de aminoácidos de la proteína?
7. ¿Cómo interpretas la traducción del cuarto triplete?
8. Nuevamente partamos del mensaje original de ADN. Introduzcamos un cambio en el cuarto triplete de bases, como se muestra a continuación:

ADN original: TAC TGG GGA CTC CTC ATT

ADN modificado: TAC TGG GGA CAC CTC ATT

9. Complementa la cadena de ARNm y traduce la secuencia de aminoácidos, ¿hubo algún cambio?
10. Si hubo cambio ¿consideras que pueda ser importante? Argumenta tu respuesta.
11. Volvamos al ADN original, en el segundo triplete sustituye la segunda G (guanina) por A (adenina) y respeta la secuencia de los tripletes restantes:

ADN original: TAC TGG GGA CTC CTC ATT

ADN modificado: TAC TGAA GGA CTC CTC ATT

12. Como en los casos anteriores, traduce la secuencia de aminoácidos.
13. ¿Qué sucedió? ¿se sintetizó una proteína diferente?
14. ¿Cómo interpretas este último resultado?

Conclusiones:

1. Describe lo que sucedió en el paso 4 con el resto de las bases, al introducir una base nueva.
2. ¿Cómo le llamarías a ese cambio?
3. ¿Qué consecuencias generan ese tipo de modificaciones?
4. En el corrimiento de marco de lectura, se obtendrá el mismo efecto al quitar o poner una base? ¿por qué?
5. ¿Qué sucedería si se perdieran 3 bases de un triplete?
6. ¿Cuándo se interrumpe la síntesis de una proteína?

- 7.** ¿Qué sucede con la síntesis de proteínas si se presenta una señal de alto prematura al inicio del mensaje?
- 8.** Explica: ¿Todos los cambios en la secuencia de bases generan los mismos resultados?
- 9.** ¿Qué tipo de mutaciones pudiste identificar en el ejercicio?
- 10.** ¿Cuáles son tus conclusiones después de esta actividad?
- 11.** Argumenta si se cumplió con el objetivo de la práctica.

Anexo: CÓDIGO GENÉTICO.

Posición 1	Posición 2	Posición 3
U	U C A G Phe Ser Tyr Cys Phe Ser Tyr Cys Leu Ser — — Leu Ser — Trp	U C A G
C	Leu Pro His Arg Leu Pro His Arg Leu Pro Gln Arg Leu Pro Gln Arg	U C A G
A	Ile Thr Asn Ser Ile Thr Asn Ser Ile Thr Lys Arg Met Thr Lys Arg	U C A G
G	Val Ala Asp Gly Val Ala Asp Gly Val Ala Glu Gly Val Ala Glu Gly	U C A G

Nombres abreviados de los aminoácidos:

Ala = alanina, **Arg** = arginina, **Asn** = aspargina, **Asp** = ácido aspártico, **Cis** = cisteína, **Gln** = glutamina, **Glu** = ácido glutámico, **Gly** = glicina, **His** = histidina, **Ile** = isoleucina, **Leu** = leucina, **Lys** = lisina, **Met** = metionina, **Phe** = fenilalanina, **Pro** = prolina, **Ser** = serina, **Thr** = treonina, **Trp** = triptófano, **Tyr** = tirosina, **Val** = valina.

Anexo 10: ¿Qué onda con las moscas?

PRÁCTICA: ¿Qué onda con las moscas?

Biól. Hilda Claudia Morales Cortés.

Objetivos:

- Que los alumnos conozcan e identifiquen algunas características morfológicas de la mosca de la fruta *Drosophila melanogaster* de tipo silvestre.
- Que los alumnos por comparación con las moscas silvestres, identifiquen algunas características mutantes morfológicas y visibles en la mosca de la fruta.

Cuestionario-Introducción:

1. Define brevemente lo que entiendes por mutación.
2. Describe o dibuja cómo imaginas a una mosca mutante.
3. ¿Cuál es tu opinión respecto al beneficio o daño que pudieran ocasionar las mutaciones, en la vida de los organismos que las presentan?

Material:

Placas de vidrio, pincel doble cero con punta redondeada, aguja de disección, caja de petri de plástico, papel filtro, eterizador, algodón, lápiz de grafito y de color, microscopio estereoscópico, frasco gotero con éter, moscas *Drosophila melanogaster* de tipo silvestre, moscas *Drosophila melanogaster* mutantes.

Desarrollo:

1. Tienes dos muestras de moscas que observar y el material necesario para ello, ¿qué se te ocurre hacer para observarlas con calma el tiempo suficiente?
2. Es necesario que observes y determines primero en la muestra silvestre y después en la segunda muestra: cómo son sus ojos, sus alas, y el cuerpo. Anota las características en tu cuaderno.
3. ¿Observas a simple vista las características que se te solicitan?, de no ser así, ¿qué puedes hacer para observarlas?
4. ¿De qué forma puedes manejar las moscas para determinar sus características sin dañarlas?
5. Compara los dos tipos de moscas. ¿En qué característica(s) son diferentes las moscas silvestres con respecto a las moscas de la segunda muestra?

6. Realiza un esquema de una de las moscas que consideres tengan características diferentes respecto a las que observaste en la primera muestra (silvestres) y encierra esa(s) característica(s) en un círculo con un lápiz de color.
7. Cuando termines de observar, regresa cada muestra de moscas a su envase original y entrégalas a tu profesor.

Discusión y conclusiones: por equipo.

1. Explica ¿en qué consiste la diferencia entre las dos muestras de moscas?
2. ¿Cuál consideras que puede ser la causa que provocó la (s) diferencia (s) que observaste?
3. ¿Por qué?
4. ¿Cómo crees que podría afectar la vida de las moscas esa (s) característica (s) diferente (s)? Si son 2 o más características argumenta cada una por separado.
5. ¿Cómo crees que serán sus hijos? ¿por qué?
6. Compara el color de ojos de las moscas, con el color de ojos de los humanos, ¿consideras que el color de ojos afecta la función de la visión en nosotros? ¿por qué?
7. Después de ésta práctica, ¿qué concluyes de la información obtenida?

Anexo 11: Aberraciones cromosómicas

“Aberraciones cromosómicas”

Biól. Hilda Claudia Morales Cortés.

Vamos a profundizar en el tema de las mutaciones cromosómicas, específicamente de aquellas, debidas a **cambios en el número de cromosomas** y conocidas como **aberraciones cromosómicas**.

