



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACION MEDIA SUPERIOR

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: BIOLOGÍA

APLICACIÓN DE UNA ESTRATEGIA BASADA EN COMPETENCIAS PARA  
EL TEMA DE ALTERACIONES CROMOSÓMICAS, EN EL BACHILLERATO

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR EN EL

ÁREA DE BIOLOGÍA

PRESENTA:

**BIÓL. SOFIA RAQUEL URTECHO ALTAMIRANO**

DIRECTORA DE TESIS: DRA. PATRICIA RAMOS MORALES

Facultad de Ciencias

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla Edo. De México

Octubre 2018



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**Comité tutor**

Dra. Patricia Ramos Morales

Dra. Adriana Muñoz Hernández

Mtra. Rosa María Sandoval Montaña

Dra. Patricia Rosas Becerril

Mtro. Mario Alfredo Fernández Araiza

**Sustentante**

Urtecho Altamirano Sofía Raquel

N° de Cuenta: 8119691 9

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Maestría en Docencia para la Educación Media Superior

Campo de conocimiento: Biología

**Tutor principal**

Dra. Patricia Ramos Morales

Facultad de Ciencias

**Datos de la tesis**

“Aplicación de una estrategia didáctica basada en competencias para el tema de alteraciones cromosómicas, en el bachillerato”.

96 pág.

2018

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por otorgarme la oportunidad de estudiar nuevamente en sus aulas y contribuir en mi profesionalización docente.

Al Colegio de Bachilleres, institución educativa que me brindó la oportunidad de desarrollarme profesionalmente.

A la Dra. Patricia Ramos Morales por aceptar ser mi tutor principal. Por su guía, tiempo y apoyo para lograr concluir la presente tesis.

A la Dra. Dra. Adriana Muñoz Hernández, Mtra. Rosa María Sandoval Montaña Dra. Patricia Rosas Becerril y Mtro. Mario Alfredo Fernández Araiza, por sus comentarios y sugerencias para mejorar y enriquecer este trabajo.

A todos mis compañeros docentes y administrativos del Colegio de Bachilleres plantel 7 "Iztapalapa", con quienes no sólo comparto un espacio físico sino experiencias, opiniones y aprendizajes; siempre pensando en ofrecer a los jóvenes una educación de calidad.

A mis alumnos del semestre 2018-B, de quienes aprendo continuamente y me alientan a ser una mejor docente.

## **DEDICO ESTE TRABAJO**

A mi hija Elsa Raquel Galicia, por darme la oportunidad de ser madre.

A mis padres Elsa y Justo Pastor † en paz descansen. A ustedes debo quien soy. Papá te lo debía.....

A las mujeres que más quiero, mis hermanas: Alma Rosa, Magda, Mercedes y Elsa. A mis sobrinas Alma Mercedes y María del Carmen.

A Raúl Peña y sus hijos. Así como a la pequeña Ana Valentina.

A mi amiga Flor, ejemplo de fuerza y perseverancia.

Sofía Raquel Urtecho Altamirano

<b>ÍNDICE</b>	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN Y ABSTRACT</b>	
<b>Capítulo I INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 La Reforma Integral de la Educación Media Superior.....	4
1.1.1 Las competencias en el ámbito educativo.....	5
1.2 El Colegio de Bachilleres.....	6
1.2.1 Características de los alumnos.....	7
1.2.2 Características de los docentes.....	8
1.3 Las competencias en el Colegio de Bachilleres.....	10
1.3.1 Estrategias de enseñanza- aprendizaje basadas en competencias	11
1.3.2 La evaluación de competencias.....	12
1.4 Enseñanza de la genética en el bachillerato.....	12
<b>Capítulo II MARCO TEÓRICO</b> .....	14
2.0 Fundamento Pedagógico.....	14
2.1 El Aprendizaje Basado en Competencias (ABC).....	14
2.1.1 Las competencias y el constructivismo.....	15
2.1.2 Aprendizaje Basado en Estudio de Casos.....	16
2.2 Evaluación del aprendizaje.....	17
2.3 Fundamento Disciplinar.....	18
2.3.1 La asignatura de Biología II en el Colegio de Bachilleres.....	18
2.4 El tema “Alteraciones Cromosómicas” en el bachillerato.....	20
<b>Capítulo III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	26
3.1 Planteamiento del problema.....	26
3.2 Justificación.....	29
3.3 Objetivos.....	31
3.3.1 Objetivo General.....	31
3.3.2 Objetivos específicos.....	32
3.4 Hipótesis.....	32
<b>Capítulo IV METODOLOGÍA</b> .....	33
4.1 Diseño de investigación.....	33
4.1.1 Características de la población (muestra).....	33
4.1.2 Instrumento de evaluación.....	34

4.2 Procedimiento.....	35
4.2.1 Planeación didáctica de la estrategia.....	40
4.2.2 Secuencia Didáctica.....	40
4.2.3 Recursos didácticos.....	41
4.2.4 Descripción general de la secuencia didáctica.....	42
4.3 Estrategia de evaluación.....	47
4.3.1 Diseño del Instrumento de evaluación (Pre test/ Post test).....	47
<b>Capítulo V RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>48</b>
5.1 Análisis de resultados del instrumento de evaluación (Pre-Post Test).....	49
5.1.2 Comparación inicial de los aprendizajes con los que contaban los alumnos de ambos grupos antes de la aplicación de cualquier estrategia didáctica.....	49
5.1.3 Comparación de promedios de cada uno de los grupos: testigo y experimental (Pre test y Post test).....	51
5.1.4 Comparación final de los aprendizajes de los alumnos de ambos grupos después de la aplicación de cualquier estrategia didáctica.....	54
5.2 Resultados cualitativos de la estrategia didáctica basada en competencias.....	56
5.3 DISCUSIÓN.....	59
<b>Capítulo VI CONCLUSIONES.....</b>	<b>64</b>
6.1 REFLEXIÓN DOCENTE.....	65
<b>ANEXOS.....</b>	<b>66</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>93</b>

***Hay diferencias individuales en el  
aprendizaje que han sido reconocidas en teoría  
pero han sido negadas en la práctica.***

***Nathaniel Cantor***

***Enseñar es más difícil que aprender.***

***M. Heidegger***



## Abreviaturas

<b>ABC</b>	Aprendizaje Basado en Competencias
<b>ABEC</b>	Aprendizaje Basado en Estudio de Casos
<b>ABP</b>	Aprendizaje Basado en Problemas
<b>ADN</b>	Ácido Desoxirribonucleico
<b>AMP</b>	Aprendizaje Mediante Proyectos
<b>CB</b>	Colegio de Bachilleres
<b>CD 10</b>	Competencia Disciplinar experimental número 10
<b>CENEVAL</b>	Centro Nacional de Evaluación
<b>Censia</b>	Centro Nacional para la Salud de la Infancia y la Adolescencia
<b>CG 6</b>	Competencia Genérica número 6
<b>CG 8</b>	Competencia Genérica número 8
<b>CONALEP</b>	Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica
<b>DGETI</b>	Dirección General de Educación Tecnológica Industrial
<b>EMS</b>	Educación Media Superior
<b>INIDE</b>	Instituto de Investigaciones para el Desarrollo de la Educación
<b>IPN</b>	Instituto Politécnico Nacional
<b>MADEMS</b>	Maestría en Docencia para la Educación Media Superior
<b>MCC</b>	Marco Curricular Común
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
<b>PDI</b>	Programa de Desarrollo Institucional
<b>PLANEA</b>	Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes
<b>PND</b>	Plan de Desarrollo Nacional
<b>PSE</b>	Programa Sectorial de Educación
<b>RIEMS</b>	Reforma Integral de la Educación Media Superior
<b>SNB</b>	Sistema Nacional de Bachillerato
<b>TIC</b>	Tecnologías Informáticas de la Comunicación
<b>UIA</b>	Universidad Iberoamericana
<b>UNAM</b>	Universidad Nacional Autónoma de México

## RESUMEN

El modelo educativo basado en competencias implementado en la Educación Media Superior a partir del 2008 no ha logrado los objetivos esperados. En el caso particular del Colegio de Bachilleres se considera que un factor que no ha facilitado la implementación y la obtención de resultados del nuevo enfoque radica en que los docentes continúan con la enseñanza tradicional enfocada en los contenidos, pero esta situación no sólo podría deberse a la inadecuada capacitación de los docentes, sino a otros factores como las características y necesidades de los jóvenes y la dificultad de la enseñanza de la Biología, de manera particular, en temas de genética considerados de difícil comprensión por su abstracción y complejidad.

Esta problemática repercute en el nivel de aprendizaje de los alumnos, que al egresar del colegio no logran ingresar al nivel superior, por tal motivo se propone diseñar una estrategia didáctica basada en competencias que involucre al alumno en forma activa y despierte su interés, motivándolo a aprender, además de considerar sus características y situaciones reales del entorno cotidiano que vinculen el tema de alteraciones cromosómicas con su contexto social y escolar, de esta forma los conceptos no sólo serán memorizados, sino interiorizados y aprehendidos mediante el desarrollo de competencias.

La estrategia diseñada se fundamentó en el conflicto cognitivo y un estudio de caso de tres tipos de síndromes cromosómicos (Down, Turner y Klinefelter), la cual se aplicó a un grupo de alumnos de quinto semestre de la asignatura de Biología II, denominado grupo experimental, en otro grupo se desarrolló una estrategia tradicional y se le denominó grupo testigo. Se emplearon dos sesiones de clase de dos horas y una sesión de una hora para ambos grupos, con la aplicación de un mismo instrumento de evaluación antes y después de la intervención pedagógica, y el posterior análisis estadístico de los resultados para determinar el logro de aprendizaje de los estudiantes.

Al comparar los dos grupos de manera particular, se confirmaron mejores resultados de aprendizaje en el grupo experimental, por lo que la estrategia

didáctica basada en las competencias establecidas en el Programa de Biología II y el Marco Curricular Común (MCC) de la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) permitió obtener mejores resultados en el aprendizaje significativo de los alumnos. Éstos lograron reconocer prejuicios y modificar sus puntos de vista, al integrar evidencia científica que les permitió asumir una nueva postura personal pensando crítica y reflexivamente (CG6). Participaron y colaboraron de manera efectiva en equipos diversos, demostrando sus conocimientos y habilidades (CG8); así como también aplicaron expresiones simbólicas propias de la genética, como parte de la representación de modelos científicos (CD10).

Aun así, no se descarta la enseñanza tradicional, porque también se lograron buenos resultados en los aprendizajes conceptuales, aunque es necesario considerar e incorporar elementos como: las características, necesidades y estilos de aprendizaje de los alumnos, en forma particular mantener el interés y motivación por aprender a través de la constante retroalimentación, así como vincular las actividades con el contexto sociocultural. Es importante reconocer el papel fundamental del profesor desde la planeación didáctica, incorporando estrategias que permitan desarrollar las competencias, esto mejorará el trabajo docente y se verá reflejado en el aprendizaje de los alumnos.

## **ABSTRACT**

The competency-based educational model implemented in highschool education since 2008 has not achieved the expected objectives. In the particular case of the Colegio de Bachilleres it is considered that a factor that has not facilitated the implementation and obtaining results of the new approach is that the teachers continue with the traditional teaching focused on the contents, but this situation could not only be due to the inadequate training of teachers, but other factors such as the characteristics and needs of young people and the difficulty of teaching Biology, particularly in topics of genetics considered difficult to understand due to their abstraction and complexity.

This problem affects the level of learning of the students, who do not manage to enter the higher level when they leave the school, for this reason it is proposed to design a didactic strategy based on competences that involve the student in an active way and awaken their interest, motivating them to learn, in addition to considering their characteristics and real situations of the daily environment that link the issue of chromosomal alterations with their social and school context, in this way the concepts will not only be memorized, but internalized and apprehended through the development of competences.

The designed strategy was based on cognitive conflict and a case study of three types of chromosomal syndromes (Down, Turner and Klinefelter), which was applied to a group of students of the fifth semester of the subject of Biology II, called experimental group. In another group, a traditional strategy was developed and it was called a control group. Two class sessions of two hours and one session of one hour were used for both groups, with the application of the same evaluation instrument before and after the pedagogical intervention, and the subsequent statistical analysis of the results to determine the learning achievement. of the students.

When comparing the two groups in a particular way, better learning results were confirmed in the experimental group, so the didactic strategy based on the competences established in the Biology Program II and the Common Curriculum

Framework (MCC) of the Integral Reform of Higher Secondary Education (RIEMS) allowed to obtain better results in the significant learning of the students. These managed to recognize prejudices and modify their points of view, by integrating scientific evidence that allowed them to assume a new personal position thinking critically and reflexively (GC6). They participated and collaborated effectively in diverse teams, demonstrating their knowledge and skills (CG8); as well as applied symbolic expressions of genetics, as part of the representation of scientific models (CD10).

Even so, traditional teaching is not ruled out, because good results were also achieved in conceptual learning, although it is necessary to consider and incorporate elements such as: the characteristics, needs and learning styles of students, in particular to maintain interest and motivation by learning through constant feedback, as well as linking activities with the sociocultural context. It is important to recognize the fundamental role of the teacher from the didactic planning, incorporating strategies that allow to develop the competences, this will improve the teaching work and will be reflected in the learning of the students.

## Capítulo I INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las nuevas generaciones de jóvenes están inmersas en una incalculable cantidad de información generada por las ciencias y la tecnología, por lo que el proceso de aprendizaje responde a una mayor demanda. Frente a esta necesidad de las nuevas generaciones y una fuerte crítica al sistema educativo, surge en los inicios del siglo XXI, la Reforma Integral para la Educación Media Superior (RIEMS), como una respuesta a la demanda social que exigía jóvenes más preparados en la nueva era del conocimiento, misma que fue denominada de segunda generación por su orientación a mejorar la calidad de la educación y su estructura curricular basada en el modelo de competencias.

El término competencias no es nuevo en la educación, se emplea para establecer una permanente comparación y logro de aprendizajes, habilidades y capacidades de estudiantes, profesionales y hasta trabajadores, para cubrir las múltiples necesidades sociales actuales de la economía globalizada. En el 2011 la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), redefine el concepto de competencias, como la movilización de recursos psicosociales que además de conocimientos y habilidades incluye desarrollar destrezas y actitudes aplicadas a un contexto particular para resolver problemas.

El modelo educativo basado en competencias se aplica en México desde el año 1995 en la educación tecnológica y es el fundamento de la RIEMS. Se implementa en el año 2008 bajo los acuerdos 442 y 444 de la Secretaría de Educación Pública que establecen la enseñanza en competencias en un Marco Curricular Común, con el fin de hacer cambios sustanciales en la enseñanza tradicional (basada en la memorización de conceptos) y lograr el aprendizaje significativo de los alumnos.

Hasta la fecha, el cambio del modelo educativo no ha logrado sus objetivos, se ha convertido en un serio problema que preocupa a las instituciones de educación media superior por los bajos resultados en el aprendizaje de los

alumnos. Se considera que el principal motivo por el cual no se ha logrado mejorar la educación es la falta de estrategias didácticas basadas en competencias. Díaz Barriga (2011), menciona que quienes defienden el modelo de competencias, no han ofrecido apoyos para la construcción de estrategias de aprendizaje acordes a esta perspectiva educativa, por lo que aún predominan en los docentes las falsas concepciones de lo que significa este enfoque de enseñanza- aprendizaje, una de ellas es que se separa del constructivismo.

En algunos planteles del Colegio de Bachilleres de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, especialistas en educación realizaron investigaciones para determinar el estado de aplicación del nuevo modelo educativo, dados los resultados de la prueba PLANEA y el bajo nivel de aprovechamiento escolar, concluyeron que, en buena parte de los docentes aún predominan las prácticas de enseñanza tradicional con una incompreensión de la puesta en práctica del enfoque en competencias. En el proceso de enseñanza, son muchos los factores que influyen en el aprendizaje de los alumnos, no todo depende de la práctica educativa, sino también de las características propias de los jóvenes, como son la edad, el nivel socioeconómico, su ambiente sociocultural, etc. Un claro ejemplo es el bajo nivel de conocimientos con el que ingresan al colegio y la falta de motivación al tener que estudiar en un sistema educativo que para la mayoría no fue de su elección.

Lo anterior conlleva a reflexionar que se requiere diseñar estrategias de enseñanza- aprendizaje acordes al modelo de competencias considerando las características y necesidades de los alumnos. Los aprendizajes se construyen a partir de significados reales, al darle a la disciplina un tratamiento lógico, secuencial y ordenado, sobre todo en las asignaturas científicas como la Biología, esto implica que el docente debe realizar un esfuerzo mayor para encontrar conectores con su entorno cotidiano que permitan la construcción de aprendizajes significativos en los alumnos (Díaz Barriga, 2011).

Los avances científicos que proporciona la genética a la humanidad tienen implicaciones significativas en el área sociocultural y de la salud. A nivel de bachillerato incluir contenidos del área de Biología en la enseñanza es relevante

y pertinente para una apropiada formación científica de los estudiantes (Radford y Bird-Stewart, 1982). Por tal motivo todo estudiante debe estar informado y obtener los conocimientos necesarios con la finalidad de usarlos oportunamente en la toma de decisiones.

El tema de alteraciones cromosómicas cobra importancia e interés, por la dificultad de enseñar los contenidos conceptuales, siendo algunos abstractos y de difícil comprensión por parte de los alumnos. Es importante que los estudiantes reconozcan el origen de estas mutaciones cromosómicas y sus consecuencias en la salud, aunado a que, en algún momento de la vida los alumnos han tenido contacto con síndromes cromosómicos como Down, Turner y Klinefelter, o han captado información de los medios de comunicación por su frecuencia e incidencia en la población.

Considerando los motivos antes expuestos que requieren atención para lograr el aprendizaje de los alumnos, se planteó este proyecto de investigación, el cual se realizó en el plantel 7 "Iztapalapa" del Colegio de Bachilleres. Se enfocó en aplicar una estrategia didáctica basada en competencias mediante un estudio de caso sobre el tema alteraciones cromosómicas a alumnos de quinto semestre que cursan la asignatura de Biología II, con la intención de mejorar el aprendizaje de los alumnos, y que la estrategia pueda servir de modelo a compañeros docentes, aportando los elementos y claridad de cómo aplicar el enfoque en competencias en un tema relevante de la Biología. Además de ser un área de oportunidad para mejorar la práctica docente, teniendo en cuenta que son muchos los factores que inciden en el aprendizaje de los alumnos.