Existen dos tipos de cambios en el número cromosómico. Los primeros, ocurren cuando se ven afectadas series completas de cromosomas y los denominamos **euploidias**, como el caso del trigo poliploide ($6n$) que cuenta con más de dos juegos de cromosomas.

Cuando los cambios sólo afectan a partes de una serie cromosómica y tenemos cromosomas individuales de más o de menos, pero no en series completas, entonces las llamamos **aneuploidias**.

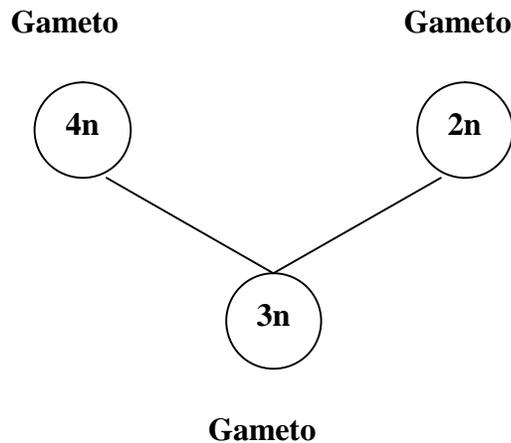
Empecemos con las **euploidias**:

Cuando los organismos sólo tienen una serie de cromosomas (n), se denominan **monoploides** y ejemplos típicos son los machos de las abejas o zánganos, los machos de las avispas y también de las hormigas. Estos insectos macho, se desarrollan por un proceso de reproducción asexual conocido como partenogénesis, a partir de óvulos no fertilizados, sin embargo, la gran mayoría de los monoploides, son poco frecuentes y con disfunciones que les dificultan su sobrevivencia.

En los organismos superiores, cuando el individuo es monoploide, se dice que es más pequeño y menos vigoroso que los comunes o diploides ($2n$) y en el caso de las plantas aunque las hay algunas monoploides, generalmente son estériles.

Dejemos a los monoploides y continuemos con los organismos que contienen múltiplos del número monoploide, ellos son ni más ni menos, a los que denominamos **euploides**.

En los euploides encontramos a los organismos llamados **triploides**, por poseer tres juegos de cromosomas ($3n$), comúnmente son estériles y por lo tanto raros en la naturaleza. Generalmente, se producen como resultado de la cruce entre un **tetraploide** ($4n$) y un diploide ($2n$), donde los gametos $2n$ y n se unen dando lugar a un organismo $3n$.

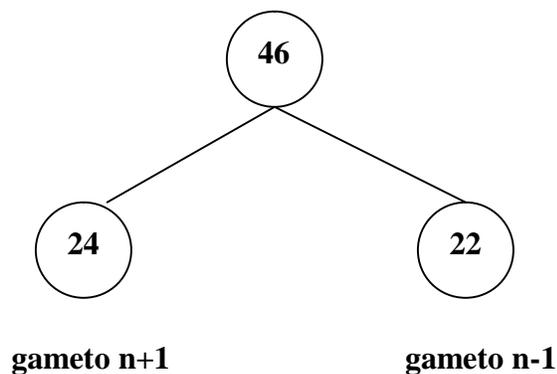


Aunque podemos hablar de los triploides (3n), tetraploides (4n), pentaploides (5n).....etcétera, etcétera, de acuerdo a su número cromosómico, también podemos llamarlos **poliploides** ya que este término, puede aplicarse a cualquier organismo con más de dos juegos (2n) de cromosomas.

Pasemos ahora a las **aneuploidias** (aneuploide significa no euploide), estas dijimos que se presentan cuando hay variaciones en el número de cromosomas, pero que no se refieren a juegos completos, sino solamente a partes de un juego. Esto ocurre cuando se añade o elimina en el individuo, algún cromosoma y se indica escribiéndolo como **2n + 1** ó **2n-1**, según sea el caso (recuerda que 2n representa el número diploide común de la especie a la cual nos estamos refiriendo).

Manejemos ahora un poco de terminología, pues es necesaria para completar este tema: un organismo **2n – 1** es un **monosómico** (tiene un cromosoma de menos, en algún par de cromosomas), **2n + 1** es un individuo **trisómico** (tiene un cromosoma de más en algún par), **2n + 1 +1** será entonces un **doble trisómico**, **2n – 2** es un organismo **nulisómico**, es decir, ha perdido los dos cromosomas homólogos de un mismo par, lo cual es una condición letal en organismos diploides, sin embargo, los poliploides, si pueden tolerar la nulisomia, probablemente debido a los cromosomas de más que tienen, sin embargo, su crecimiento se ve afectado, pues resulta menos vigoroso, como se ha observado en las especies de trigo hexaploides (6n).

Pero ¿cuál es el origen de los organismos aneuploides?. Su presencia se debe a un fenómeno de **no-disyunción** que ocurre durante la mitosis o meiosis. La **disyunción**, es la separación regular de los cromosomas o cromátidas hacia los polos opuestos de la célula durante la división nuclear y la **no-disyunción**, consiste en un fallo o error durante este proceso que consiste en la emigración de dos cromosomas hacia un mismo polo, mientras que hacia el otro no emigra ninguno, es decir, no se separan adecuadamente y migran hacia los polos en números desiguales. Por ejemplo en las células sexuales humanas, por un proceso de no disyunción, una célula puede portar 24 cromosomas, mientras su hermana sólo 22.



La no-disyunción puede ocurrir en la primera o segunda división meiótica y en cualquiera de los dos casos, lo que se producirá serán gametos $n + 1$ y $n - 1$.

En los humanos, el **síndrome de Turner** es un claro ejemplo de **monosomía**, lo presentan mujeres con 44 cromosomas (autosomas) y un único cromosoma sexual **X**. Este problema se presenta en una de cada 2500 mujeres vivas, su fenotipo es diferente, por presentar características sexuales secundarias femeninas limitadas como aspecto infantil, ovarios reducidos, son estériles, tienen orejas con inserción baja, cuello alado, baja estatura, pecho plano y aunque pueden presentar raramente deficiencia mental, esta no está asociada al síndrome. Su fórmula cromosómica es **45, X, 2n - 1**.

En el caso de monosómicos, para cualquiera de los pares de autotomas, estos mueren en el útero.

Respecto a los trisómicos, se presentan diversas circunstancias, algunos manifiestan ciertas alteraciones que pueden conducirlos a la muerte, pero también algunos pueden

ser viables, es decir, capaces de sobrevivir y hasta fértiles.

Ejemplifiquemos otros casos, en algunos hombres, se presentan combinaciones en los cromosomas sexuales como las siguientes: XXY, XYY ($2n + 1$), XXXY, XXYY ($2n + 2$), XXXYY, XXXXY ($2n + 3$), XXXXYY, XXXXXY ($2n + 4$), todas ellas son conocidas como **síndrome de Klinefelter**. Uno de cada 1000 nacimientos de varones, produce este síndrome, caracterizado por un fenotipo que consiste en hombres altos con cierto retraso mental, estériles, testículos atrofiados, voz femenina, desarrollo de senos y escaso vello corporal. A mayor número de cromosomas sexuales, se asocia ocasionalmente un mayor grado de deficiencia mental.

Otro **síndrome es el de Down**, conocido por muchos como “mongolismo”. Estas personas son de baja estatura, manos anchas y cortas y con pliegue simiano en las palmas. Presentan hiperflexibilidad de las articulaciones, retraso mental, cabeza ancha con cara redonda, boca abierta con lengua grande y pliegue epicántico. Este desorden cromosómico, fue el primero en ser descrito en los humanos y se debe a un autosoma de más, que pertenece al par 21, provocando una trisomía y cuya fórmula cromosómica es $2n + 1$, $47, + 21$.

La trisomía 13 o Síndrome de Patau, $47, + 13, 2n + 1$, se presenta en alrededor de uno por cada 20 000 recién nacidos, es raro en niños e inexistente en adultos, debido a que los síntomas tan severos, provocan la muerte temprana. Los síntomas incluyen cabeza pequeña y deformada, cerebro pequeño, deficiencia mental evidente, sordera, labio y/o paladar hendido, polidactilia, anomalías cardíacas y prominencia de la parte posterior del talón (pies arqueados).

El síndrome **trisomía 18 o Síndrome de Edwards**, $47, + 18, 2n + 1$, da como resultado malformaciones congénitas múltiples en varios órganos, orejas deformes con inserción muy baja, barba hundida debido a que la mandíbula es pequeña, boca muy pequeña, nariz con apariencia de duende, deficiencia mental, pelvis estrecha y pies arqueados, riñón doble y esternón corto. El 90 % de los nacidos con este síndrome muere durante los primeros 6 meses de vida. La frecuencia de la trisomía 18 es de 1 por cada 8000 nacimientos.

Otra trisomía en los humanos y exclusiva de las mujeres es la **trisomía X o Síndrome triple X**, $47, XXX, 2n + 1$. Las mujeres triple X son en ocasiones indistinguibles a simple vista de las mujeres comunes, sin embargo, otras presentan características fenotípicas claras

como órganos genitales femeninos atrofiados, fertilidad limitada y retraso mental ocasional, este último se incrementa en algunas mujeres tetrasómicas.

Como hemos visto las mutaciones en general juegan un papel importante para la determinación de las enfermedades genéticas del hombre y de otras especies importantes para el desarrollo de nuestra vida. Estas alteraciones en muchos de casos se producen espontáneamente y *de novo* en cada generación, mientras que otras tienen que ver directamente con la selección ambiental.

Lo que sí es claro, es el hecho de la ventaja que nos proporciona el saber acerca de ellas y lo necesario de seguir investigando esta área que día a día nos brinda más y más conocimientos que se traducirán en prevención y alternativas de solución.

Bibliografía:

- Audesirk, T. y Audesirk, G. 2003. Biología. La vida en la Tierra. Prentice Hall. 6ª Edición. México.
- Curtis, H. et al. 2000. Biología. 6ª Edición. Panamericana. México.
- Griffiths, A.J. et al. 1995. Genética. 5a. Edición. Mc Graw Hill Interamericana. México.
- Stansfield, W. D. 1978. Teoría y Problemas de Genética. Mc Graw-Hill. México.
- Gardner, E. J., Simmons, M. J. y Snustad, D. P. 1998. Principios de Genética. 4ª. Edición. Uteha Noriega Editores. México.

Actividades posteriores a la lectura:

1. Complementa la información que se te solicita en el cuadro anexo.
2. Observa con detenimiento las imágenes de los acetatos que se te presentarán a continuación e identifica a qué tipo de aberraciones cromosómicas corresponden. Utiliza la información del cuadro que completaste.
3. Se te entregarán dos cariotipos, uno corresponde a un cariotipo humano normal ordenado por pares de cromosomas del 1 al 23. El segundo cariotipo corresponde a una aberración cromosómica y consiste en cromosomas recortados que tendrás que ordenar por pares comparando con el cariotipo normal.

4. Pega por orden cada par de cromosomas en una hoja y encierra en un círculo el par cromosómico en que se encuentra la aberración. Identifica su nombre y tres de sus características.

Cuadro anexo. “Aberraciones cromosómicas”.

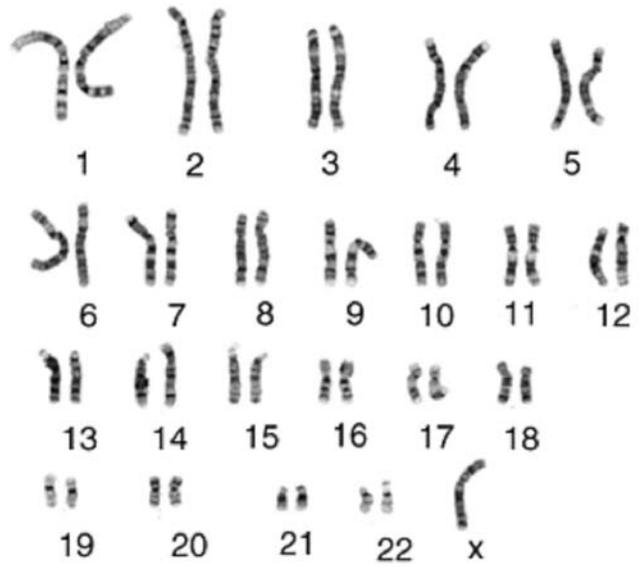
Instrucciones: De la lectura “Mutaciones o Aberraciones Cromosómicas” completa la información solicitada en el siguiente cuadro.