El presente trabajo se desglosa en seis capítulos, un anexo y las referencias bibliográficas. A continuación, se describe brevemente el contenido de cada capítulo:

El capítulo uno, como introducción, hace referencia a la trascendencia de la Reforma educativa y sus implicaciones en la enseñanza en el Colegio de Bachilleres, principalmente por la complejidad de aplicar el enfoque en competencias, desde la planeación hasta la evaluación, la importancia de



considerar las características propias de los alumnos y la dificultad de la enseñanza de la genética en el bachillerato.

En el capítulo dos se presenta el marco teórico, mediante un breve análisis de la literatura consultada que surge como resultado de la investigación referente a la problemática presentada sobre el Aprendizaje Basado en Competencias y la importancia de la enseñanza del tema, las alteraciones cromosómicas en el bachillerato.

El capítulo tres considera los puntos relevantes del planteamiento del problema, la justificación, los objetivos y la hipótesis.

El capítulo cuatro describe la metodología que se siguió en el desarrollo del presente trabajo.

El capítulo cinco presenta el análisis estadístico del desempeño de los estudiantes antes y después de la aplicación de las estrategias didácticas, mediante la contrastación de los resultados obtenidos con el instrumento de evaluación; así como la discusión.

En el capítulo seis se presentan las conclusiones y la reflexión docente.

Finalmente, los anexos de este trabajo y las referencias bibliográficas.

### **1.1 La Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) 2008**

La población de jóvenes (15 a 24 años) en México, aumentó de forma significativa y de acuerdo a la OCDE (2007), sólo el 20% de éstos contaba con estudios a nivel medio superior, este fue el principal indicador de que gran parte de la población tenía la necesidad de estudiar o integrarse al sistema productivo. Solamente en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, existen poco más de 300 mil jóvenes que demandan acceso al nivel medio superior, de los cuales únicamente 58 de cada 100 (entre 16 y 18 años) logran incorporarse a la

Educación Media Superior, además se observa una marcada preferencia por ingresar a la UNAM o al IPN, lo cual no sucede, los espacios que ofrecen estas instituciones son reducidos por lo que no se cubre la demanda.

Varias instancias educativas concluyeron en su diagnóstico, que los principales problemas que presentaba la Educación Media Superior (EMS), eran el elevado nivel de abandono escolar, un bajo nivel de aprovechamiento, jóvenes sin capacidades para incorporarse al mercado laboral, la dificultad para revalidar estudios y transitar libremente entre los subsistemas y la necesidad de desarrollar las herramientas cognitivas suficientes para utilizar las Tecnologías de Información y Comunicación.

Para dar solución a estas demandas, el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012, propuso la RIEMS con la finalidad de atender las necesidades antes mencionadas y cumplir con una formación educativa de calidad a través de modelos innovadores y flexibles basados en las Tecnologías Informáticas de la Comunicación. Los principales retos a los que se enfrentaba la reforma fueron la ampliación de la cobertura, el mejoramiento de la calidad educativa y la equidad.

La Reforma Educativa se basó en tres principios básicos: el reconocimiento universal de todas las modalidades y subsistemas de bachillerato; la pertinencia y relevancia de los planes de estudio y el tránsito entre los diferentes subsistemas de la EMS. Por lo que se implementó la creación de un Sistema Nacional de Bachillerato (SNB) basado en competencias (Acuerdo número 442, SEP).

### **1.1.1 Las competencias en el ámbito educativo**

La Educación basada en competencias inició en México en el año 1995, con el proyecto para la Modernización de la Educación Técnica y la Capacitación, con el propósito de mejorar la calidad de la educación técnica y la capacitación para el trabajo. Su principal componente fue la modernización de los programas, implicó la aplicación del modelo basado en competencias en el sistema de educación tecnológica y media superior, concretamente en el Colegio Nacional

de Educación Profesional Técnica (CONALEP), la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI) y posteriormente en el nivel superior en el Instituto Politécnico Nacional (IPN). También se incorpora a las escuelas normalistas y en la primera década del siglo XXI se generaliza a todos los niveles educativos, con las modificaciones curriculares en la educación preescolar (2004), primaria (2009) y secundaria (2006), así como en la Educación Media Superior (2009). Las universidades también adoptan este enfoque, ya que se les otorga apoyos financieros a las instituciones públicas que apliquen esta innovación curricular (Carlos, 2011).

Este modelo educativo es la base de la Reforma educativa del año 2008 (RIEMS) y se caracterizó por las modificaciones curriculares implantadas en los noventa, junto con el currículo flexible centrado en el aprendizaje, con lo cual se buscaba resolver los problemas por los que atravesaba la educación en México.

## **1.2 El Colegio de Bachilleres**

El Colegio de Bachilleres es una institución pública creada hace 45 años con la finalidad de ofrecer estudios de Educación Media Superior (EMS). Pertenece al Sistema Nacional de Bachillerato, y su modelo educativo es constructivista por competencias, este sistema educativo opera en los veinte planteles de la institución, los cuales están distribuidos en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México; la mayoría ubicados en regiones marginadas o conurbadas de condición socioeconómica media baja.

La institución se distingue por ofrecer un bachillerato general, cuyo objetivo es proporcionar una formación científica, humanística y tecnológica, que permita a los estudiantes ingresar a cualquier carrera profesional en las universidades o en las escuelas superiores del sistema de educación tecnológica, previo examen de admisión.

El Colegio de Bachilleres se basa en el planteamiento académico de la Reforma Integral para que el estudiante cumpla con el perfil del egresado, y tenga más posibilidades de ingresar a estudios superiores y pueda contar con una

ocupación que le ayude a mantenerse. El plan de estudios (anexo 1) está organizado en tres áreas de formación: básica, específica y para el trabajo (Colegio de Bachilleres, 2017).

De acuerdo con la estadística básica del colegio (2016-2017) en la modalidad escolarizada, se atiende una población de 95641 jóvenes, el 80% de los cuales tiene entre 15 y 19 años de edad y la mayoría, el 90% se dedica únicamente a estudiar; en este periodo ingresaron a la institución 42079 jóvenes, cifra que representa el 16.4% del total de la demanda efectiva; es decir, uno de los mayores porcentajes de absorción entre las instituciones participantes.

En cuanto a los indicadores educativos, se puede mencionar que la eficiencia terminal en el ciclo escolar 2016-2017, fue del 47.6%, la aprobación alcanzó el 47.7%, la deserción fue del 19.1% y egresaron en total 20488 alumnos; todos estos datos resultan del promedio de los 20 planteles con que cuenta la institución. Es importante mencionar que hay una diferencia muy marcada entre los planteles y el turno, lo cual está determinado por su ubicación, las características del entorno, el nivel socioeconómico y el nivel de aprendizaje con el que ingresan los alumnos a la institución.

Con base en el Programa de Desarrollo Institucional del Colegio de Bachilleres (PDI) y el Programa Sectorial de Educación (PSE) 2013-2018, la institución tiene como meta fortalecer la calidad y la pertinencia de la educación media superior a fin de que contribuyan al desarrollo de México.

### **1.2.1 Características de los alumnos**

El Centro Nacional de Evaluación (CENEVAL), reporta que los estudiantes que ingresan al primer semestre tienen severos rezagos, especialmente en razonamiento verbal y matemático; son los aspirantes que obtienen los menores puntajes en el examen EXANI-I, asimismo más del 80% no seleccionó al colegio como primera opción para estudiar el bachillerato, lo cual contribuye a disminuir la autoestima y probablemente, es una de las causas de deserción escolar.

La mayoría de los estudiantes provienen de escuelas públicas (95%), la distribución por sexo del nuevo ingreso es de igual proporción entre hombres y mujeres, provienen de familias de bajos ingresos; la mayoría dependen económicamente de sus familias. De acuerdo con las encuestas, alrededor del 90% de los estudiantes desean continuar estudios a nivel superior, no obstante, no logran ingresar más del 2% de los alumnos egresados, y el resto está siendo rechazado en los concursos de admisión.

De esta manera la continuidad educativa es un problema para la institución, el periodo de entre los 15 y los 17 años es crucial en los jóvenes, ya que poco más del 50% de ellos abandona la escuela por la necesidad de trabajar o por su bajo rendimiento escolar debido principalmente a problemas familiares, al consumo de drogas y alcohol, por embarazos no planeados o establecer compromisos en pareja.

De acuerdo con el modelo educativo basado en competencias, se debe establecer un puente entre el conocimiento y el uso de las nuevas tecnologías que faciliten el desarrollo del proceso de enseñanza–aprendizaje y evaluación. Si se consideran las características actuales de los jóvenes, se desenvuelven en un medio en el que la información está a su alcance gracias al acercamiento que tienen mediante el uso de celulares e internet en casa, pero no los usan con fines académicos, sino para mantenerse en constante comunicación con sus pares, por lo tanto es necesario incluir en las planeaciones didácticas actividades que involucren el uso de estos dispositivos electrónicos para obtener y manejar información dentro del aula.

### **1.2.2 Características de los docentes**

La planta docente de la institución está conformada por profesionistas en constante actualización, el 92% completaron estudios de licenciatura y 1 de cada 4 han estudiado una maestría. En la presentación del seminario ¿Quiénes son nuestros profesores? (2017), se recalcó que una de las sugerencias del profesorado era la necesidad de contar con mayores apoyos para el fortalecimiento de competencias docentes, así como la ejemplificación de temas

vinculados directamente con las asignaturas que permitieran reforzar en el aula el modelo basado en competencias.

Aún, cuando los más de 3,300 docentes de la institución cuentan con una formación pedagógica y disciplinaria que les permite planear, impartir sus clases y elaborar materiales didácticos, en las prácticas docentes siguen centradas la memorización de contenidos más que en el aprendizaje, esto causa el bajo desempeño de los alumnos originando un serio rezago en el aprendizaje, la deserción y el bajo egreso escolar.

Los profesores consideran que la infraestructura y equipo de cómputo, con que cuenta la institución es muy limitado, esto no permite acercar a los estudiantes al uso de las tecnologías informáticas en clases, a lo mucho se trabaja con equipos propios de los docentes y los teléfonos celulares de los alumnos, si es que cuentan con datos o logran conectarse a internet, el cual es muy deficiente. Con relación a los laboratorios de ciencias, no están disponibles por encontrarse en remodelación, ni hacer uso del material y el equipo, lo que limita el desarrollo de las competencias disciplinares del área experimental.

Para completar el panorama descrito, en el colegio no se cuenta con suficientes mecanismos de evaluación para el análisis de la calidad y pertinencia educativa. El único espacio que podría ser empleado para compartir experiencias de opiniones sobre la práctica docente son las jornadas académicas que se realizan mensualmente en todos los planteles, esto resulta de vital importancia, dado que lo más preocupante para los docentes es el bajo desempeño escolar que logran alcanzar los estudiantes.

De acuerdo con la estructura curricular y el Marco Curricular Común (MCC) en el colegio se deben resignificar los contenidos que hasta hoy transmite la escuela, favoreciendo su aplicación y uso en acciones concretas. Se deben ajustar las formas de enseñanza y el uso de recursos didácticos, procurando hacer uso de las nuevas tecnologías. Es necesaria la reflexión y el análisis entre los principales actores del quehacer educativo del Colegio de Bachilleres y tener

claro cuáles son los factores que se deben modificar, para poder remontar las deficiencias que ahora se han vuelto cotidianas en las aulas.

### **1.3 Las competencias en el Colegio de Bachilleres**

El Sistema Nacional de Bachillerato (SNB) establece que, al terminar la EMS, independientemente de la forma particular de organización curricular de cada institución, los alumnos compartirán una serie de competencias organizadas en el MCC.

El MCC del Sistema Nacional de Bachillerato quedó formalmente establecido en el Diario oficial de la federación publicado el 21 de octubre de 2008 en el Acuerdo 444 de la Secretaría de Educación Pública. Este especifica la necesidad de actualizar planes y programas de estudio en contenidos, materiales y métodos para que con ellos se fomenten valores y competencias en el egresado del nivel medio superior siendo productivo y competitivo al insertarse en la vida social y económica.

El Colegio de Bachilleres cuenta con sus propios programas de acuerdo con el Plan de Estudios, donde están implícitas las competencias genéricas, disciplinares y profesionales que integran la Reforma Integral. Estas competencias son idénticas para todos los subsistemas y planteles de la EMS; la función de los profesores es adecuar su trabajo al logro de desempeños mediante la integración de conocimientos, y a partir de las competencias se defina el perfil del egresado.

Para los fines de conceptualización de este trabajo sólo se mencionan las características de las competencias relacionadas con el Colegio de Bachilleres, de acuerdo a su modalidad formativa presencial, como un bachillerato general con capacitación para el trabajo.

Además de las competencias genéricas, se definieron las competencias disciplinares básicas como los conocimientos, habilidades y actitudes asociados con la organización disciplinaria del saber. En el caso del Colegio de Bachilleres,

se organizan en seis campos disciplinares: Lenguaje y Comunicación, Matemáticas, Ciencias Experimentales, Ciencias Sociales, Humanidades y Desarrollo Humano.

Las competencias disciplinares extendidas, al igual que las disciplinares básicas, son definidas a partir de las áreas en las que tradicionalmente se ha organizado el saber y se expresan en abordajes disciplinares específicos cuya aplicación se ubica en el contexto de esas áreas. En la Institución se delimitan en cuatro dominios profesionales: Físico-Matemáticas, Químico-Biológicas, Económico-Administrativas y Humanidades y Artes.

Las competencias profesionales básicas responden a las necesidades del sector productivo y posibilitan al estudiante iniciarse en diversos aspectos del ámbito laboral. En el Colegio, se organizan en siete grupos ocupacionales: Arquitectura, Biblioteconomía, Contabilidad, Informática, Química, Recursos Humanos y Turismo; dependiendo del plantel.

### **1.3.1 Estrategias de enseñanza- aprendizaje basadas en competencias**

La aplicación del modelo educativo basado en competencias ha llevado a crear ideas equivocadas de separación del constructivismo y este enfoque, lo cual se ve reflejado en el bajo aprendizaje de los alumnos.

Con base en la postura constructivista y el enfoque en competencias, las estrategias de enseñanza aprendizaje han de enfocarse en que los alumnos logren aprendizajes situados, experimentales y auténticos que les permitan desenvolverse en situaciones planificadas muy similares a las de su entorno. El profesor ha de seleccionar, planear y organizar en las secuencias didácticas actividades creativas de situaciones o problemas reales enfocadas en las competencias que especifica el programa de estudios, apoyado de técnicas y tareas didácticas que faciliten la ejecución de desempeños verificables mediante la evaluación. Además de fomentar un ambiente propicio que promueva el interés, la motivación y el trabajo colaborativo (Díaz Barriga y Hernández, 2009).



### **1.3.2 La evaluación de competencias**

Generalmente la evaluación tradicional se centra en pruebas objetivas o exámenes que sobrevaloran la memorización de conceptos, dichas pruebas no siempre están relacionadas con los conocimientos o habilidades que sí tienen verdadera relevancia en el mundo real; además, se plantea que dichas pruebas muchas veces ignoran la integración de los conocimientos y no permiten evaluar la competencia del estudiante en función a los objetivos del aprendizaje o de lo que se espera en la sociedad.

La evaluación de competencias concibe al estudiante como un sujeto que integra, transfiere y manifiesta sus conocimientos de manera personal; por lo tanto, debido a esto se debe replantear la evaluación de desempeños que integre el conocimiento y la habilidad que tiene en el uso de sus aprendizajes en diferentes contextos para hacerlos pertinentes.

De acuerdo a Silva y Hernández (2000), mediante la estimación del desempeño es posible evaluar contenidos conceptuales, procedimentales, actitudes y valores, así como habilidades de pensamiento. Para ello se pueden utilizar estrategias de aprendizaje, como son: aprendizaje basado en problemas, estudio de casos, proyectos, debates, ensayos, preguntas que generen un conflicto cognitivo conformando portafolios apoyado de instrumentos como las listas de cotejo, escalas estimativas y rúbricas.

### **1.4 Enseñanza de la genética en el bachillerato**

Los estudios sobre la investigación didáctica de la Biología, muestran que el aprendizaje de la genética no ha sido el óptimo. A pesar de la mediación docente, la genética continúa siendo escasamente comprendida por los estudiantes, su dificultad de aprendizaje se explica por las estrategias didácticas implementadas, y casi siempre se basan en ejemplos de plantas o animales desconocidos e irrelevantes para los alumnos.

Otra situación que influye en el aprendizaje es que se sigue enseñando por su asociación a características exclusivamente observables, como si los cromosomas y los mecanismos de su alteración no tuvieran relación con los aspectos funcionales de un ser vivo. Se deben incluir casos de la herencia relacionados con los seres humanos, así el aprendizaje se puede ver favorecido si se aborda desde situaciones cercanas a la realidad (Figini y De Micheli, 2005).

Por lo antes mencionado, es necesario que las planeaciones didácticas partan de la construcción de un problema con elementos de la realidad, no sólo los que se obtienen de los medios de comunicación, sino los que ofrece la investigación científica, como resultado se logrará el aprendizaje significativo con el desarrollo de competencias (Díaz Barriga, 2006).

Los alumnos saben que los seres humanos contamos con una dotación de 46 cromosomas y se representan en la mujer como 46 XX y en los hombres como 46 XY (22 pares autosómicos y un par sexual); la diploidía se origina al fecundarse el óvulo por un espermatozoide y completar su desarrollo embrionario por mitosis. ¿Pero, qué sucede si alguna de estas células sexuales no cuenta con el número correcto de cromosomas? ¿Sólo las células sexuales de las mujeres pueden presentar estas alteraciones cromosómicas? ¿Qué implicaciones sociales y en la salud presentan los individuos con alguna alteración en el número de sus cromosomas?

A partir de estas preguntas se plantea un conflicto cognitivo en los alumnos, el tema de las alteraciones cromosómicas (aneuploidías) puede llamar su atención y despertar el interés en ellos. Con base en lo anterior, se propone desarrollar una estrategia didáctica basada en competencias. Dada la amplitud del tema se seleccionaron solo tres ejemplos de estas alteraciones, denominados síndromes cromosómicos (Down, Turner y Klinefelter), por ser los más comunes y con los que pueden estar relacionados los alumnos de acuerdo con su contexto sociocultural y escolar.

## **Capítulo II MARCO TEÓRICO**

### **2.0 Fundamento Pedagógico**

#### **2.1 El Aprendizaje Basado en Competencias (ABC)**

Desde el punto de vista educativo, las competencias son aprendizajes complejos que responden a la construcción de conocimiento de una capacidad o habilidad, en los que se busca obtener un nivel mayor de conocimiento que sea funcional (metacognición) y aplicado bajo circunstancias específicas en diferentes contextos sociales (Villasánchez, 2007). El 1988 Howard Gardner plantea que una competencia implica no sólo comprender, sino la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe (Torres, 2007).