Síndrome.	Fórmula cromosómica.	Características fenotípicas principales.	Par cromosómico en que se ubica la aberración.	Tipo de aberración.
Turner				
Klinefelter				
Down				
Trisomía 13 o Síndrome de Patau				

Trisomía 18 o Síndrome de Edwards				
Trisomía X o Síndrome Triple X				

Relaciona la información del cuadro con las imágenes que se te presentarán a continuación.
Identifica a que tipo de aberración cromosómica corresponden.

Anexo 12: Síndrome de Turner



Síndrome de Turner.

Anexo 13: Síndrome de Down

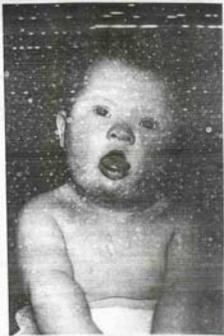
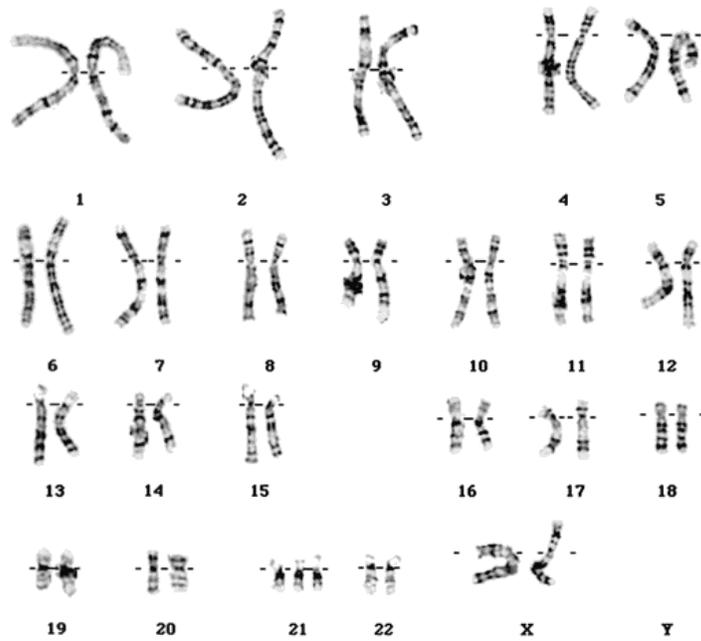


Fig. 17.2. Un niño con síndrome de Down.

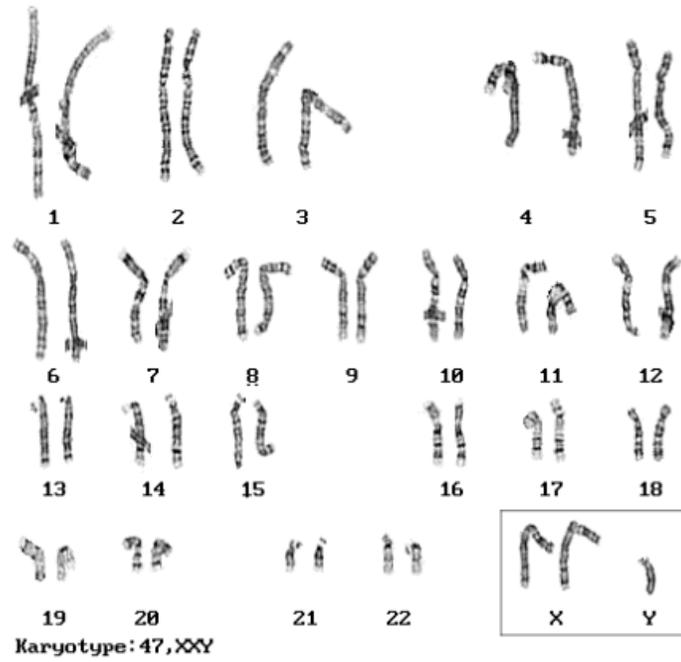


Fig. 17.3. Vista cercana de los ojos y puente nasal de un niño con síndrome de Down que muestra los rasgos poliploides incluidos hacia arriba, puente de Broadbent y epicanthion. (Véase imagen original en color en el Apéndice final del libro.)



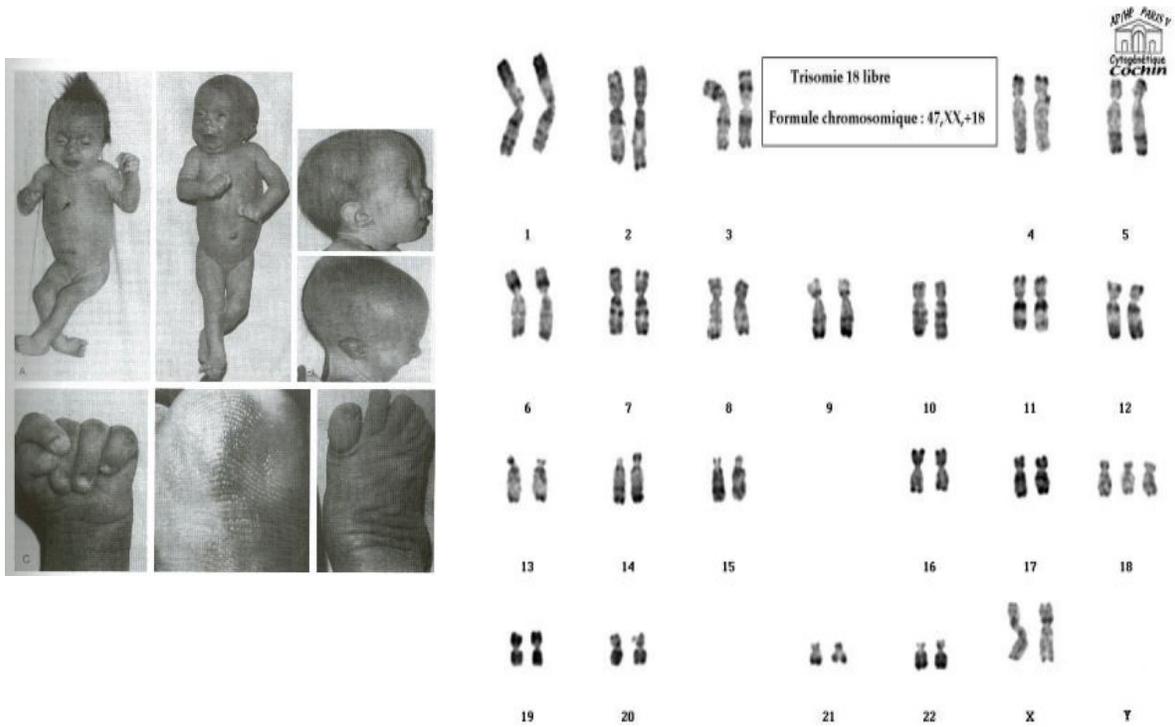
Síndrome de Down.

Anexo 14: Síndrome de Klinefelter



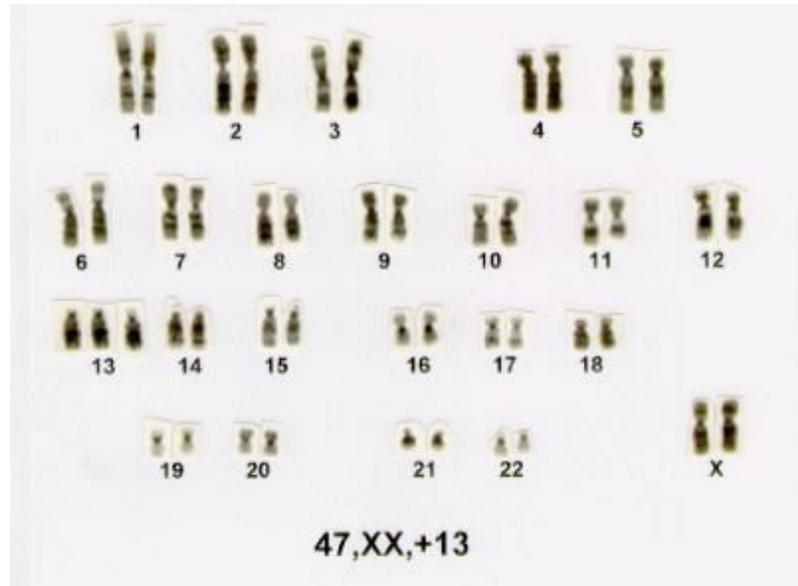
Síndrome de Klinefelter.

Anexo 15: Síndrome de Edwards



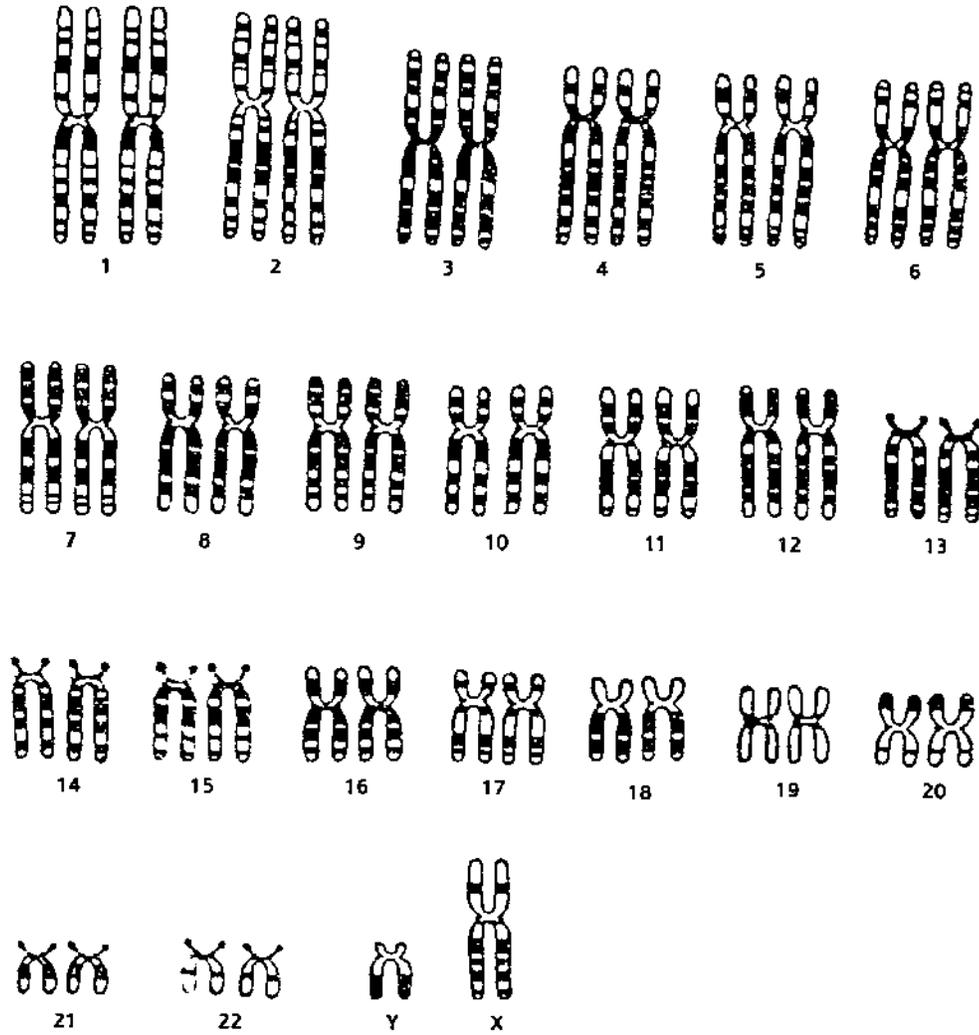
Trisomía 18 o Síndrome de Edwards.