Esta propuesta didáctica se basa en la construcción de niveles cognitivos de un nivel menor a mayor relacionados con un conjunto de condiciones sociales que determinan el conocimiento significativo (Vygotsky, 1995); las competencias son internalizadas por los alumnos a través del proceso progresivo del aprendizaje mediante situaciones problema aproximadas a la realidad por medio de tareas (problemas, casos, proyectos, temas generadores, etc.) que contienen un alto nivel de relevancia cultural y por medio de las cuales se promueve en los alumnos el trabajo colaborativo. Con todo ello se busca conseguir la construcción del conocimiento personal y en conjunto del grupo de alumnos, con la guía del docente y el seguimiento de todo el proceso educativo.

Algunas propuestas pedagógicas con enfoque en competencias y la solución de problemas, son el denominado Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el Aprendizaje Basado en el Estudio de Casos (ABEC) y el Aprendizaje Mediante Proyectos (AMP); con todas se pueden practicar distintos tipos de habilidades cognitivas, expositivas, comunicativas (orales y escritas) y de pensamiento crítico; al mismo tiempo que se aprenden los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales establecidos en los programas de estudio (Díaz Barriga y Hernández, 2009).

Algunos autores como Monereo y Pozo (1999) definen a las competencias como un conjunto de recursos potenciales (saber qué, saber cómo, saber cuándo y porqué) que posee una persona para enfrentarse a problemas propios del escenario social en que se desenvuelve. De tal forma que las competencias integran y movilizan los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que le permiten al individuo, aplicarlos sobre situaciones reales donde los alumnos demuestren que el conocimiento adquirido les permite realizar tareas con conocimiento de causa, que permite elevar su autoestima y ser asertivos en sus decisiones. El esquema de la figura 1 representa la integración de los elementos que se requieren para desarrollar una competencia.

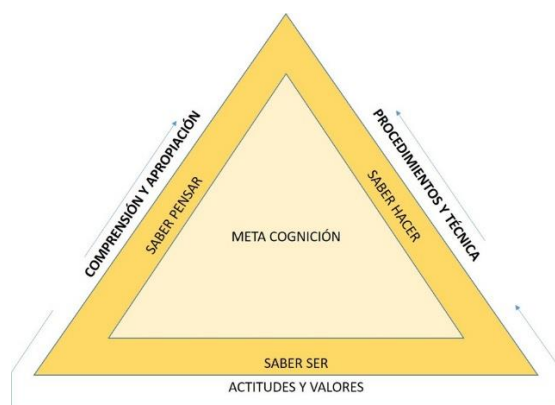


Fig. 1 Conformación de una competencia conforme a Monereo y Pozo, 1999

### 2.1.1 Las competencias y el constructivismo

El constructivismo es la base del desarrollo de las competencias, implica la reorganización de estructuras cognitivas mediante la problematización y la solución con acciones referidas al contenido temático en un cierto contexto, dejando atrás la memorización de datos y conceptos sin aplicación.

Tanto en la enseñanza como en el aprendizaje se deben considerar las competencias referidas en los programas de estudio, no implica cambiar los programas de estudio, sino adecuar las formas de enseñar en el desarrollo de tareas que han de realizar los alumnos enfocadas en el trabajo y la solución de problemas. Pero además se debe procurar introducir el uso de las Tecnologías

Informáticas de la Comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza- aprendizaje como parte de las necesidades de los alumnos de este siglo.

### **2.1.2 Aprendizaje basado en estudio de casos**

Es un método didáctico asociado al análisis y solución de un problema o caso específico, considerando una situación que sucedió en realidad y un contexto semejante al de los estudiantes, donde habrá que tomar decisiones. El relato deberá contener información suficiente relacionada con hechos, lugares, fechas, nombres, personajes y situaciones.

La utilización del método de caso, permite evaluar la forma en que un alumno se desempeña ante una situación específica, sus temores, sus valores, la utilización de habilidades de pensamiento, su habilidad para comunicarse, para justificar, argumentar, la forma de utilizar los conceptos y aplicarlos en una situación real. Además, es importante mencionar que otro propósito de este método es evaluar la forma en que el alumno pone en práctica sus habilidades y demuestra sus actitudes.

La evaluación para el método de caso se puede realizar mediante la observación, con una discusión en el salón de clases o utilizando una rúbrica. La misma rúbrica, puede ser utilizada para evaluar la resolución del caso a través del método de discusión de conflictos, en el que, además el profesor puede observar las conceptualizaciones, fortalezas y debilidades que tiene un alumno sobre un tema determinado. Durante la discusión, el estudiante tiene la oportunidad de cambiar su opinión basado en las argumentaciones que ofrecen sus compañeros, además, permite evaluar el tipo y el proceso de razonamiento que utiliza para llegar a dichas opiniones y conclusiones.

Al finalizar, el profesor debe resaltar que hay varias formas de resolver un problema, tal vez algunas correctas y otras incorrectas dependiendo de la respuesta obtenida, sin embargo, destacando que lo más importante es el proceso de razonamiento utilizado, más que la solución, ya que esto permite

conocer los errores en los que se incurre cuando se intenta solucionar un conflicto determinado (Torres, 2013).

Las ventajas del empleo de esta práctica educativa es que el alumno puede combinar principios aprendidos en el aula y nuevas reglas de aplicación cercanas a la realidad. Y una desventaja es que requiere de inversión de tiempo para la planificación, la preparación de los materiales y los recursos didácticos.

## **2.2 Evaluación del aprendizaje**

En general, la evaluación centrada en los aprendizajes está relacionada con criterios basados en los objetivos de aprendizaje y desempeños, en otras palabras, se evalúa a los estudiantes en cuanto al logro de objetivos y medición de competencias con respecto a un objetivo instruccional (Miguel, 2015).

La evaluación puede aplicarse en diferentes momentos (diagnóstica, formativa y sumativa), con base en la estructuración de los niveles de desempeño (excelente, bueno, suficiente). Se realiza durante todo el proceso como una acción formativa, en tres diferentes momentos de la intervención pedagógica: inicio, desarrollo y cierre, con tres tipos diferentes: heteroevaluación, coevaluación o autoevaluación.

Para recabar evidencias de los desempeños se emplean instrumentos como rúbricas, portafolios de evidencias, ensayos, reportes de investigación, lista de cotejo, guías de observación, entrevistas, encuestas, etc.

Las rúbricas son guías precisas que valoran los aprendizajes y productos realizados. Son tablas de doble entrada, que desglosan los niveles de desempeño de los estudiantes en un aspecto determinado, con criterios específicos sobre rendimiento; indican el logro de los objetivos curriculares y las expectativas de los docentes. Es un instrumento eficiente para la evaluación de cualquier tipo de tarea, pero hay que destacar especialmente su utilidad en el caso de tareas de la vida real, situaciones diversas y complejas como las que

conlleva el desarrollo de competencias, al permitir diseccionarlas en actividades más simples, de forma gradual y operativa (Miguel, 2015 y Gatica, 2013).

Las pruebas de selección múltiple se pueden administrar rápida y fácilmente a grandes números de estudiantes abordando muchos temas. Sin embargo, ofrecen menor profundidad y tienden a enfocarse en la capacidad de recordar y en habilidades cognitivas bajas. Las pruebas de respuesta construida proveen información más profunda de lo que los estudiantes saben y pueden hacer.

Un test puede estar conformado principalmente por ítems de selección múltiple, pero se puede complementar la información con preguntas abiertas, que requieran que el estudiante redacte la respuesta y exponga argumentos, lo que permite evaluar habilidades que no se pueden recoger de la misma manera con solo ítems de selección múltiple (Covacevich, 2014).

## **2.3 Fundamento Disciplinar**

### **2.3.1 La asignatura de Biología II**

La enseñanza de la biología en el Colegio de Bachilleres contribuye al desarrollo de una cultura científica básica en los estudiantes, adoptando los procesos de investigación científica de los expertos al proceso de enseñanza-aprendizaje y evaluación de la ciencia en la escuela.

El enfoque disciplinar retoma los principios unificadores de la biología, unidad, diversidad, continuidad e interacción, lo que permite seleccionar, organizar y orientar los contenidos de cada una de las asignaturas de acuerdo con los niveles de organización de los seres vivos.

En el caso de los principios unificadores, la unidad considera lo común a todos los seres vivos, como es la célula, su organización estructural, funcional, su origen y evolución, el principio de diversidad considera las múltiples formas de vida conocidas, el principio de continuidad hace referencia a los mecanismos que posibilitan la transmisión de caracteres hereditarios, reproducción y evolución.

De acuerdo con el programa de estudios de la asignatura de Biología II (2016), del Colegio de Bachilleres, las competencias genéricas y disciplinares que se deben desarrollar en la estrategia didáctica, se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1. Competencias a desarrollar en el tema “alteraciones cromosómicas”.**

COMPETENCIAS A DESARROLLAR EN EL BLOQUE 3				
“Principios de Genética y Evolución”				
Tipo de competencia	Ámbito o Área	Número de competencia	Descripción	Atributo a desarrollar
Genérica	Piensa crítica y reflexivamente	CG6	Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.	Reconoce los propios prejuicios, modifica sus puntos de vista al conocer nueva evidencia, e integra nuevos conocimientos y perspectivas al acervo con el que cuenta.
	Trabaja en forma colaborativa	CG8	Participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos.	Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.
Competencia disciplinar básica	Ciencias experimentales	CD10	Relaciona las expresiones simbólicas de un fenómeno de la naturaleza y los rasgos observables a simple vista o mediante instrumentos o modelos científicos.	

Fuente: Diario oficial de los Estados Unidos Mexicanos. (2008). ACUERDO número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el Marco Curricular Común del Sistema Nacional de Bachillerato. SEP, México. [www.sep.gob.mx](http://www.sep.gob.mx)



## 2.4 El tema “alteraciones cromosómicas” en el bachillerato

El Bloque temático 3. Principios de genética y evolución, en específico del núcleo temático 2 “Fuentes de variación”, del programa de Biología II, incluye el tema de alteraciones cromosómicas. Considerando el contenido y las competencias genéricas y disciplinares a desarrollar, el propósito (objetivo) del tema es:

*“El estudiante reconocerá a las alteraciones cromosómicas como fuentes de variación utilizando conocimientos científicos y expresiones simbólicas propias de la genética para que pueda asumir una postura constructiva, reflexiva y crítica relacionada con su contexto escolar y social”.*

Se aplica la estrategia considerando que los alumnos cuentan con los siguientes aprendizajes previos:

- Identifica los procesos de división celular (mitosis y meiosis).
- Identifica los tipos de reproducción (asexual y sexual).
- Reconoce el proceso de gametogénesis (ovogénesis y espermatogénesis).
- Identifica qué son los cromosomas.

Conocer las bases de la genética resulta beneficioso en la vida, aunque a la edad que tienen los alumnos del Colegio, estos temas no tienen relevancia, a pesar de que pueden tener contacto con personas que presentan algún tipo de síndrome, siendo el más frecuente, el de Down (de cada 1000 recién nacidos, entre cuatro a siete pueden mostrar esta alteración). Es importante que ellos reconozcan que, para cada pareja existe la probabilidad de que por nacimiento se pueda presentar el riesgo de que el producto esté afectado. Dado que existen factores que pueden influir en que esto ocurra, es importante que obtengan información que les permita entender cómo se originan los cambios en la información genética y eliminar o modificar las preconcepciones no acordes científicamente con lo actualmente propuesto, generalmente basadas en la desinformación (Serrano y Govea, 1990).

Los alumnos presentan ideas confusas o erróneas de lo que implica una mutación. Aunque han escuchado el término, no pueden explicar qué originó el cambio en los cromosomas en alguno de los progenitores. Es importante que comprendan que la alteración de los cromosomas puede originarse en cualquier momento a lo largo de la vida de un organismo, tanto en las células somáticas como en las células sexuales. Deben reconocer que pueden ser originadas por agentes físicos, químicos y biológicos. Algunos ejemplos de estos agentes son: las radiaciones y muchas sustancias contaminantes a las que estamos expuestos los seres humanos, como las nitrosaminas, los hidrocarburos policíclicos aromáticos, productos de la pirolisis del tabaco, plomo, algunos plaguicidas y muchas otras que pueden dañar al ADN, provocando cambios en el genoma (León, 2014).

Podrán aplicar los conceptos como fenotipo, cariotipo y mutación en las denominadas aneuploidías, que conllevan una serie de anomalías que causan cambios fisiológicos considerables en la salud e implican una serie de problemáticas sociales.

La aneuploidía refiere la ausencia de uno de los homólogos de cualquiera de los pares de cromosomas en una célula, lo que deriva en que la célula generada simultáneamente, presente un cromosoma extra del par respectivo. Así, una trisomía corresponde a la fórmula  $2n+1$  o bien, una monosomía, a la fórmula  $2n-1$  (Ringo, 2001).

La causa de la mayoría de los casos de aneuploidía es el fenómeno de la no-disyunción durante la meiosis, o la mitosis. Disyunción, es la palabra empleada para describir la segregación normal de los cromosomas homólogos o las cromátidas hacia los polos opuestos durante la meiosis o la mitosis, respectivamente. La no-disyunción indica un fallo en este proceso, en el que los dos cromosomas o cromátidas se van juntos a un polo y el otro no recibe nada, tal como se muestra en la figura 2.

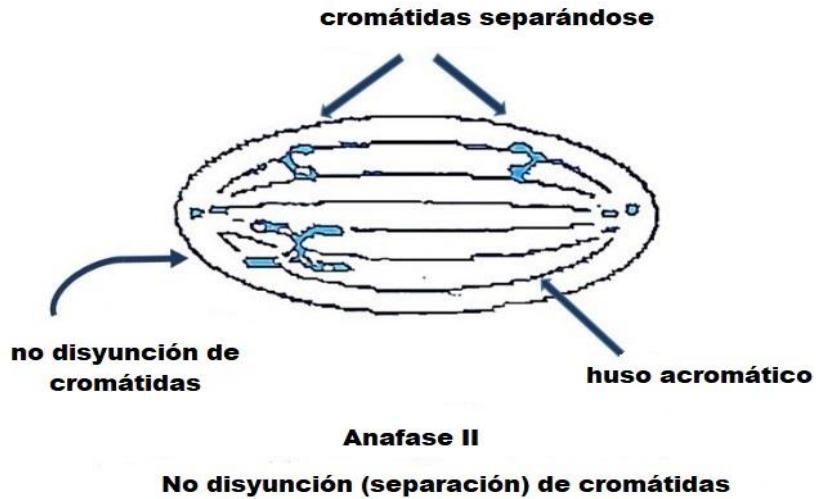


Fig. 2. Representación de la no-disyunción en la anafase II de la meiosis (elaboración propia).

Hay que considerar que la meiosis implica la formación de cuatro productos celulares que requieren de dos momentos en los que deben separarse los cromosomas homólogos (meiosis I) y las cromátidas hermanas (meiosis 2), la no disyunción ha sido referida como primaria (meiosis I) y secundaria (meiosis II) (Fig.3).

La no disyunción meiótica genera productos aneuploides

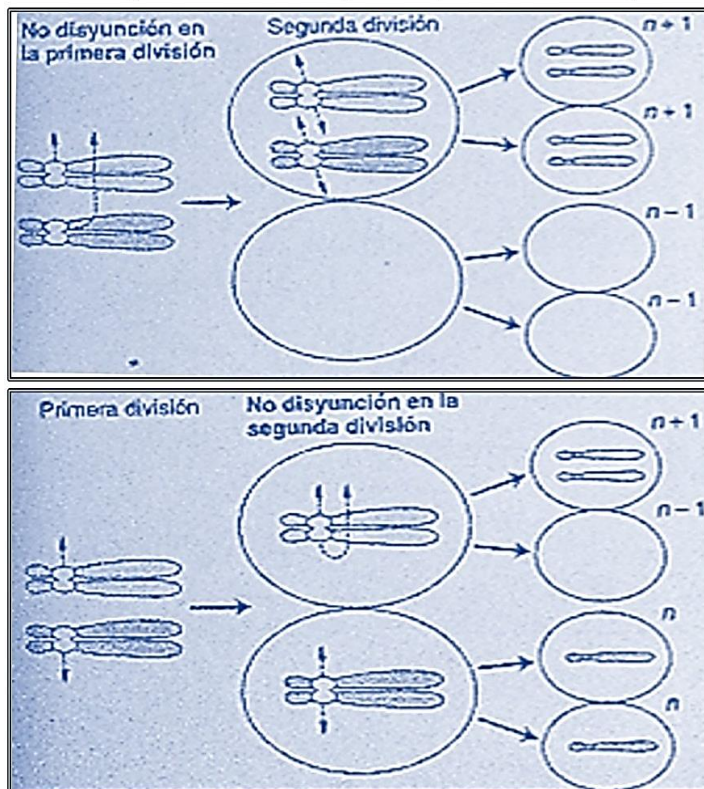


Fig.3. Algunos productos aneuploides de la meiosis (gametos).

Tomado de Griffiths, A. (2008).

Una alteración cromosómica numérica, también es conocida como un síndrome de origen genético, el cual se caracteriza por un conjunto de desórdenes físicos con signos reconocibles (fenotipo y genotipo), que generalmente aparecen asociados con desequilibrios fisiológicos que causan problemas en la salud del individuo que lo presenta. No debe confundirse con una enfermedad, y aunque conllevan afectaciones en la salud no son curables, solo tratables, quién nace con esta condición vivirá con ella de por vida (Fernández, 2010).

### Síndrome de Down

En el caso del Síndrome de Down se presenta el cariotipo 47, XX+21 o 47, XY+21; la otra manera de producirse esta trisomía de cromosomas autosómicos, es por mosaicismo, representado como 46XY/ 47XY,21+ ó 46 XX/ 47XX,21+ (Strachan,1999). Los individuos afectados muestran una serie de características fenotípicas visibles en cara y manos relacionadas con enfermedades cardíacas.

La probabilidad de formar óvulos con dos cromosomas 21 aumenta conforme la edad de la madre avanza. A los 20 años es de 0.4 por cada 1000 nacidos vivos y a los 45 años es de 2.5 por cada 1000. Por ello se aconseja que las mujeres mayores de 35 años eviten lo posible concebir, pero si se embarazan, deberán pedir consejo genético para averiguar el estado del producto, el cual al revelarse con síndrome de Down puede considerarse apropiado para aborto terapéutico (permitido por la ley mexicana). Se ha comprobado que la trisomía del 21 también ocurre en mujeres muy jóvenes y también es un efecto de la edad paterna, aunque es menos probable.