Anexo 16: Síndrome de Patau



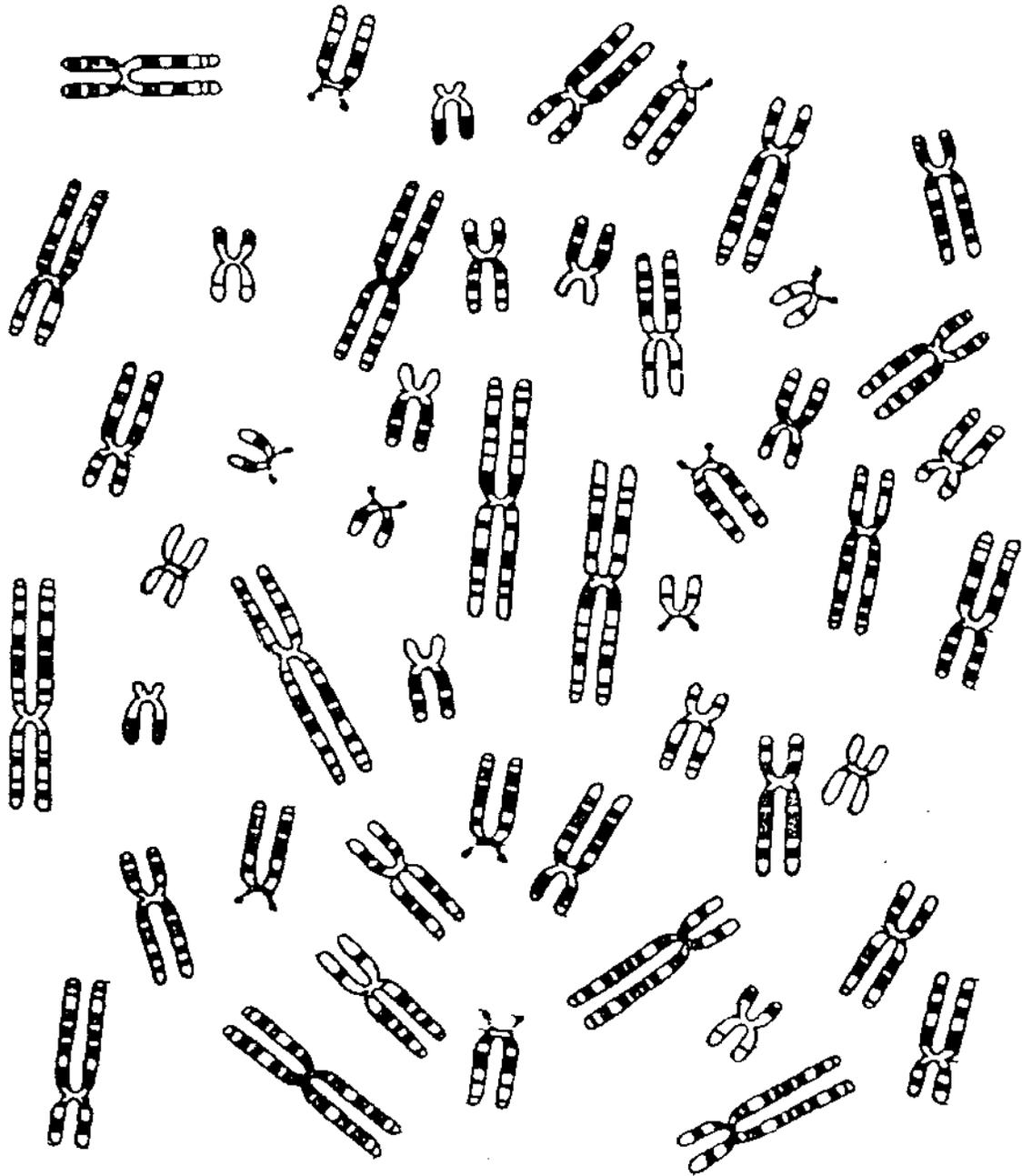
Trisomía 13 o Síndrome de Patau.