En la figura 4 se observan características de otros síndromes comunes que afectan a los cromosomas sexuales, como el de Klinefelter (trisomía XXY) cuya frecuencia es de 1 por cada 500 niños varones, y el de Turner (monosomía X0) en 1 entre 2000 niñas recién nacidas y asociado con un 10% de los abortos espontáneos.

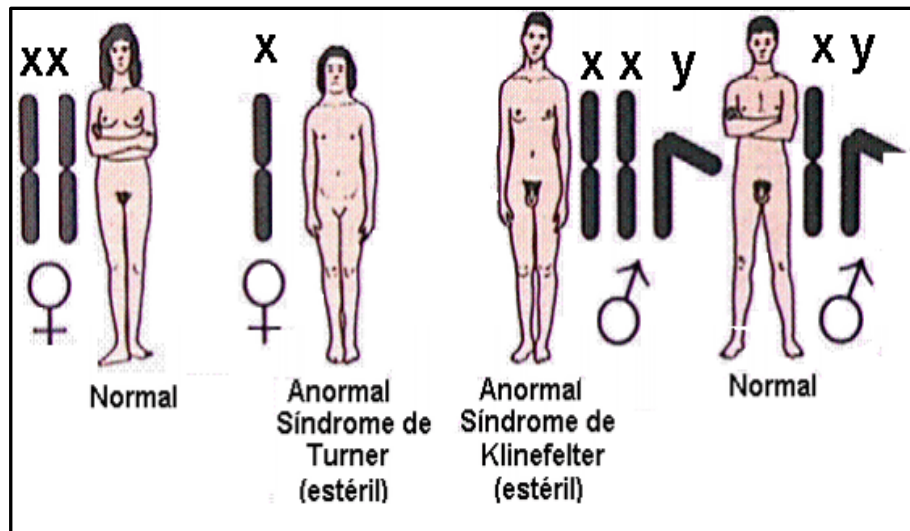


Fig. 4 Síndromes que afectan los cromosomas sexuales

Tomado de: <http://dijbio.blogspot.mx/2014/03/cromosomas.html>

### Síndrome de Turner

El síndrome de Turner se ocasiona por la pérdida total o parcial de un cromosoma X o Y. Condición donde el complemento cromosómico humano es de 44 autosomas más un solo cromosoma sexual X, y se representa como X0, estas mujeres no presentan período menstrual y sus caracteres sexuales apenas están insinuados. Las afectadas por lo general son estériles, de baja estatura, y a menudo presentan un pliegue en la piel que va desde el cuello hasta los hombros. Aunque su inteligencia es prácticamente normal, algunas de sus funciones cognitivas para la comprensión de conceptos abstracto, numérico y espacial podrían estar afectadas.

Los dos cariotipos más frecuentes en el Síndrome de Turner son el 45,X y el mosaico 45,X/46,XX. Pero quizá el cariotipo más peligroso, aunque poco frecuente, es el que presenta fragmentos que derivan de un cromosoma sexual Y, ya que, si provienen de un cromosoma Y se incrementa la posibilidad de un cáncer de gónadas, denominado gonadoblastoma, por lo que es muy importante su diagnóstico temprano para extirpar las gónadas (Fernández, 2010).

En México, llama la atención que la Secretaría de Salud (2016) ha detectado casos de este síndrome por lo cual se desarrolló un programa que consiste en

informar a la población para que niñas de baja estatura acudan a las clínicas y se realice un diagnóstico oportuno mediante un cariotipo. Esto surge por las investigaciones que muestran que la exposición a contaminantes ambientales denominados mutágenos, provocan la adición o supresión de cromosomas formando células aneuploides en la población humana. La información sobre los daños que causan algunos agentes denominados genotóxicos no siempre se transmite a la población, se limita a interpretarse como si la alteración fuera producto de una enfermedad curable (Zuluaga, 2009).

El Centro Nacional para la Salud de la Infancia y la Adolescencia (Censia), a partir del 2009 coordina distintas acciones mediante el programa Alteraciones sexuales congénitas ligadas a cromosomas, en 2012 dio a conocer que 1 de cada 2 mil 500 niñas que nacen en México (400 al año, 28 mil pacientes en total) presentan Síndrome de Turner, por lo que a este padecimiento se le da tratamiento en su totalidad por el Seguro Popular, su incidencia ha aumentado debido a sustancias tóxicas que pueden provocar la alteración (Nava, 2015).

### Síndrome de Klinefelter

Se caracteriza por la presencia de un cromosoma X extra en varones. Estos individuos poseen 47 cromosomas y sus cromosomas sexuales son XXY, trata de la segunda condición más frecuente producto de la trisomía y no es exclusiva del ser humano, sino que aparece en otros mamíferos y no es hereditario. El cariotipo también puede ser mosaico 46XY/47XXY.

Se presenta en varones. Sus testículos son pequeños (hipogonadismo), producen muy poco esperma (oligospermia) o ninguno (azoospermia). En la pubertad no se desarrollan adecuadamente los caracteres sexuales secundarios. El síndrome de Klinefelter no tiene preferencia por alguna raza en especial y tiene una frecuencia aproximada de 1 en 500 nacimientos, lo que le hace particularmente notable.

Los estudios sobre este desequilibrio merecen mayor inversión por parte de los gobiernos y las empresas privadas por el efecto psicológico que causa en el

individuo, el costo de un tratamiento hormonal es alto, al igual que un posible procedimiento quirúrgico para reducir las mamas (mastectomía), necesario para disminuir el riesgo de padecer cáncer de mama (Herlihy y Gillam, 2011).

Por lo anteriormente expuesto se tomaron como base para el desarrollo de la estrategia didáctica estos tres tipos de síndromes (Down, Turner y Klinefelter) representativos de alteraciones cromosómicas autosómicas y sexuales, donde los alumnos a través de estudio de caso, realizarán diagnósticos a través de la elaboración de un cariotipo.

El diagnóstico oportuno de estas alteraciones cromosómicas es esencial para tomar decisiones en el embarazo. El cariotipo es el método práctico que permite detectar las anomalías numéricas y estructurales de los cromosomas de un individuo. Este estudio se realiza en hospitales, a partir de una pequeña muestra de sangre o líquido amniótico, y consiste en la obtención, tinción y clasificación de los cromosomas en etapa de metafase. Esta prueba es de gran importancia en pacientes que requieren una técnica de reproducción asistida porque existe una mayor prevalencia de alteraciones cromosómicas en parejas con trastornos reproductivos que en la población general (Morales, 2013).

Actualmente existen técnicas más específicas que permiten diagnosticar las alteraciones cromosómicas, sobre todo en los casos de niñas con síndrome de Turner donde se presenta un fragmento del cromosoma Y o se encuentra inhabilitado (Ezozcue, 1971 y Fernández, 2010).

## **Capítulo III PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **3.1 Planteamiento de problema**

La Educación Media Superior en México se enfoca en un modelo educativo basado en competencias organizadas en el Marco Curricular Común (MCC) del Sistema Nacional de Bachillerato, el cual no ha sido tan sencillo de aplicar por los docentes, debido a su incomprensión y la falta de claridad, aunado a que la

capacitación recibida sobre el nuevo modelo fue muy teórica y sin aplicaciones claras.

Carlos (2011), en su análisis de la aplicación curricular del enfoque en competencias a quince años de su implementación en México, dice que *“la puesta en marcha de la Reforma educativa con este enfoque se dio en la mayor parte de los casos de manera apresurada y vertical, lo cual provocó que los docentes, principales protagonistas de la reforma, no comprendan plenamente los principios y lo que implica enseñar y evaluar por competencias”*.

Esta problemática se estudió ampliamente por investigadores del INIDE (Instituto de Investigaciones para el Desarrollo de la Educación) y de la UIA (Universidad Iberoamericana) en 2015 en el Colegio de Bachilleres, quienes concluyeron que predomina la enseñanza memorística y una aplicación ineficiente de altas proporciones del profesorado en el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación de competencias (Silva, 2015).

Es necesario replantear la enseñanza centrada solamente en los contenidos y elaborar modelos que sirvan de referencia a los profesores con una nueva manera de enseñar y evaluar. Las competencias no se pueden aplicar recibiendo una exposición sobre ellas, sino que es preciso vivirlas y experimentarlas en la práctica educativa.

Se ha acostumbrado a los estudiantes a recibir información dirigida y unidireccional, sin que hagan uso de sus facultades cognitivas, lo que conlleva a que jamás estarán preparados para actuar y tomar decisiones para resolver problemas de su entorno. Pero, los problemas en el aprendizaje no sólo recaen en los docentes, no se pueden descartar las características y necesidades propias de los adolescentes, quienes ingresan al Colegio de Bachilleres con los puntajes más bajos de la prueba de ingreso al nivel medio superior, al no contar con otra opción educativa. Las estadísticas muestran que sólo el 14.4 % del total de alumnos que realizan la prueba ingresan a la UNAM o el IPN, esta situación crea un problema de aceptación por estudiar en otro tipo de institución, que no



es la de su elección, lo que conlleva una gran desmotivación y falta de interés por aprender.

La falta de sentido de pertenencia por la institución requiere de estrategias innovadoras y motivadoras que despierten el interés por aprender y provean de significado a los contenidos, de los cuales los alumnos piensan erróneamente que no tienen relación y aplicación en su contexto sociocultural.

Este no deja de ser un problema para las asignaturas de Ciencias Experimentales, donde la Biología juega un papel importante en la formación integral y alimenta el banco de conocimientos del alumno, los cuales son determinantes, tanto para su vida como para cumplir con los estándares de calidad que se requieren para el ingreso al nivel superior.

Los problemas sobre la enseñanza de la genética son reiterativos, muestran la dificultad de comprensión de conceptos por su abstracción y falta de relación con situaciones reales que no son del interés estudiantil, aunado a que la forma de enseñar se basa en la memorización de conceptos ejemplificados con plantas o animales que no son significativos para los estudiantes.

Un tema de difícil comprensión es el de las fuentes de variación, su importancia radica en entender que en los seres vivos se llegan a presentar mutaciones que cambian el número de cromosomas en las células, esto se vuelve un problema que afecta directamente a los seres humanos y es la causa de un conjunto de desórdenes genéticos, relacionados directamente con la salud. Por tal razón, es necesario que los contenidos más difíciles de comprender, como es este caso particular de la genética sean abordados desde el punto de vista de desarrollo de conocimientos y de las competencias genéricas y disciplinares siguientes:

*CG6. Reconocer prejuicios y modificar puntos de vista al conocer nueva evidencia, e integrar nuevos conocimientos de evidencia científica que permita asumir una postura personal pensando crítica y reflexiva.*

*CG8. Participar y colaborar de manera efectiva en equipos diversos, asumiendo una actitud constructiva, demostrando conocimientos y habilidades.*

*CD10. Relacionar las expresiones simbólicas (propias de la genética) de un fenómeno de la naturaleza y los rasgos observables a simple vista mediante modelos científicos.*

Dichas competencias están establecidas en el programa de Biología II (2016) del Colegio de Bachilleres, además de cumplir con el perfil de egreso establecido por el Sistema Nacional de Bachillerato (SNB) de acuerdo a la reforma educativa (Acuerdo 442 y 444, SEP)

Todos los factores antes mencionados son igual de importantes y deben ser considerados en el diseño de las estrategias didácticas para lograr el aprendizaje significativo de los alumnos

### **3.2 Justificación**

Los estudiantes del Colegio de Bachilleres son jóvenes de nivel socioeconómico medio a bajo, con características específicas en cuanto a su entorno y relaciones interpersonales. Su pertenencia o desafiliación a la institución son motivo de múltiples causas relacionadas con su aprendizaje y necesidades de formación a corto plazo. Por esta razón, la enseñanza de la Biología debe proporcionar recursos cognitivos expresados como habilidades del pensamiento o capacidades que permitan enfrentar problemáticas comunes que surjan en su entorno y que sean dirigidas a las características especiales de cada grupo, sus intereses y estilos de aprendizaje.

Se mencionó anteriormente que cada año egresan menos de la mitad de los alumnos inscritos en sexto semestre, de los cuales menos del 2% se incorporan al nivel superior (Departamento de estadística y Análisis de información del CB, 2017). Además de los factores relacionados con las características de los alumnos, estos resultados podrían ser producto de la falta de diseño y aplicación de estrategias didácticas basadas en competencias por parte de los docentes y

su aplicación en los salones de clase y por último a que los alumnos no asimilan los conceptos debido a que no logran comprenderlos previamente.

Se debe reforzar el modelo de estrategias basadas en competencias, por tal razón es importante elaborar propuestas didácticas que coadyuven a lograr los conocimientos básicos de la genética, así como las competencias referidas en el programa de la asignatura de Biología II, que coinciden con el contexto sociocultural y escolar de los jóvenes estudiantes.

Las alteraciones cromosómicas se definen como un cambio en el material genético de un organismo con modificaciones en su número de cromosomas, estos cambios producen consecuencias graves de salud en el individuo, especialmente cuando provocan una pérdida o cambio de la información génica. Este problema provoca falsas concepciones y prejuicios en los jóvenes que son determinantes en la promoción de valores y actitudes, por tal motivo es importante aplicar una estrategia de enseñanza que provea de conocimientos científicos útiles para explicar este tipo de situaciones presentes en una proporción importante de la población.

Con base en lo anterior, la estrategia didáctica que se propone corresponde al bloque temático 3 “Principios de Genética y Evolución” y su núcleo derivado temático 2: fuentes de variación, en específico del tema alteraciones cromosómicas, el cual se seleccionó considerando: su difícil comprensión, la falta de especificación del programa de Biología II y el tiempo estipulado para su enseñanza. En la estrategia didáctica se incorpora un estudio de caso, relacionado con una problemática real, a partir de esta actividad formativa el alumno desarrollará las competencias genéricas y disciplinares del área experimental establecidas en el programa, además de desarrollar conocimientos nuevos que podrán ser evaluados en concordancia con los objetivos de aprendizaje.

El tema puede no ser interesante para los alumnos, pero a su edad son muy observadores, pueden distinguir y emitir juicios de valor sobre personas que presentan alteraciones cromosómicas, (un claro ejemplo es el síndrome de

Down), en realidad no saben el origen, lo asumen a una consecuencia provocada por la madre o piensan que es una enfermedad y se atreven a juzgar sin antes investigar o conocer las causas. De acuerdo con el contexto de los estudiantes, por sus vivencias y conocimientos, siempre conocen a alguien con esta problemática, a veces sucede en sus propias familias, vecinos, conocidos o en compañeros de sus centros escolares.

Por lo anterior, el tema, además de incorporar conceptos básicos de genética, permite utilizar conocimientos previos del tema de reproducción humana, y de acuerdo al propósito del bloque, a través del aprendizaje, los alumnos asumirán una nueva postura, reconociendo sus propios prejuicios, modificando sus puntos de vista al conocer nueva evidencia científica, e integrar nuevos conocimientos y perspectivas al acervo con el que contaban, esto de acuerdo con la competencia genérica *CG6* y disciplinar *CD10* establecidas en el programa de estudios de la asignatura de Biología II. Es importante mencionar que el diseño de la estrategia también incorpora el trabajo colaborativo en equipos diversos como lo establece la competencia genérica *CG8* (Colegio de Bachilleres, 2016).

La estrategia puede servir de referencia para planear intervenciones pedagógicas basadas en competencias genéricas y disciplinares el área experimental, y cumplir con el perfil de egreso de los alumnos que demanda la institución al proveerlos de las herramientas necesarias para ingresar a la Universidad.

### **3.3 OBJETIVOS**

#### **3.3.1 Objetivo general**

- Aplicar una estrategia didáctica, diseñada con el enfoque en competencias que mejore el aprendizaje de los alumnos, sobre el tema: “alteraciones cromosómicas, de la asignatura de Biología II del Colegio de Bachilleres.

### 3.3.2 Objetivos específicos

- Comparar los conocimientos previos con que cuentan los alumnos de dos grupos, un testigo y un experimental, a través de la aplicación de una evaluación diagnóstica Pre-test, para determinar que están en equivalencia de aprendizajes.
- Diseñar estrategias didácticas: la tradicional y la basada en las competencias genéricas (CG6 y CG8) y disciplinar experimental (CD10) para el tema de alteraciones cromosómicas y aplicarlas a los grupos testigo y experimental respectivamente, de la asignatura de Biología II.
- Evaluar ambos grupos para determinar el logro de las competencias establecidas para el tema de alteraciones cromosómicas, a través de una rúbrica.
- Evaluar los conocimientos y las competencias en ambos grupos de trabajo, sobre el tema alteraciones cromosómicas después de aplicar las estrategias didácticas y determinar si existen diferencias significativas en el aprendizaje.

### 3.3 Hipótesis

Una estrategia basada en competencias y apoyada en un estudio de caso como método didáctico, promoverá que los alumnos aprendan conceptos, desarrollen habilidades y actitudes, que los involucre y comprometa en la reflexión y discusión del tema de alteraciones cromosómicas, obteniendo mejores resultados de aprendizaje que en una estrategia didáctica tradicional.

## **Capítulo IV METODOLOGÍA**

### **4.1 Diseño de investigación**

Es un estudio de investigación de tipo cuasi-experimental, ya que no es posible realizar la selección aleatoria de los sujetos participantes, es decir, los grupos a utilizar ya están constituidos (Hernández, 2010).

Para este proyecto se eligieron dos grupos de alumnos, a los que se designó aleatoriamente como “grupo testigo” y grupo “experimental”.

#### **4.1.1 Características de la población (muestra)**

El proyecto se desarrolló en el Colegio de Bachilleres, plantel 7 “Iztapalapa”. Se seleccionaron dos grupos de alumnos de quinto semestre del Colegio de Bachilleres, que cursaban la asignatura de Biología II en el turno matutino del semestre 2017-B.

Los alumnos se caracterizan por ser intranquilos, poco disciplinados, les cuesta trabajar en equipo y mantener la atención. Aunque la mayoría ya se conoce, previo a la aplicación de la estrategia, en ambos grupos se realizó una dinámica de presentación para socializar sus intereses, inquietudes, necesidades. De acuerdo con sus estilos de aprendizaje el 70% son visuales, 29% auditivos, y el 1% son kinestésicos; se empleó como test el modelo de Bandler y Grinder (anexo 2). Las estrategias y dinámicas trabajadas incluyeron todos los estilos de aprendizaje, asignando juego de roles para tratar de mantener el interés y la motivación.

Con relación al uso de las TIC (Tecnologías Informáticas de la Comunicación) un 97% de los alumnos cuenta con celulares con internet, el cual ocupan para comunicarse en las redes sociales y WhatsApp, o mandarse fotos de las tareas. Muy pocos lo utilizan como herramienta de aprendizaje y responden a que carecen de datos para realizar las actividades sugeridas.

Para el estudio sólo se consideraron a los alumnos que asistieron a las dos sesiones que conformaban la aplicación de la estrategia didáctica, y se eliminaron a los que sólo se presentaron a una sola sesión o a ninguna. A la aplicación de la estrategia didáctica experimental se presentaron 32 alumnos y 36 a la clase testigo. Para ambos grupos, la secuencia didáctica se aplicó en una sesión de dos horas y una sesión de una hora para aplicar el Post-test y la encuesta de opinión.

#### **4.1.2. Instrumentos de evaluación**

Para su elaboración se consideraron los aprendizajes esperados antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica del tema alteraciones cromosómicas.

El instrumento elaborado se utilizó como evaluación diagnóstica (Pre-test) y como evaluación sumativa, después de la intervención (Post-test). Este instrumento está conformado por un apartado de preguntas de opción múltiple para medir conocimientos y otro de preguntas abiertas para evaluar competencias. En la tabla 2, se describen los tipos de reactivos que conforman el instrumento de evaluación.

Cabe mencionar que el instrumento de evaluación y el material didáctico propuesto fue revisado por dos profesores que imparten la asignatura de Biología II.

**Tabla 2. Descripción de la Prueba Pre-test / Post-test**

Descripción del Instrumento de evaluación		
Categoría del reactivo	Cantidad de preguntas	Contenido a evaluar
Opción múltiple	9	Conocimientos declarativos
Abierta	6	Competencias (procedimental y actitudinal)
<b>Total</b>	<b>15</b>	

Los otros instrumentos de evaluación que se utilizaron para valorar las actividades formativas fueron una guía de observación para el trabajo colaborativo y una rúbrica para las preguntas abiertas del Pre-test / Post-test.

#### **4.2 Procedimiento**

A continuación, se enumeran y describen los pasos realizados para desarrollar y aplicar la estrategia didáctica basada en competencias.

1. Se seleccionaron dos grupos que contaban con 38 alumnos inscritos oficialmente. Ambos grupos habían concluido el bloque temático II sobre los tipos de reproducción (asexual y sexual), los procesos de gametogénesis, fecundación y desarrollo embrionario, así como iniciado el bloque temático 3 "Principios de genética", identificando los principales conceptos, apoyado en las Leyes de Mendel.

El tema de alteraciones cromosómicas no está especificado en el programa de estudios, de una manera general se propone en el programa abordar el núcleo temático fuentes de variación, quedando abierto para que el profesor lo enseñe en un tiempo máximo de 3 horas.



2. Se realizó la planeación didáctica para ambas estrategias, considerando los estilos de aprendizaje e incorporando los principales elementos: bloque, núcleo temático, tema específico, contenidos a desarrollar, objetivos de aprendizaje, secuencia didáctica, materiales, recursos, los tipos y productos de evaluación.

Para poner en práctica ambas estrategias, se seleccionaron al azar el grupo testigo y experimental, procurando que no hubiera diferencia que pudiera marcar algún tipo de ventaja o desventaja en alguno de los grupos al momento de poner en práctica las estrategias y la evaluación.

3. El instrumento de evaluación (Pre-test) se aplicó a ambos grupos para verificar los conocimientos previos de los alumnos y establecer su equivalencia. La aplicación se llevó a cabo en el respectivo horario de clase de cada grupo, al inicio de la intervención. Esta misma prueba se aplicó como evaluación sumativa en la segunda sesión al término de la intervención en ambos grupos para evaluar los aprendizajes logrados.
4. Para ambas estrategias (tradicional y por competencias) se seleccionaron materiales y recursos que permitieran lograr el aprendizaje significativo de los alumnos considerando su contexto sociocultural y escolar.
5. Una vez seleccionados los grupos de manera aleatoria, durante la sesión de dos horas se aplicaron las estrategias didácticas en cada grupo de trabajo, con la misma duración de tiempo y las actividades programadas para cada secuencia didáctica.
6. El trabajo didáctico se caracterizó por desarrollar los mismos temas, pero con diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje. De tal manera que ambos grupos realizaron las actividades con igual número de sesiones y con los mismos tiempos.
7. Para facilitar la comprensión del tema se elaboraron dos textos, uno para cada estrategia didáctica, los cuales se construyeron con la información

básica del tema. Los dos documentos mantienen el mismo contenido, relacionado con los conceptos de variación genética y tres tipos de alteraciones cromosómicas (síndromes), así como su diagnóstico; solamente varían en la estructura, actividades y aplicación. La aplicación de los textos fue mediante la lectura guiada de forma individual en la clase testigo y en la clase experimental, se formaron equipos de trabajo colaborativo para realizar las actividades propuestas en el documento.

8. La intervención del grupo testigo se basó en una instrucción habitual, en la cual el tema se abordó en forma expositiva por parte del docente y se complementó con el texto para complementar el tema, manejar los nuevos conceptos, y reestructurar los previos. Al final los alumnos entregaron sus productos elaborados, que consistieron en un ejercicio sobre alteración de gametos, un andamio cognitivo sobre los productos de las alteraciones cromosómicas y la identificación de cariotipos, para conformar el portafolio de evidencias.
9. La intervención del grupo experimental estuvo apoyada de la estrategia didáctica para desarrollar competencias. La instrucción partió de un conflicto cognitivo y la aplicación de un estudio de caso, que consistió en el diagnóstico de un síndrome cromosómico, con el análisis de información, un video explicativo de la realización de un cariotipo y un debate final. Cabe mencionar que todas las actividades se trabajaron en equipos conformados por tres alumnos, al final entregaron los ejercicios realizados, así como el estudio de caso con la alteración cromosómica diagnosticada para conformar el portafolio de evidencias.
10. Como material didáctico se eligieron cariotipos para diagnóstico, con la utilización de esta práctica se esperaba reestructurar adecuadamente los procesos cognitivos de los alumnos, modificando sus preconcepciones y reforzando la construcción de nuevos conocimientos sobre el tema y las competencias propuestas a desarrollar (Limón, 2001).

Se seleccionaron cariotipos de tres alteraciones cromosómicas diferentes (síndrome de Down, Turner y Klinefelter) para ser reconstruidos y diagnosticados. El video ¿cómo elaborar un cariotipo?, se envió a los alumnos vía “WhatsApp” un día antes de la sesión para que lo descargaran y lo visualizaran previamente. Para el caso del síndrome de Down se contaba con un cariotipo masculino y uno femenino.

11. En la segunda sesión (10 días después) se aplicó nuevamente el instrumento de evaluación (Post-test) a ambos grupos de trabajo y se aplicaron las encuestas de opinión: el formato 1 “opiniones de los alumnos de Bachillerato” y el formato 2 “opiniones del profesor experto” de Práctica Docente III.

12. En cada una de las intervenciones, tanto del grupo testigo como experimental, se contó con el apoyo del mismo profesor asesor como observador, el cual participó contestando y entregando el formato 2 “encuesta de opinión” de ambas estrategias didácticas.

En la tabla 3 se presenta un esquema general comparativo del trabajo desarrollado en ambos grupos (testigo y experimental), resaltando en letras negritas las actividades y material didáctico que se aplicó únicamente en el grupo experimental.

**Tabla 3. Descripción comparada de las estrategias aplicadas para el grupo testigo y el experimental.**

METODOLOGÍA	
PRIMERA SESIÓN 2 HORAS	
<u>GRUPO TESTIGO</u>	<u>GRUPO EXPERIMENTAL</u>
<p style="text-align: center;">INICIO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación ante el grupo y objetivo del tema.</li> <li>• Aplicación de evaluación diagnóstica (Pre-test).</li> <li>• Recuperación de conocimientos previos.</li> </ul>	<p style="text-align: center;">INICIO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación ante el grupo y objetivo del tema.</li> <li>• Aplicación de evaluación diagnóstica (Pre-test).</li> <li>• Recuperación de conocimientos previos.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción al tema de forma expositiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción al tema a través del <b>conflicto cognitivo.</b></li> <li>• <b>Formación de equipos colaborativos.</b></li> </ul>
<p style="text-align: center;">DESARROLLO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura guiada del documento “alteraciones cromosómicas” de manera individual.</li> <li>• Ejercicio sobre las alteraciones de los gametos (óvulos y espermatozoides).</li> <li>• Ejercicios de identificación de cariotipos y andamio cognitivo (trabajo en equipo).</li> <li>• Coevaluación mediante socialización de respuestas.</li> </ul>	<p style="text-align: center;">DESARROLLO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Lectura guiada por equipos del documento “alteraciones cromosómicas”.</b></li> <li>• Ejercicio sobre las alteraciones de los gametos (óvulos y espermatozoides).</li> <li>• <b>Visualización video ¿Cómo se elabora un cariotipo? 2:42 min.</b></li> <li>• <b>Estudio de caso: construcción del cariotipo para diagnóstico de síndrome cromosómico (problema).</b></li> <li>• <b>Análisis de cuadros sinópticos-resolver cuestionario.</b></li> <li>• <b>Socialización de diagnósticos y características de los síndromes.</b></li> <li>• Ejercicio del andamio cognitivo.</li> <li>• Coevaluación mediante socialización de respuestas.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">CIERRE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Socialización de respuestas y opiniones.</li> </ul>	<p style="text-align: center;">CIERRE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Debate (reflexión de opiniones).</b></li> </ul>
<p><b>SEGUNDA SESIÓN</b>  Aplicación de evaluación (Post-test)  Aplicación de encuestas de opinión (alumnos y docente experto)</p>	

Para medir el logro de las competencias se diseñó una rúbrica de evaluación de las preguntas abiertas. La rúbrica consta de tres niveles de desempeño: excelente, bueno y regular, pensando que los alumnos tienen conocimientos previos del tema, que sus respuestas son muestra de su postura personal, y están relacionadas con sus preconcepciones y prejuicios. No se consideró la redacción, solamente la información y puntos de vista de los alumnos. También, mediante una guía de observación se evaluó el desempeño del equipo para construir el cariotipo y realizar un diagnóstico de alguna de las alteraciones cromosómicas seleccionadas (Down, Turner o Klinefelter).

Una vez aplicada la estrategia didáctica, los resultados de las pruebas de ambos grupos (Pre-test y Post-test), se analizaron estadísticamente mediante una *t* de student.

Se analizaron los resultados de las encuestas de opinión de los alumnos y el docente experto para considerar las fortalezas, debilidades y áreas de oportunidad con la finalidad de mejorar la práctica docente. No se debe olvidar que es importante considerar las opiniones, necesidades y características de los alumnos para mejorar la acción educativa.

#### **4.2.1 Planeación didáctica de la estrategia.**

Es importante retomar y reflexionar en la importancia de la planificación por dos funciones importantes: la organización y preparación de la acción en el aula para cualquier momento del curso, así como su adaptación progresiva de la enseñanza, que permite al profesor conocer las percepciones sobre los alumnos, el tiempo, el contenido, las evaluaciones, etc. (Salinas, 1994).

Se programaron dos sesiones para cada grupo, donde se aplicó la estrategia didáctica solamente al grupo experimental y al grupo testigo una clase tradicional expositiva, de acuerdo con la dosificación programática del semestre. En el anexo 3 se presenta la planeación didáctica del grupo experimental, para la primera sesión.

#### **4.2.2 La Secuencia didáctica en el plan de estudios del Colegio de Bachilleres.**

La secuencia didáctica consiste en una serie de actividades de enseñanza-aprendizaje y evaluación, ordenadas y articuladas entre sí, para conseguir los conocimientos y desarrollo de competencias en los alumnos. A través de la mediación del docente se logran los objetivos establecidos considerando una serie de recursos.

La secuencia didáctica consta de tres fases: inicio, desarrollo y cierre (Frade 2008, Zabala 2008, Ruiz, 2010 y Tobón,2010).

#### **4.2.3 Recursos didácticos**

En el caso de la asignatura de Biología II, el espacio aúlico es el único con que se cuenta para realizar las actividades.

Los recursos didácticos correspondientes a materiales empleados se encuentran señalados en cada paso de la secuencia didáctica (punto 4.2.4).

Entre los materiales didácticos utilizados (fotocopias que proporciona el docente) se emplearon los siguientes:

- Texto elaborado (anexo 4)
- Estudio de caso (anexo 5)
- Cuadros sinópticos informativos (anexo 6)
- Andamio cognitivo (anexo 7)
- Esquemas de cariotipos normales (anexo 8)
- Formato para diagnóstico de cariotipo problema (anexo 9)
- Cromosomas recortados para elaborar el cariotipo y hacer el diagnóstico (anexo 10)
- Esquemas de cromosomas e imágenes de individuo con síndrome de Down (anexo 11)

En el caso de los recursos didácticos disponibles en el aula, se encuentran:

- Pintarrón necesario para trabajar andamios de información y evaluaciones formativas.
- Lápiz, pluma y pegamento
- Plumones de colores para pintarrón
- Borrador
- Proyector necesario, pero no disponible (cada academia solo cuenta con uno para todos los profesores)

Con relación al uso de las TIC, los alumnos emplearon sus celulares y visualizaron durante la intervención el video ilustrativo de You tube Edu: CAGT. Centro de Análisis Genéticos, Cariotipo. ¿Cómo se realiza?, que se les envió previamente vía “WhatsApp”.

Al finalizar la primera sesión se solicitaron los materiales trabajados en la clase para conformar el portafolio de evidencias.

#### **4.2.4 Descripción de la Secuencia Didáctica**

La secuencia didáctica se organizó para realizarse en dos sesiones, la primera de 120 minutos y la segunda de 60 minutos. Las actividades se desarrollan considerando un tiempo óptimo de 100 y 45 minutos bajo las condiciones habituales del contexto escolar.

##### **Sesión 1**

Espacio físico: aula con 24 mesas binarias y 45 sillas.

Tiempo Aproximado: 100 minutos

##### **Fase de Inicio**

##### **Conceptual**

1. Se inicia con un saludo al grupo, el docente entrega a cada alumno una copia del instrumento de evaluación diagnóstica -Pre-test- (anexo 12) para que la contesten indicando que ninguna pregunta debe quedar sin contestar y que traten de relacionar las preguntas abiertas con su vida cotidiana, además de recalcar la importancia de sus respuestas.

2. El docente anota y explica el objetivo de la clase, mediante lluvia de ideas recupera conceptos básicos de las sesiones anteriores que se requieren para desarrollar la intervención pedagógica procurando que participen distintos alumnos del grupo. Como recursos utiliza el esquema de cromosomas de colores

pegado en el pizarrón (rosa y azul) y una imagen de un niño con síndrome de Down.

3. Se realizan preguntas para despertar el interés sobre el tema, recuperar los conocimientos previos con que cuentan, conocer sus preconcepciones y puntos de vista sobre el tema, creando un conflicto cognitivo.

4. Se organizan equipos colaborativos de tres integrantes, proporcionándoles individualmente el texto con el estudio de caso y el andamio cognitivo.

### **Fase de desarrollo**

#### **Procedimental**

5. Se indica a los alumnos realizar una lectura guiada, de esta forma los alumnos obtienen los conceptos básicos sobre el tema. Se dan las instrucciones para realizar las actividades (Fig. 5). A través de la mediación docente se conducen las actividades formativas, sin dar información, sólo guiando para qué, en equipos colaborativos (Fig.6a) reconstruyan el cariotipo problema, previamente recortado y realicen el diagnóstico (Fig. 6b y 6c). De esta forma se desarrolla la competencia genérica CG8, los alumnos participan y colaboran en equipos diversos, asumen una actitud constructiva, demostrando conocimientos y habilidades.



Fig. 5 Indicaciones para trabajar texto tratado y estudio de caso





Fig. 6a Conformación de equipos

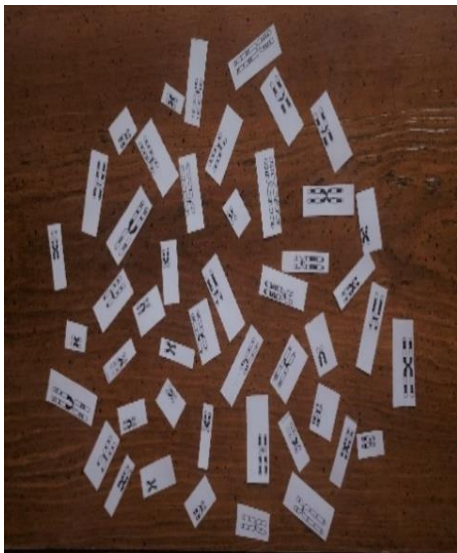


Fig. 6b Cromosomas recortados

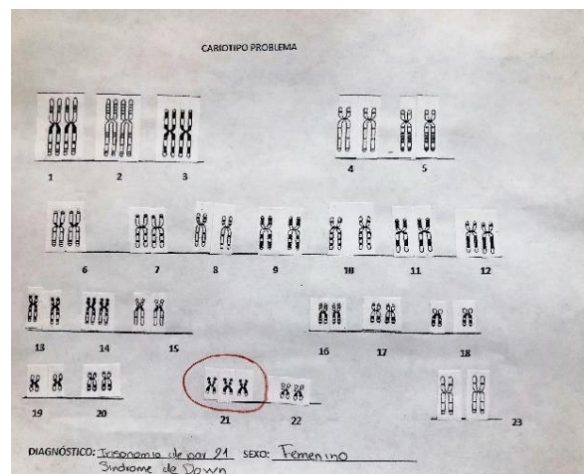


Fig. 6c Elaboración y diagnóstico de cariotipo

6. Así mismo, comienzan a desarrollar la competencia disciplinar (CD10) al relacionar las expresiones simbólicas, propias de la genética, con el diagnóstico de alguno de los tipos de alteraciones cromosómicas (autosómicas y sexuales), utilizando la información de los cuadros sinópticos de los tres tipos de síndromes (Down, Turner y Klinefelter). Se emplean las Tecnologías Informáticas como herramienta de aprendizaje con la visualización del video ¿Cómo se realiza un cariotipo?

7.- Mediante la socialización de los resultados del diagnóstico de los síndromes y el cuestionario del estudio de caso, se evalúa el aprendizaje y al mismo tiempo se desarrollan las competencias. Los alumnos reconocen sus prejuicios, modificando sus puntos de vista al conocer nueva evidencia sobre el tema al relacionar los conocimientos sobre la genética y empleando los cariotipos como expresiones simbólicas de un fenómeno de la naturaleza, integrando nuevos conocimientos.