Anexo 17: Cariotipo Normal

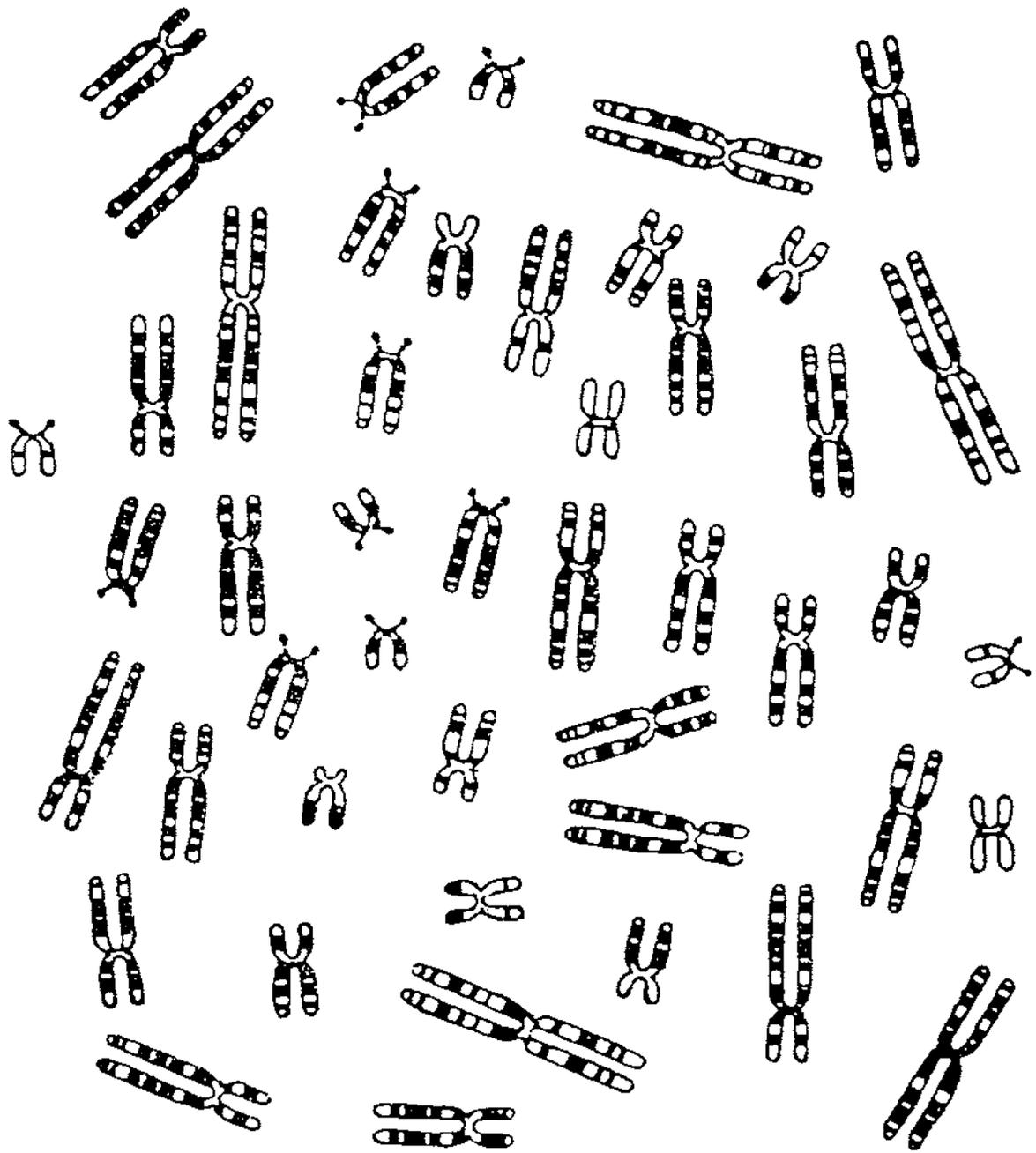


CARIOTIPO NORMAL

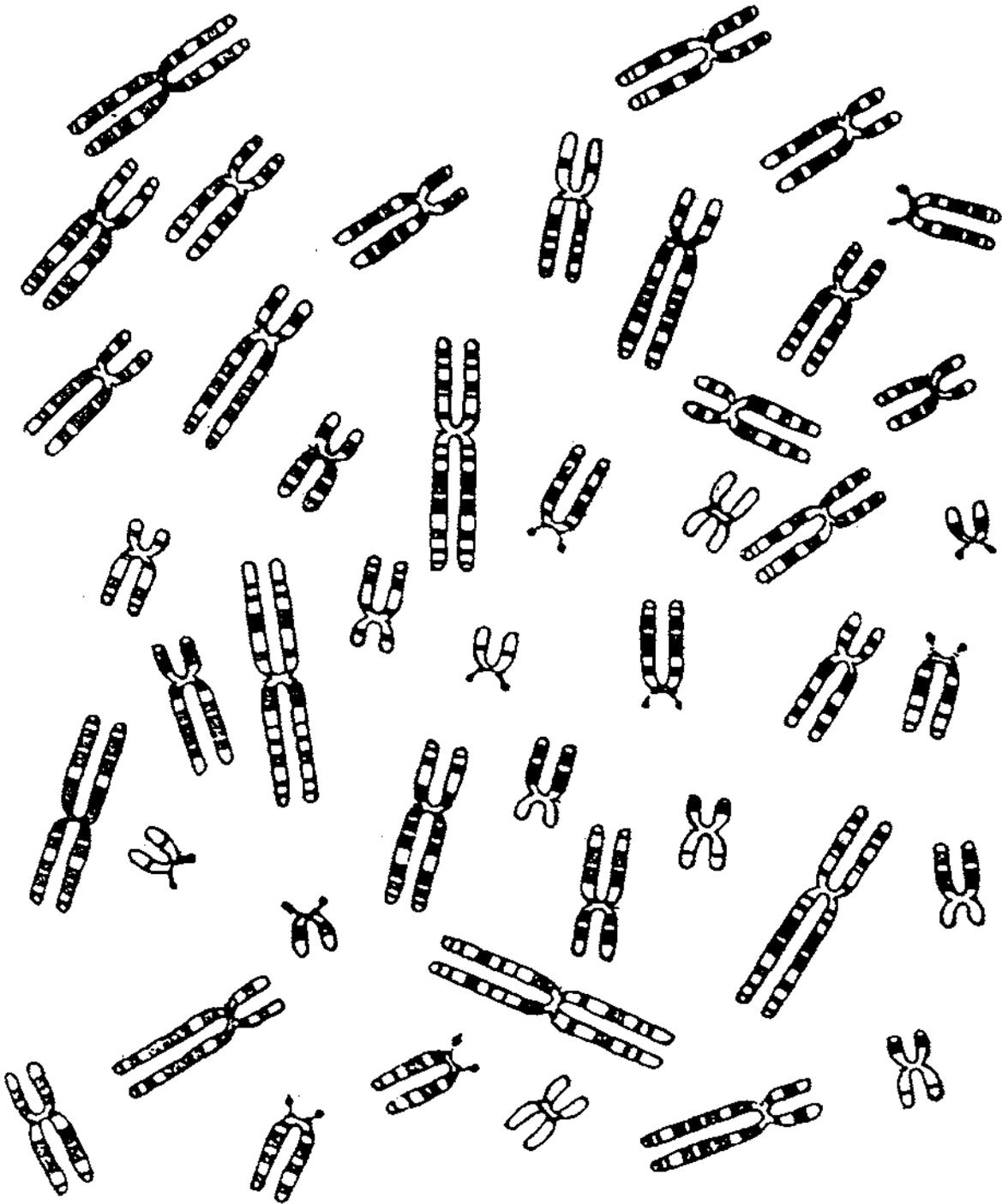
Anexo 18: Cariotipo 1, 2 y 3



CARIOTIPO 1



CARIOTIPO 2



CARIOTIPO 3

Anexo 19: El papel de las mutaciones en la evolución

Análisis de lectura.

Realiza con tu equipo la siguiente lectura e identifica las ideas principales.

ENSAYO: “EL PAPEL DE LAS MUTACIONES EN LA EVOLUCIÓN”

Hilda Claudia Morales Cortés.

¿Puedes imaginarte una población de organismos que se originó hace aproximadamente 200 millones de años y que no ha sufrido cambio hasta la actualidad?.

Aún más, esa especie aún vive y es igualita al fósil que se encontró de ella con una antigüedad nada más y nada menos que de 200 millones de años!!!!

Aunque dejemos con toda la intención, volar nuestra imaginación, a veces no es tan fácil en situaciones como esta y menos aún creerlo, pues lo primero en lo que seguramente pensamos, es en un dinosaurio como el famoso monstruo del Lago Ness que todavía pudiera andar por ahí vivito y coleando y por supuesto, no damos crédito a que organismos como las cucarachas, tortugas y algunas plantas que conocemos y que no son tan espectaculares y famosas sean un claro ejemplo de tal circunstancia.

Esos organismos que te acabo de mencionar, con los que convivimos cotidianamente y que no tienen nada de fantásticos, se consideran ¡fósiles vivientes!!!, perdón, el término correcto es **organismos pancrónicos** y se originaron en nuestro planeta hace más de 280 millones de años, ¿increíble verdad?. Ahí te va otro dato, las cacerolitas de mar (Fig. 2), son otro caso de organismos pancrónicos que aún viven en las costas de nuestro país y conservan su morfología tal y como cuando se originaron.