De forma individual resuelven el andamio cognitivo para concretar y reafirmar el aprendizaje y a través de la coevaluación el docente señala aciertos y errores socializando las respuestas y aclarando dudas.

### **Fase de cierre**

#### **Actitudinales**

8.- A través de un debate los alumnos reafirman el desarrollo de las competencias genérica *CG6* y la disciplinar *CD10* al reconocer el impacto biológico, social y económico de las alteraciones cromosómicas, construyen una nueva postura crítica y reflexiva considerando otros puntos de vista, emplean nuevos conceptos como fenotipo, cariotipo, cromosomas, que les permiten vincular el aprendizaje con su vida cotidiana y la toma de decisiones. Es necesario aclarar que al final cada alumno asume una postura personal la cual es respetable y no es cuestionada (Fig. 7).



Fig. 7 Socialización de opiniones en el debate

9. El docente solicita a los alumnos entreguen sus materiales elaborados en clase para conformar el portafolio de evidencias.

**Portafolio de evidencias:**

Texto tratado con ejercicios, estudio de caso y andamio cognitivo

Diagnóstico de cariotipo problema por equipo

**Instrumentos de evaluación:**

Guía de observación (anexo 13)

Rúbrica (anexo 14)

**Sesión 2**

Espacio físico: aula con 24 mesas binarias y 48 sillas.

Tiempo Aproximado: 45 minutos

**Fase de inicio**

El docente aplica la evaluación sumativa (Post-test) proporcionando a los alumnos el instrumento impreso. Entregan la evaluación.

**Fase de desarrollo**

Socializa con los alumnos las respuestas y aclara dudas. Solicita su apoyo para dar su opinión sobre la clase de alteraciones cromosómicas, a través de la encuesta de opinión del alumno (anexo 15). También se solicitó al profesor experto su opinión mediante la encuesta para el docente (anexo 16).

**Fase de cierre:**

Entrega de instrumento de evaluación (Post-test) y encuesta de opinión.

### **4.3 Estrategia de evaluación**

Como se señala en la secuencia didáctica, se aplican los siguientes tipos de evaluación: heteroevaluación y coevaluación, en conjunto con el docente. El estudiante conoce sus desempeños obtenidos al momento, mediante una retroalimentación constante.

Momentos de la evaluación: al inicio, durante todo el proceso formativo y al final del tema. Esto es: evaluación diagnóstica, formativa y sumativa.

Instrumentos utilizados: estudio de caso, andamio cognitivo, cuadros sinópticos, guía de observación y rúbrica.

Técnicas: lluvia de ideas, conflicto cognitivo, grupos colaborativos, socialización y debate.

#### **4.3.1 Diseño del Instrumento de evaluación (Pre-test/ Post-test)**

Para valorar los resultados de aprendizaje de los alumnos en ambos grupos de trabajo, el instrumento de evaluación (anexo 12) se estructuró en dos secciones con la finalidad de evaluar conocimientos y competencias (habilidades y actitudes).

La primera sección de la prueba se diseñó con reactivos de opción múltiple, los alumnos tenían que elegir entre cuatro posibles opciones para cada pregunta y con ello verificar la tendencia de las respuestas para valorar el aprendizaje conceptual o de conocimientos de forma memorística sobre los conceptos básicos: mutación, cariotipo, alteración cromosómica numérica, síndrome de Down, Turner y Klinefelter.

La segunda parte se estructuró con 6 preguntas abiertas que básicamente mostraron el desarrollo de la competencia genérica *CG6* y disciplinar *CD10* desarrolladas a partir del tema. Para la evaluación de las preguntas abiertas se diseñó una rúbrica de evaluación la cual contempla 6 criterios:

1. Caracterizar diferentes alteraciones cromosómicas (síndromes).
2. Identificar quién de los progenitores puede ser responsable de una alteración cromosómica.
3. Reconocer cuando es conveniente realizar un posible diagnóstico de una alteración cromosómica.
4. Describir cómo se realiza el diagnóstico de una posible alteración cromosómica.
5. Reconocer las implicaciones sociales que se presentan en individuos con algún síndrome cromosómico.
6. Asumir una postura personal sobre tener un bebé con un síndrome diagnosticado.

En la rúbrica (anexo 14) se establecieron tres niveles de desempeño considerando que los alumnos presentan conocimientos y puntos de vista personales previos sobre el tema (1. Excelente 2. Bueno y 3. Regular) y se enfocan básicamente en realizar un análisis cualitativo del aprendizaje de los alumnos antes y después de la intervención con base en criterios. El mismo instrumento se utilizó para comparar ambos grupos antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica.

## **Capítulo V RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El análisis de los resultados se realizó de forma cuantitativa y cualitativa. Para el análisis cuantitativo se consideraron a los alumnos que respondieron en las sesiones correspondientes el Pre-Test y el Post-Test.

Para la evaluación cualitativa se consideraron los comentarios de las encuestas de opinión de los alumnos que se presentaron a las dos sesiones

correspondientes a las dos estrategias didácticas, la tradicional y la basada en competencias. También se consideraron los comentarios del profesor experto, para ambas estrategias didácticas.

En el anexo 17 se presentan las encuestas de opinión del docente experto, tanto del grupo testigo como experimental, para su cotejo.

### **5.1 Análisis de resultados del instrumento de evaluación (Pre-Post Test)**

En el análisis estadístico de los resultados de las pruebas Pre-test y Post-test se aplicaron dos tipos de análisis diferentes. Para determinar si había diferencia significativa entre el grupo testigo y el grupo experimental antes y después de la estrategia didáctica, se aplicó una t de student ( $\alpha=0.05$ ) y para conocer si había diferencia significativa entre el mismo grupo antes y después de la estrategia didáctica se aplicó una t de student pareada ( $\alpha=0.05$ ) (Hintze, 2007).

Estos análisis se realizaron para el total de aciertos de ambas pruebas, así como para la sección de preguntas de opción múltiple que mostraban conocimientos y en las preguntas abiertas que mostraban el desarrollo de competencias.

#### **5.1.2 Comparación inicial de los aprendizajes con los que contaban los alumnos de ambos grupos antes de la aplicación de cualquier estrategia didáctica.**

Se realizó la comparación de promedios del Pre-test, entre el grupo testigo y el grupo experimental, por medio de la t- student (para muestras independientes) y conocer si existían diferencias entre los promedios de los aciertos totales, los conocimientos y las competencias.

La hipótesis nula planteada es: la  $\mu$  de aciertos del grupo testigo será igual a la  $\mu$  de aciertos del grupo experimental, y la hipótesis alternativa: la  $\mu$  de aciertos del grupo testigo será diferente a la  $\mu$  de aciertos del grupo experimental.

El valor de t calculado fue de 1.59 para aciertos totales; 0.42 para conocimientos y 1.98 para competencias, los cuales fueron comparados con la t de tablas (con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ , el cual fue de 1.96). En la tabla 4 se muestra que los promedios de los grupos testigo y experimental para los aciertos totales son similares, debido a que el valor calculado en la prueba t es menor al valor crítico, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, ya que antes de la aplicación de cualquier estrategia, el número total de aciertos no difiere significativamente entre los dos grupos, testigo y experimental, por lo tanto, los grupos son homogéneos y se encuentran en igualdad de condiciones de aprendizaje.

Cuando se realiza el análisis de conocimientos y competencias por separado, se observa que, en el caso de los conocimientos, los promedios son similares y con el valor de t se confirma que los conocimientos en ambos grupos son equivalentes. En el caso de las competencias, la t calculada fue de 1.98, este valor es mayor al reportado en tablas (1.96) lo que indica que existe o hay diferencias significativas en cuanto los aprendizajes en competencias. Este resultado puede deberse a que en el grupo testigo se encontraban alumnos que estaban más informados debido a que en sus familias o conocidos se presentaban personas con algún síndrome (esta información se socializó durante el debate). En la tabla 4 se muestran los resultados del análisis.

**Tabla 4. Comparación de promedios del Pre -Test por medio de la prueba t-student no pareada.**

PRE TEST AMBOS GRUPOS						
	TESTIGO			EXPERIMENTAL		
	Aciertos	Conocimientos	Competencias	Aciertos	Conocimientos	Competencias
Promedio ± ee	5.67 ± 0.32	4.52 ± 0.25	1.13 ± 0.20	4.97 ± 0.29	4.37 ± 0.26	0.59 ± 0.18
Muestra	36			32		
Gl	66					
t exp	Aciertos= 1.59		Conocimientos= 0.42	Competencias= 1.98		
t crítica	1.96					
p < 0.05	Para Aciertos no se rechaza H <sub>0</sub> Para Conocimientos no se rechaza H <sub>0</sub> <b>Para Competencias se rechaza H<sub>0</sub> (si hay diferencia significativa)</b>					

### 5.1.3 Comparación de promedios de cada uno de los grupos: testigo y experimental (Pre-test y Post-test)

#### Grupo Testigo

En la figura 9 se puede comparar el número de respuestas correctas para el Pre y Post-test del grupo testigo, con relación al número del alumno.

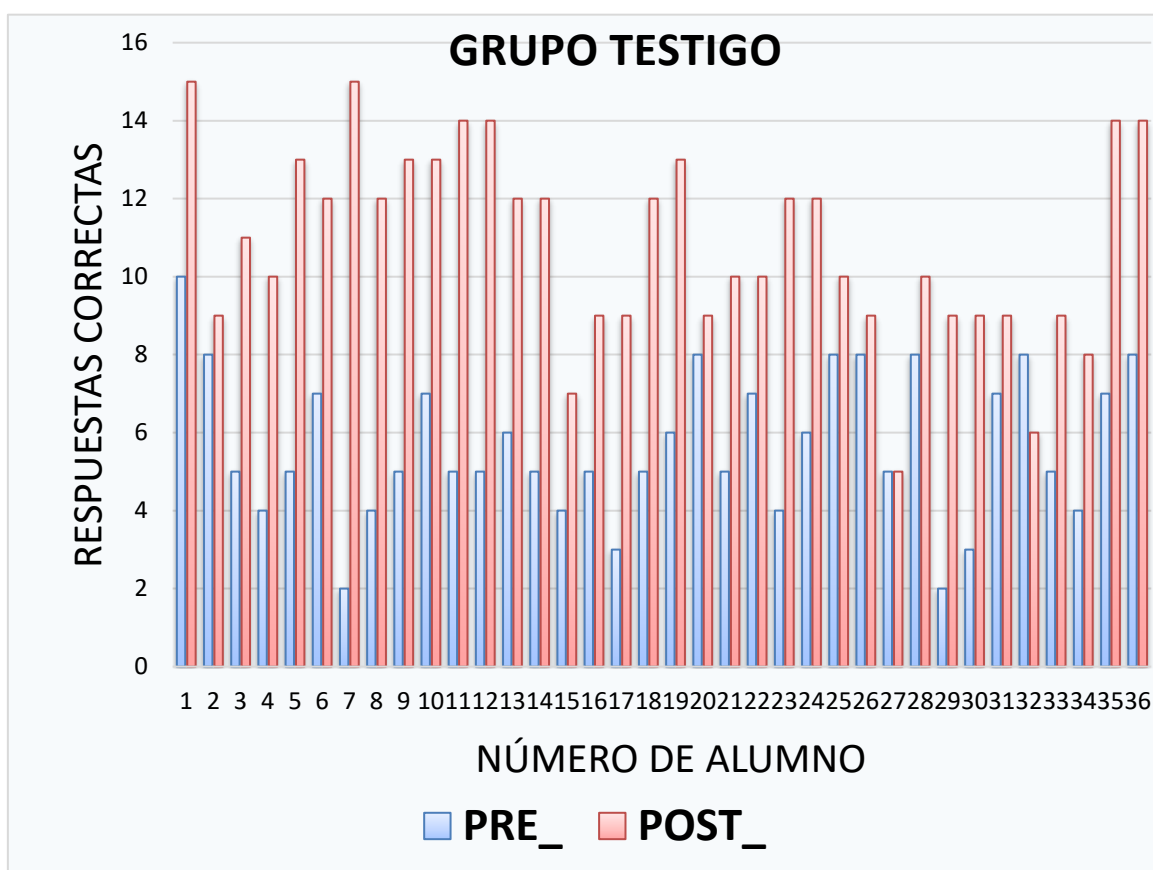


Fig. 9 Se muestra el número de respuestas correctas de cada alumno, en la aplicación del Pre y Post-test en el grupo testigo. El color azul claro representa el número de respuestas correctas en el Pre-test y el color rojo representa el número de respuestas correctas en el Pos-test.

Para el caso del grupo testigo, en el análisis estadístico se compararon los promedios del número de aciertos para cada alumno antes y después de haber aplicado la estrategia didáctica tradicional, debido a que se cumplió el supuesto de normalidad, se aplicó la prueba paramétrica de t-student pareada (también conocida como t-student para muestras dependientes).



Se plantea la hipótesis nula:  $\mu$  de diferencias igual a cero, hipótesis alternativa:  $\mu$  de diferencias diferente a cero ( $H_0: \mu_d = 0$ ,  $H_a: \mu_d \neq 0$ ). En la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos del análisis estadístico.

**Tabla 5. Resultados de t student para la diferencia de promedios de dos muestras pareadas.**

GRUPO TESTIGO			
COMPARACIÓN PRE Y POST TEST			
	Aciertos	Conocimientos	Competencias
Diferencia de promedios	5.16	2.13	3.02
SS	319	144.30	140.97
Sd	2.80	1.73	1.70
Gl	35		
t exp	11.05	7.39	10.63
t crítica	1.96		
p < 0.05	H <sub>0</sub> se rechaza	H <sub>0</sub> se rechaza	H <sub>0</sub> se rechaza

De acuerdo con los resultados de la tabla, podemos observar que el valor de t calculado para los aciertos totales, los conocimientos y el desarrollo de competencias, al ser comparados con el valor de t de tablas (con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ , que fue de 1.96), son mucho mayores, lo que confirma que el grupo avanzó significativamente en sus aprendizajes. También se puede interpretar como que, la aplicación de la estrategia didáctica tradicional, permitió un incremento significativo en el número de aciertos que obtuvo cada alumno.

### Grupo experimental

En la figura 10 se puede comparar el número de respuestas correctas para el Pre y Post-test del grupo experimental, con relación al número del alumno.

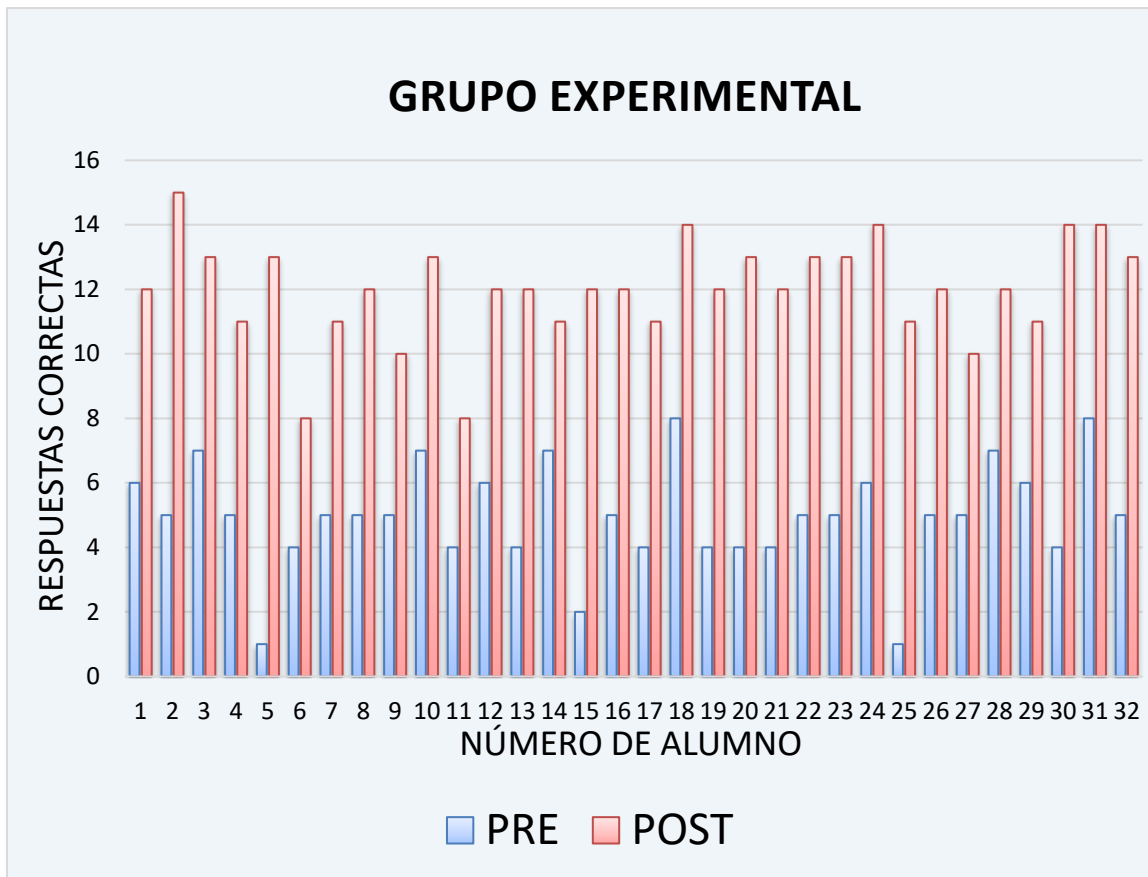


Fig. 10. Se muestra el número de respuestas correctas de cada alumno, en la aplicación del Pre y Post-test en el grupo experimental. El color azul claro representa el número de respuestas correctas en el Pre-test y el color rojo oscuro representa el número de respuestas correctas en el Post-test.

Para el caso del grupo experimental, en el análisis estadístico se compararon los promedios del número de aciertos para cada alumno antes y después de haber aplicado la estrategia didáctica basada en competencias, debido a que se cumplió el supuesto de normalidad, se aplicó la prueba paramétrica de t-student pareada (también conocida como t-student para muestras dependientes).

Se plantea la hipótesis nula:  $\mu$  de diferencias igual a cero, hipótesis alternativa:  $\mu$  de diferencias diferente a cero ( $H_0: \mu_d = 0$ ,  $H_a: \mu_d \neq 0$ ). En la tabla 6 se presentan los resultados obtenidos del análisis estadístico.

**Tabla 6. Resultados de t student para la diferencia de promedios de dos muestras pareadas.**

GRUPO EXPERIMENTAL COMPARACIÓN PRE Y POST TEST			
	Aciertos	Conocimientos	Competencias
Diferencia de promedios	7.03	2.68	4.34
SS	112.69	92.89	59.21
Sd	1.68	1.37	0.92
Gl	31		
t exp	23.59	11.02	26.64
t crítica	1.96		
p < 0.05	H <sub>0</sub> se rechaza	H <sub>0</sub> se rechaza	H <sub>0</sub> se rechaza

De acuerdo con el análisis estadístico y los datos de la tabla, podemos observar que el valor de t calculado para los aciertos totales, los conocimientos y el desarrollo de competencias, al ser comparados con el valor de t de tablas (con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ , que fue de 1.96), son mucho mayores, lo que confirma que la estrategia didáctica favoreció el aprendizaje de los alumnos en el tema revisado. También se puede interpretar como que, la aplicación de la estrategia didáctica con el enfoque en competencias, permitió un incremento altamente significativo en el número de aciertos que obtuvo cada alumno.

#### **5.1.4 Comparación final de los aprendizajes de los alumnos de ambos grupos después de la aplicación de cualquier estrategia didáctica.**

Se puede observar que el grupo experimental obtuvo un promedio de aciertos mayor que el grupo testigo. Los promedios de aciertos entre los dos grupos fueron significativamente diferentes, siendo el promedio obtenido con la prueba aplicada del grupo experimental (12) mayor al obtenido con la prueba aplicada al grupo testigo (10).

Para determinar estas diferencias en el Post-test de los grupos testigo y experimental se realizó la prueba t para muestras independientes. El valor calculado para aciertos (-2.27) y competencias (-2.40), comparado con el valor de tablas con un nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ) es mayor, lo que confirma que hay diferencias entre los grupos en cuanto al total de aciertos y competencias, pero, no para conocimientos (-1.17). En la tabla 7 se muestra el resumen de la prueba.

**Tabla 7. Comparación de promedios del Post-Test por medio de la prueba t-student no pareada.**

POST TEST AMBOS GRUPOS						
	TESTIGO			EXPERIMENTAL		
	Aciertos	Conocimientos	Competencias	Aciertos	Conocimientos	Competencias
Promedio ± ee	10.83 ± 0.41	6.67 ± 0.26	4.17 ± 0.23	12.0 ± 0.28	7.06 ± 0.26	4.94 ± 0.21
Muestra	36			32		
Gl	66					
t exp	Aciertos= -2.27    Conocimientos= -1.17    Competencias= -2.40					
t crítica	1.96					
p < 0.05	<b>Para Aciertos se rechaza H0 (si hay diferencia significativa)</b> Para Conocimientos no se rechaza H0 <b>Para Competencias se rechaza H0 (si hay diferencia significativa)</b>					

Al realizar el análisis de conocimientos y competencias separados, se observa que en el caso de los conocimientos los promedios son similares en el grupo testigo que en el experimental. Con el valor de t se confirma que los conocimientos de ambos grupos no varían significativamente, lo que indica que para esta sección de reactivos ambas estrategias dieron resultados similares. La estrategia tradicional cumple la función de desarrollar contenidos declarativos o conceptuales al igual que la estrategia basada en competencias. Para el caso del desarrollo de las competencias genéricas CG6 y CG8, así como la competencia disciplinar experimental CD10, establecidas en el programa de estudios de la asignatura de Biología II y medidas mediante la aplicación de preguntas abiertas en el instrumento y evaluadas a través de una rúbrica, se obtuvo que la t calculada fue de -2.40, este valor es mayor al reportado en tablas

(1.96) lo que indica que hubo diferencias significativas en cuanto al desarrollo de las competencias ( $p < 0.05$ ).

En general, parece ser que la estrategia aplicada al grupo experimental favorece a que los alumnos tengan un rendimiento mejor con relación a la estrategia aplicada en el grupo testigo, dado que antes de la aplicación de cualquier estrategia, los promedios de los aciertos totales entre ambos grupos no difirieron significativamente.

Finalmente, al comparar los promedios de los aciertos totales de los dos grupos, el valor de  $t$  calculado fue  $-2.27$ , mientras que el obtenido en tablas fue de  $1.96$ . Por lo anterior, la hipótesis nula se rechaza y se considera que la estrategia basada en competencias resulta favorable.

## 5.2 Resultados cualitativos ambas estrategias didácticas

Los resultados cualitativos se valoraron a partir de las opciones de respuesta marcadas por los alumnos en la encuesta aplicada en la segunda sesión de ambas estrategias didácticas.

En la tabla 8 se representan las opciones de mejora de la práctica docente en cada etapa de la clase, donde se concentraron la mayoría de las opiniones de los alumnos marcadas con un No.

**Tabla 8. Opiniones más relevantes de la encuesta de opinión de los alumnos.**

ESTRATEGIA TRADICIONAL	ESTRATEGIA BASADA EN COMPETENCIAS
Grupo Testigo	Grupo Experimental
<p><b>Inicio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Motivarlos al inicio de la clase.</li> <li>-Ir a su lugar.</li> <li>-Considerar sus expectativas.</li> </ul>	<p><b>Inicio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Motivarlos al inicio de la clase.</li> <li>-Promover la participación de más alumnos.</li> </ul>
<p><b>Desarrollo</b></p>	<p><b>Desarrollo</b></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>-Que les pregunte más.</li> <li>-Qué participen más alumnos.</li> <li>-Promover que hagamos preguntas.</li> </ul>	<p>-La velocidad de la clase no es de acuerdo con ritmo de aprendizaje de todos.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Cierre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-No presentó un resumen.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Cierre</b></p> <p>Mucho ruido y disciplina del grupo.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Comentarios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Hacer un repaso rápido del tema.</li> <li>-Más ejemplos de síndromes con ejercicios.</li> <li>-Explicar menos y hacer más actividades.</li> <li>-Sugieren aprender con prácticas.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Comentarios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Es algo nuevo que no sabía.</li> <li>-La profesora me ayudó a construir nuevo aprendizaje.</li> <li>-Aprendimos un tema nuevo relacionado con un problema de la vida real.</li> <li>-Fue una estrategia diferente, aprendí la importancia de las alteraciones cromosómicas y cuando realizar un cariotipo para diagnosticarla.</li> <li>-Me sembró el interés por conocer más sobre el tema.</li> <li>-Que la profesora continúe empleando materiales didácticos.</li> <li>-Aprendí que ambos padres pueden dar origen a un síndrome.</li> <li>-Se me fue muy rápido la clase.</li> <li>-Fue muy dinámica la clase.</li> <li>-Me gustaría que nos pasara videos del tema en la clase.</li> </ul>

En general las opiniones para ambas estrategias fueron favorables. Para el caso de la clase testigo los alumnos solicitan tener una participación más activa y que la clase no sea tan expositiva y unidireccional, mayor motivación y realizar actividades prácticas.

En cuanto a la clase experimental, los alumnos opinan que debe haber mayor motivación y se considere la velocidad de la clase. En cuanto a este punto, cuando se realizan procedimientos, se debe verificar que todos los equipos

vayan al mismo ritmo, tiene que ver con la organización para realizar el trabajo, no se les permite que se distraigan en otras cosas y eso los desconcierta.

Al ser una clase más dinámica se escucha mucho ruido porque tienen que hablar para organizarse y buscar la información, se debe moderar constantemente el volumen de voz del grupo. En general los comentarios son positivos y les gusta trabajar en equipos resolviendo estudio de casos.

La opinión textual del profesor experto de la clase tradicional fue la siguiente:

*“Me parece interesante la manera en que se les propone a los alumnos hacer razonamiento deductivo con base a los conocimientos previos.*

*Excelente planeación y estructura de la clase. Buena ejemplificación en el pizarrón.*

*El trabajo en parejas agilizaría la dinámica, aunque me gustó más la clase piloto (experimental), quizás si la dinámica del recorte del cariotipo se pudiera aplicar por pares de alumnos.*

*Me parece excelente el hecho de concientizar al alumnado sobre la implicación social de estos síndromes.”*

La opinión textual del profesor experto de la clase basada en competencias es la siguiente:

*“En efecto, la planeación estuvo muy bien estructurada y distribuida. Los alumnos fueron muy participativos en la sesión. La sesión está perfectamente estructurada, es muy bueno el uso de material didáctico, se emplearon bien los recursos con los que contamos. Como sugerencia, tal vez podría intercalar información de organismos que viven con cromosomas XO como es el caso de algunos insectos, y tal vez anexar o mencionar cromosomas ZW.”*

### 5.3 DISCUSIÓN

De acuerdo con el análisis estadístico podemos mencionar que no hubo diferencia significativa entre los conocimientos previos que presentaban los dos grupos seleccionados para realizar esta investigación, por lo tanto, los aprendizajes que presentaban los alumnos de ambos grupos antes de la intervención pedagógica eran equivalentes. Al final se observa un incremento significativo en el aprendizaje en los alumnos de los dos grupos. La estrategia tradicional y la enfocada en competencias permitieron mejorar los conocimientos, pero solamente la estrategia basada en competencias logró el desarrollo de éstas.

Se partió de que el nuevo modelo educativo establece que los contenidos deben ser útiles y relevantes para los alumnos, evitando la profundidad y utilizando los métodos didácticos basados en aprendizaje basado en problemas, proyectos, estudio de casos o investigaciones del medio (Zabala y Arnau, 2007; Díaz Barriga y Hernández 2009).

La Biología es una ciencia que requiere de una metodología específica para su enseñanza, lo cual no es sencillo si consideramos que en el plantel 7 del Colegio de Bachilleres no cuenta con la infraestructura y laboratorios experimentales; sumando a que son muchas las características de los alumnos que hay que considerar, principalmente su nivel de aprendizaje. Esto llevó a diseñar una estrategia motivadora que abarcara todos los estilos de aprendizaje y propiciara el interés por la ciencia.

La estrategia didáctica basada en competencias, aplicada a la asignatura de Biología II permitió que los alumnos comprendieran la importancia y la aplicación de los avances de la genética para beneficio de la humanidad. Radford y Bird-Stewart (1982) recalcan la importancia de la enseñanza de la genética en el bachillerato, el tema de las alteraciones cromosómicas es considerado de difícil comprensión por lo abstracto de sus conceptos basados en la memorización; a través del estudio de caso se resaltó la relevancia y pertinencia del tema por sus implicaciones biológicas, económicas y sociales que afectan a la población



humana. Los alumnos desarrollaron habilidades de pensamiento y reflexión, además de enriquecer su formación científica.

Como lo proponen Limón (2001) y Díaz Barriga (2006), en la enseñanza por competencias se debe incluir y diseñar material didáctico que estimule el aprendizaje. Con base en lo anterior, se incluyeron cariotipos para el diagnóstico de síndromes, como parte del estudio de caso, lo que permitió vincular el contenido temático con la aplicación en la vida cotidiana de los alumnos. Todas las actividades facilitaron la reestructuración de los procesos cognitivos de los alumnos, modificando sus preconcepciones, reforzando la construcción de aprendizaje significativo sobre el tema y las competencias propuestas a desarrollar de acuerdo al programa de estudios.

Los alumnos comprendieron que los cromosomas no solamente regulan los caracteres observables de un organismo, sino también los aspectos funcionales. De acuerdo con Figini y De Micheli (2005) se favoreció la enseñanza abordando situaciones cercanas a la realidad del estudiante.

El docente debe diseñar estrategias de enseñanza que permita integrar al grupo, desarrollar su cultura científica a través de métodos que estimulen su gusto por las ciencias experimentales, promoviendo no sólo el deseo de acreditar la asignatura sino el deseo por aprender más. Retomando a Díaz Barriga (2011), el diseño de la estrategia didáctica evitó la actitud pasiva, al tema de alteraciones cromosómicas se le dio un tratamiento lógico secuencial y ordenado para conectar a los alumnos con un problema real, lo cual implicó adaptar la enseñanza a todos por igual independientemente de sus capacidades.

Es importante recordar que la enseñanza tradicional no deja a un lado el constructivismo, que la planeación didáctica es fundamental para lograr los objetivos de aprendizaje, y aunque se continúa transmitiendo conocimientos no se deja a un lado la explicación constante para evitar que los alumnos se desvíen del objetivo o interioricen en forma errónea la reconstrucción de conceptos como lo plantea Pérez (2007). Para mejorar la enseñanza se debe involucrar más al alumno y hacerlo partícipe de su aprendizaje con actividades más dinámicas.

Para el caso de la estrategia basada en competencias no se dio la clase expositiva, los alumnos fueron autónomos y trabajaron en forma colaborativa, al proponer, pensar, explicar y reflexionar, considerando sus diferentes puntos de vista. El conflicto cognitivo y el estudio de caso, se utilizaron como la base pedagógica de la estrategia para generar el cambio conceptual sobre el tema de alteraciones cromosómicas, generado por la insatisfacción de los conceptos existentes.

Al final los alumnos se dan cuenta que deben “reorganizar”, “reestructurar o cambiar en cierta medida sus ideas no acordes a la información científica actual, es decir, realizar una especie de “conciencia metacognitiva”, logrando identificar el probable origen de las alteraciones cromosómicas y sus consecuencias en la salud, despertando su interés por buscar más información. Es una condición necesaria, pero no suficiente para lograr el cambio, ya que para que el cambio se dé, el alumno tiene que darse cuenta de que debe cambiar algo, además de estar dispuesto a hacerlo (Limón, 2001).

Las dos estrategias didácticas incluyeron actividades colaborativas, pero de acuerdo con la opinión de los alumnos se requiere mayor motivación, algunos autores como Henao (2006) mencionan que el sistema motivacional cooperativo posibilita situaciones que conllevan a activar, regular y mantener interés por el aprendizaje. No podemos dejar de lado las características de los estudiantes del Colegio de Bachilleres, dadas las situaciones por las que la mayoría se incorporan a la institución, es necesario motivarlos y despertar su interés con retos que permitan que el aprendizaje sea una prioridad.

La estrategia basada en competencias finaliza con un debate, se notó como el alumno asume una postura personal, reflexiva y crítica sobre el origen de los síndromes involucrados en la estrategia, sus características, las implicaciones sociales y sobre todo piensa en cuál sería su decisión si se le presentara una problemática similar en su vida futura.

Juan Ignacio Pozo (2006) expone la necesidad de que los profesores sean estratégicos, para que de este modo los alumnos también lo sean; esto implica la necesidad de gestionar estrategias que desarrollen la autonomía de los alumnos, sin que la labor social del docente se pierda, sino lo contrario, ayude a que éstos se acerquen a un verdadero aprendizaje.

El enfoque por competencias debe incorporar el uso de las Tecnologías Informáticas de la Comunicación (TIC), como parte de las necesidades de los alumnos de este siglo, lo cual se dificulta por la infraestructura del colegio, pero una opción fue usar como herramienta de aprendizaje el teléfono celular. Para incluir las TIC se utilizó un pequeño video al grupo experimental, tuvo impacto al realizar la actividad formativa para construir el cariotipo, además de la mediación y guía docente; aunque el grupo testigo no visualizó el video, ni elaboró el cariotipo lograron identificar las alteraciones cromosómicas en el material de trabajo seleccionado y participar en forma activa en la socialización realizada como cierre del tema.

La prueba empleada como instrumento de medición del aprendizaje y como mecanismo de evaluación aplicado a ambos grupos de alumnos que emplearon distintas herramientas y métodos de aprendizaje, resultó ser un medio muy conveniente para la comparación del aprendizaje del tema de alteraciones cromosómicas. Los resultados son interesantes porque con metodologías distintas, se comprobó que hubo diferencias significativas en el aprendizaje, sobre todo en el desarrollo de competencias.

Las formas de evaluar también deben ser reconsideradas en el aprendizaje basado en competencias. No podemos limitarnos a evaluar con pruebas objetivas, sino emplear otros instrumentos como son las escalas referenciales, las rúbricas y guías de observación, claro que requieren de tiempo y dedicación para su elaboración y aplicación. De acuerdo con Gatica (2013) y Miguel (2015) la rúbrica funciona como instrumento de evaluación del aprendizaje, en la estrategia desarrollada en este trabajo permitió evaluar las competencias genéricas CG6, así como la disciplinar experimental CD10.

La Reforma educativa establece que se debe evitar el exceso de contenidos, desarrollar los aprendizajes mínimos indispensables marcados en el programa de estudios, pero esto es contradictorio, como lo comenta la docente en investigación educativa, Dra. Mariela Jiménez (2018) se pide dejar la enseñanza tradicional y evitar el aprendizaje memorístico en los alumnos, pero cuando concursan por un lugar en la universidad son evaluados con instrumentos amplificados en contenidos que requieren ser memorizados.

Para lograr el aprendizaje de los alumnos, y como lo menciona Carlos (2015) independientemente del enfoque o modelo que se trabaje en la institución, un buen docente debe manejar adecuadamente el aspecto didáctico, lo cual implica la capacidad de organizar y desglosar el contenido para llevar de la mano a los alumnos, tiene que vincular el tema con otros conocimientos, ser ameno, dinámico para impartir las clases y darle un ritmo adecuado.

La docencia no sólo consiste en aplicar estrategias de enseñanza-aprendizaje, como la presentada en este trabajo, que sin duda son muy importantes, pero también son relevantes las interacciones personales creadas en el aula como son: el respeto, la tolerancia, la confianza y la empatía, para crear un verdadero ambiente de aprendizaje.

La estrategia didáctica propuesta puede ser difundida entre los profesores de la academia de Química y Biología, de tal forma que sirva de guía a otros compañeros profesores. Compartir experiencias y sistematizar el trabajo como el de esta tesis, puede ayudar y beneficiar el trabajo docente, logrando incidir en el aprendizaje de los alumnos.

Finalmente, de acuerdo con Carlos (2015) *“enseñar adecuadamente bajo el enfoque en competencias, no basta con dominar los contenidos del tema o materia, es una condición necesaria pero no suficiente, sino de también cómo enseñar; es decir, que no sólo domine el qué, sino se sepa también el cómo para conseguir que el conocimiento sea plenamente aprehendido por el estudiante”*.

## Capítulo VI CONCLUSIONES

Se lograron los objetivos planteados al inicio, tanto general como particulares.

Los resultados del análisis del instrumento de evaluación para las respuestas del grupo testigo y el grupo experimental en el Pre-test, no mostraron diferencias significativas, pero sí se obtuvieron diferencias significativas en los resultados del Post-test de ambos grupos.

La estrategia didáctica propuesta permitió desarrollar las competencias genéricas *CG6* y *CG8*, así como la competencia disciplinar *CD10*; establecidas como referentes de evaluación en el programa de estudios de la asignatura de Biología II (2016) del Colegio de Bachilleres.