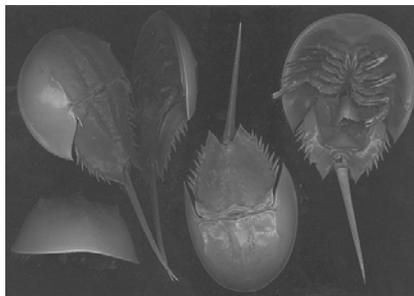
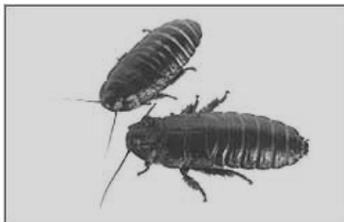


Fig. 1: Cucarachas.

Fig. 2: Cacerolitas de mar.

Pero dejemos a estos organismos y hablemos de las características de **una población que no haya evolucionado**.

Hacia 1908, el matemático llamado Godfrey Hardy y el físico Wilhelm Weinberg diseñaron un modelo para explicar que bajo ciertas condiciones las frecuencias de **los genes de los organismos de una población permanecen constantes**, sin importar cuantas generaciones se hayan reproducido en el tiempo, por lo que, esta población permanece en **equilibrio genético**.

Si bien los organismos no son idénticos entre sí, a pesar de ser de la misma especie, las características que en conjunto los identifican como especie se mantienen. Por ejemplo, los lobos y los perros aunque parecidos, no son iguales, los lobos son lobos y los perros son perros, ¿qué te parece?? Brillante deducción!! Cierto?.

Uno de los **requisitos para que los organismos no evolucionen** es que su material genético no se modifique, es decir, que **no mute**. Todos los organismos deben **contar con las mismas posibilidades de sobrevivir** y también de **reproducirse**.

Ahora bien, **las mutaciones son inevitables** y no surgen como respuesta a las necesidades de adaptación de los organismos, para que estos puedan sobrevivir.²

A pesar de que en cada célula hay moléculas como ciertas enzimas que constantemente están examinando y reparando **el DNA que es modificado por errores de copiado** o por la acción de **factores ambientales** como las radiaciones, los cambios bruscos de temperatura, la acción de los contaminantes, ciertos virus etc., algunas modificaciones escapan a esa revisión por lo que permanecen y **se transmiten** a través de las células sexuales a la descendencia.

Imagina que esos descendientes tienen a su vez gran éxito reproductivo y tienen muchos hijos. ¿Qué crees que sucedería? Analízalo!!.

Esos individuos ahora numerosos en su población, estarían aportando **información genética nueva a través de las mutaciones o cambios que se produjeron en su ADN, sin embargo, ese acontecimiento puede tener relevancia o no**.

A pesar de que las **mutaciones son la fuente de nuevos genes, por sí solas no son suficientes para generar evolución**, se requiere de la **acción conjunta** de otros factores

como el **tiempo y procesos generadores de variabilidad genética**, tales como la reproducción sexual (en los organismos con reproducción sexual), los procesos de “sexualidad” en los organismos con reproducción asexual y la acción de la **selección natural**.

Sólo cuando todos los factores interaccionan conjuntamente, se dará el proceso de **evolución**.

Pongamos un ejemplo sencillo: las bacterias como *E. coli* se reproducen cada 20 minutos, si alguna (s) de ella(s) tuvieran genes “diferentes” que les permitieran ser resistentes a cierto tipo de antibiótico, cuando estuvieran en contacto con él, sobrevivirían las que contienen esos genes y serían esas las que se reproducirían, por lo tanto, con el **tiempo** y después de muchísimas generaciones, esa característica se volvería común entre las bacterias de esa población, ¿por qué? porque las bacterias carentes de esos genes, morirían y serían reemplazadas, por las que tienen la recombinación genética adecuada a ese ambiente.

Aunque te lo platiqué muy sencillo, no es tan fácil y tampoco significa que las mutaciones se presenten por una necesidad de adaptación de las bacterias o de cualquier otra especie de organismos, recuerda que sólo es un ejemplo y que las mutaciones ocurren **de forma espontánea y sin una razón específica**.

Como puedes ver, la evolución se debe a múltiples causas y las mutaciones por si solas no son suficientes para determinarla, sólo cobran importancia como factor para favorecer la evolución, cuando actúan conjuntamente con los elementos que ya mencionamos, sin embargo

¡LAS MUTACIONES SON UNA FUENTE DE VARIABILIDAD GENÉTICA PARA LA EVOLUCIÓN!

Bibliografía:

- Audesirk, T y Audesirk, G. 2003. **Biología la Vida en la Tierra**. 6a Edición. Prentice Hall. México.

- Banet, E. y Ayuso, G.E. Teaching of biological inheritance and evolution of living beings in secondary school. *International Journal of Science Education*. 2003, Vol. 25. N° 3, 373-407.
- Brookes, M. 1999. ¿Qué sabes de genética?. 1ª edición. México.
- Curtis, H. y Barnes, N.S. 2000. **Biología**.6ª Edición. Editorial Médica Panamericana. México.
- Gardner, E.J., Simmons, M.J. y Snustad, D.P. 1998. **Principios de Genética**. 4ª Edición. Uteha. Noriega editores. México.
- Jensen, M. S. y Finley, F.N. 1995. Teaching evolution using a historical arguments in a conceptual change strategy. *Science Education*, 79, 147-166.

Actividad para realizar posterior a la lectura:

Instrucciones: Después de realizar la lectura “**El papel de las mutaciones en la evolución**”, por equipo, contesten las siguientes preguntas:

1. ¿Qué factores participan en el proceso de evolución?
2. ¿Cuál es la importancia de las mutaciones para el proceso de evolución?
3. ¿Qué sucede con los organismos de una especie, si hay equilibrio genético en su población?
4. ¿De qué forma se rompe el equilibrio genético en una población?
5. ¿Qué sucedería en una población si una mutación fuera desventajosa para los organismos que la presentan?
6. Elaboren un listado de los conceptos principales.
7. En un breve enunciado y a manera de conclusión, escriban cuál fue el conocimiento más importante de la lectura.
8. Con las palabras pegadas en el pizarrón, construyamos de forma grupal un mapa conceptual de los conocimientos adquiridos de la actividad.
9. Identifiquen el objetivo de la sesión y argumenten si se cumplió.