Los materiales didácticos empleados en la estrategia basada en competencias contribuyeron en el logro de conocimientos, pero mucho más del desarrollo de competencias.

Ambas estrategias son efectivas para lograr el aprendizaje, pero para desarrollar competencias, se obtuvieron mejores resultados en la estrategia propuesta. La planeación didáctica es fundamental en ambas estrategias, para la cual se debe considerar las características y estilos de aprendizaje de los alumnos, los recursos y materiales didácticos.

La estrategia didáctica fortaleció el modelo basado en competencias, en un tema de difícil comprensión.

Este trabajo puede ser compartido y difundido en las jornadas académicas para aplicarlo y sirva de modelo para reconstruir la práctica docente, evitando que con la práctica tradicional solamente se memoricen conceptos, sino que se interioricen en el alumno y se mantengan en los nuevos esquemas cognitivos y sus valores.

## 6.1 REFLEXIÓN DOCENTE

El trabajo docente implica una gran responsabilidad, compromiso y dedicación, motivo por el cual estudié la MADEMS en Biología. Gracias a las asignaturas de la maestría logre actualizar conocimientos sobre la disciplina, indispensables para entender los constantes cambios del mundo, y sobre todo considerar las características y necesidades de los jóvenes actuales que requieren de clases más dinámicas, innovadoras y motivadoras para aprender.

Son muchos factores los que determinan el aprendizaje de los alumnos, en las manos del docente está desarrollar buenas prácticas, con base en la planeación didáctica y su adecuada aplicación, para lograr los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que requieren los jóvenes para desempeñarse en la vida y lograr su ingreso a la universidad.

.

Reconozco al Colegio de Bachilleres como una institución educativa, a la que no se le ha dado reconocimiento por su importante contribución en la educación de jóvenes estudiantes. Siempre comprometida en proveer a sus docentes de las herramientas pedagógicas necesarias para lograr un aprendizaje de calidad de los alumnos y cumplir con el perfil de egreso. Para el caso de la RIEMS no se contó con expertos que pudieran llevar a los profesores de la mano y aplicar de manera eficiente el modelo educativo basado en competencias, este es un reto al que aún se enfrenta la institución.

La MADEMS en Biología, ayudó a fortalecer mis competencias docentes. Su apoyo en mi profesionalización, como en la de muchos otros profesionistas que jamás pensamos dedicarnos a la docencia, contribuye a mejorar la calidad de la educación y ejercer por convicción la importante tarea social de formar jóvenes, futuro de esta nación.

## ANEXOS

### Anexo 1. Plan de estudios del Colegio de Bachilleres.

La asignatura **Biología II** motivo del presente programa, se ubica en el mapa curricular, como se muestra a continuación:

CAMPOS	1er SEMESTRE			2o SEMESTRE			3er SEMESTRE			4o SEMESTRE			5o SEMESTRE			6o SEMESTRE							
	Asignatura	H	C	Asignatura	H	C	Asignatura	H	C	Asignatura	H	C	Asignatura	H	C	Asignatura	H	C					
<b>ÁREA DE FORMACIÓN BÁSICA</b>																							
Comunicación	Inglés I	3	6	Inglés II	3	6	Inglés III	3	6	Inglés IV	3	6	Inglés V	3	6	Inglés VI	3	6					
	Tecnologías de la Información y la Comunicación I	2	4	Tecnologías de la Información y la Comunicación II	2	4	Tecnologías de la Información y la Comunicación III	2	4	Tecnologías de la Información y la Comunicación IV	2	4											
	Lenguaje y Comunicación I	4	8	Lenguaje y Comunicación II	4	8	Lengua y Literatura I	3	6	Lengua y Literatura II	3	6	Taller de Análisis y Producción de Textos I	3	6	Taller de Análisis y Producción de Textos II	3	6					
Matemáticas	Matemáticas I	4	8	Matemáticas II	4	8	Matemáticas III	4	8	Matemáticas IV	4	8	Matemáticas V	4	8	Matemáticas VI	4	8					
Ciencias Experimentales	Física I	3	5	Física II	3	5	Física III	3	5														
				Química I	3	5	Química II	3	5	Química III	3	5											
							Geografía I	2	4	Geografía II	2	4	Biología I	3	5	Biología II	3	5	Ecología	3	5		
Ciencias Sociales	Ciencias Sociales I	3	6	Ciencias Sociales II	3	6	Historia de México I	3	6	Historia de México II	3	6	ESEM I	3	6	ESEM II	3	6					
Humanidades	Introducción a la Filosofía	3	6	Ética	3	6										Lógica y Argumentación	3	6	Problemas Filosóficos	3	6		
Desarrollo Humano	Apreciación Artística I	2	4	Apreciación Artística II	2	4																	
	Actividades Físicas y Deportivas I	2	4	Actividades Físicas y Deportivas II	2	4										Orientación II	2	4					
	Orientación I	2	4																				

Fuente: Plan de estudios Colegio de Bachilleres. Junio 2018.

Recuperado de: <https://www.gob.mx/bachilleres/articulos/plan-de-estudios-159894?idiom=es>

## Anexo 2. Test de estilos de aprendizaje de Bandler y Grinder.

**INDICACIONES:** PARA CONTESTAR LOS SIGUIENTES EJERCICIOS UTILIZA LA SIGUIENTE ESCALA DE PUNTUACIÓN:

SIEMPRE= 2 PUNTOS ALGUNAS VECES= 1 PUNTO MUY RARA VEZ= 0 PUNTOS

### APRENDIZAJE VISUAL

1. ¿Eres limpio y ordenado?..... \_\_\_\_\_
2. ¿Hablas muy rápido?..... \_\_\_\_\_
3. ¿Planeas muy bien tu agenda?..... \_\_\_\_\_
4. ¿Ves las palabras en tu mente?..... \_\_\_\_\_
5. ¿Recuerdas más lo que viste que lo que escuchaste?..... \_\_\_\_\_
6. ¿Tienes problemas con las instrucciones verbales, a menos que te las repitan?..... \_\_\_\_\_
7. ¿Te gusta leer, en vez de oír que alguien lea?..... \_\_\_\_\_
8. ¿Te distrae en una conversación telefónica?..... \_\_\_\_\_
9. ¿Prefieres que te pongan un ejemplo, en vez de que te den instrucciones verbales?..... \_\_\_\_\_
10. ¿Te gusta más el Arte que la Música?..... \_\_\_\_\_
11. ¿Sabes lo que quieres decir, pero no encuentras las palabras correctas para expresarlo?..... \_\_\_\_\_
12. ¿Memorizas más por asociaciones de imágenes que de sonido?..... \_\_\_\_\_

### APRENDIZAJE AUDITIVO

1. ¿Te hablas a ti mismo mientras estás trabajando?..... \_\_\_\_\_
2. ¿Te distraes cuando hay ruido?..... \_\_\_\_\_
3. ¿Te gusta leer en voz alta y escuchar?..... \_\_\_\_\_
4. ¿Mueves los labios o pronuncias las palabras mientras estás leyendo?..... \_\_\_\_\_
5. ¿Lo que escuchaste lo puedes reproducir imitando el tono de voz, el acento, el timbre?..... \_\_\_\_\_
6. ¿Se te dificulta la escritura, pero eres muy bueno al contar de viva voz lo que escuchaste?..... \_\_\_\_\_
7. ¿Hablas con cierto acento?..... \_\_\_\_\_
8. ¿Crees que eres una persona que sabe hablar muy bien y que los demás te prestan atención?..... \_\_\_\_\_
9. ¿Te gusta más el Arte que la Música?..... \_\_\_\_\_
10. ¿Aprendes escuchando y recuerdas lo que escuchaste, en vez de recordad lo que viste?..... \_\_\_\_\_



11. ¿Te gusta hablar mucho, discutir, hacer minuciosas descripciones para los demás?..... \_\_\_\_\_
12. ¿Antes de escribir algo, lo piensas dentro o lo dices en voz alta y luego lo escribes?..... \_\_\_\_\_

**APRENDIZAJE DE SENSACIÓN (Kinestésico)**

1. ¿Hablas calmadamente, tomando bastante aire?..... \_\_\_\_\_
2. ¿Tocas a las personas para que te presten atención?..... \_\_\_\_\_
3. ¿Te acercas cuando estás hablando con alguien?..... \_\_\_\_\_
4. ¿Mueves mucho tu cuerpo?..... \_\_\_\_\_
5. ¿Aprendes más cuando lo estás haciendo?..... \_\_\_\_\_
6. ¿Memorizas más cuando caminas o paseas?..... \_\_\_\_\_
7. ¿Utilizas tu dedo para mantener el renglón mientras estás leyendo?..... \_\_\_\_\_
8. ¿Gesticulas mucho tu rostro cuando te expresas?..... \_\_\_\_\_
9. ¿Te es difícil permanecer sentado por largos periodos de tiempo?..... \_\_\_\_\_
10. ¿Tomas decisiones basándote en tus sentimientos?..... \_\_\_\_\_
11. ¿Tocas objetos, con un bolígrafo o lápiz, o mueves tus dedos o tus pies mientras estás escuchando?..... \_\_\_\_\_
12. ¿Prácticas deportes y actividades al aire libre?..... \_\_\_\_\_

MI ESTILO DE APRENDIZAJE ES: (Puntaje más alto)

\_\_\_\_\_

### Anexo 3



## PLANEACIÓN DIDÁCTICA DE LA ESTRATEGIA PROPUESTA Y APLICADA PARA EL PROYECTO DE TESIS

### MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACION MEDIA SUPERIOR

Profesor: Urtecho Altamirano Sofía Raquel

Profesor experto: Antonio Chávez Montero

Fecha: 22/Nov/2017

Sesión: **21** GRUPO: **518** SALÓN: **C-01** HORARIO: LUNES **9:00-11:00**

Biología II Bloque 3: Principios de Genética y Evolución

Núcleo temático 2: Fuentes de variación. Tema: Alteraciones cromosómicas

CONTENIDOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	SITUACIONES DE APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
cromosomas (Autosomas sexuales) y	<p>CONCEPTUALES</p> <p>Identificar que es una mutación, una alteración cromosómica numérica y su origen.</p>	<p>APERTURA</p> <p>9:10 – 9:20</p> <p>Aplicación de prueba diagnóstica (Pre-test)</p> <p>Objetivo, presentación del tema y aprendizajes a lograr de los alumnos:</p> <p>Recuperación de conocimientos previos:</p> <p>Para inducir e introducir hacer preguntas dirigidas:</p>	<p>DIAGNÓSTICA</p> <p>Evaluación diagnóstica (Pretest).</p> <p>Conflicto cognitivo a través de preguntas sobre el tema.</p>

Elaboró: Biól. Sofía Raquel Urtecho Altamirano



	<p>ACTITUDINALES</p> <p>Reconocer el impacto social de las alteraciones cromosómicas para reconstruir una postura crítica y reflexiva.</p>	<p>En trabajo colaborativo reconstruirán el cariotipo e identificarán la alteración cromosómica correspondiente a través del ordenamiento de los cromosomas, para determinar el sexo, el síndrome y sus características.</p> <p>Los alumnos leerán la información del cuadro sinóptico sobre “alteraciones cromosómicas” y relacionarán la información de los estudios de caso de los diferentes síndromes.</p> <p>Presentarán y señalarán el resultado del cariotipo en plenaria, así como y las características de la alteración cromosómica correspondiente.</p> <p>Heteroevaluación (evaluación del docente) de la presentación en plenaria de cada equipo.</p> <p>Resolver y completar el andamio cognitivo en forma individual, discutirán su opinión sobre el tema, su postura y reflexión, así como la aplicación que puede tener el tema en su vida cotidiana. Intercambiarán la actividad con un compañero, para su coevaluación.</p> <p>CIERRE</p> <p>10:30-10:45</p> <p>Actividad de reflexión crítica (debate) sobre los diferentes síndromes abordados en la clase, su relevancia en la salud, familiar y social.</p> <p>Los alumnos reflexionan y expondrán su punto de vista de las siguientes preguntas:</p>	<p>INSTRUMENTO</p> <p>Guía de observación</p> <p>Recursos:</p> <p>Pintarrón y marcador.</p> <p>Lápiz, pluma y pegamento.</p> <p>Se utilizará como instrumento de evaluación un andamio cognitivo que permita identificar los aprendizajes logrados sobre las alteraciones cromosómicas, en específico sobre los tres tipos de variación genética (Síndrome de Down, Turner y Klinefelter). Se realizará coevaluación</p>
--	--	---	--

		<p>1. ¿Por qué es importante conocer las alteraciones cromosómicas?</p> <p>2. ¿Cuál sería tu postura si en el embarazo se diagnosticará un síndrome cromosómico a tu futuro hijo?</p> <p>Entregar los productos en forma individual para heteroevaluación y concentrar el portafolio de evidencias.</p>	
--	--	---	--

## Anexo 4 Texto



COLEGIO DE BACHILLERES PLANTEL 7 IZTAPALAPA

SEMESTRE 2017-B

Núcleo temático 2: Fuentes de variación

Tema: Alteraciones cromosómicas

DOCUMENTO CLASE EXPERIMENTAL

ALTERACIONES CROMOSÓMICAS

**INSTRUCCIONES:** Lee con atención el siguiente texto, subraya lo más importante para que con dicha información contestes el andamio cognitivo que se presenta al final.

Dentro de las células humanas se encuentran 23 pares de cromosomas (46 en total). Uno de cada par es materno (de la madre) y el otro es paterno (del padre). De este modo, los genes, así como los cromosomas, se acomodan en pares. Pero a veces, suceden pequeños o grandes cambios a esas instrucciones, llamadas **mutaciones o alteraciones cromosómicas**.

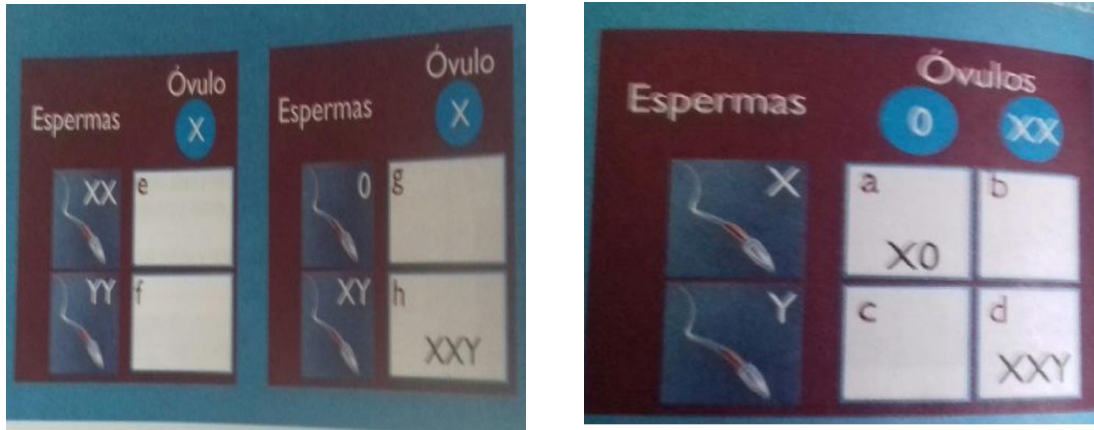
Las alteraciones cromosómicas pueden darse en los cromosomas, si ocurre en una célula que produce óvulos o espermatozoides, puede ser transmitida a la siguiente generación. Su origen se da en la mitosis o en la meiosis, por lo general se deben a una falla en la migración de los cromosomas. Este fenómeno se conoce como **no disyunción**, origina aneuploidia (alteraciones que afectan al número de cromosomas que recibe el cigoto) y se puede clasificar según el tipo de cromosomas afectados:

**Cromosomas autosómicos.** Las células somáticas de la especie humana poseen 23 pares de cromosomas ( $2n$ ), de los cuales 22 pares son **autósomas** o no sexuales, que dan como resultado gametos (óvulos y espermatozoides) a los que les falta un cromosoma ( $n-1$ ) o que tienen dos copias de uno ( $n+1$ ) y al unirse con un gameto normal dan origen a un embrión con una o tres copias del cromosoma afectado, por ejemplo: la trisomía del 21 o síndrome de Down.

**Cromosomas sexuales** El par 23 es denominada par sexual, en la mujer **XX (idénticos)** y en el hombre **XY (el Y es más pequeño)**, si están alterados dan como resultado gametos con ninguno o

con dos cromosomas sexuales en el par 23. Un ejemplo después de la fecundación es el síndrome de Turner 45 (X0) o monosomía X.

**Completa dentro de la imagen el resultado en la fecundación de los siguientes gametos**



## CARIOTIPO

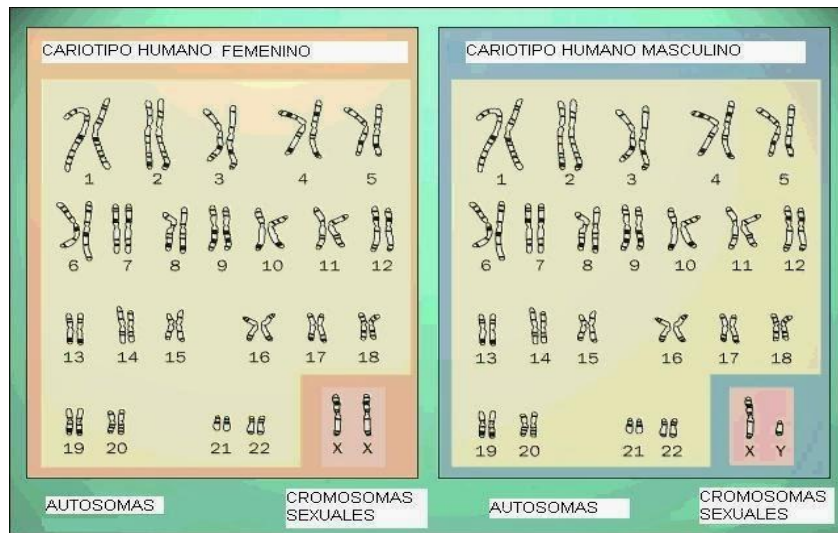
Se llama **cariotipo** a la representación gráfica del contenido de cromosomas de las células somáticas de una especie dada, que permite observar la forma, tamaño, número y otras características de los cromosomas.

Para determinar el cariotipo de un individuo, es necesario llevar a cabo un cultivo de células y, cuando estas comienzan a dividirse, teñirlas y hacer una preparación microscópica para fotografiar los cromosomas.

Durante la mitosis, los 23 pares de cromosomas humanos se condensan y son visibles con un microscopio de luz. El análisis de un cariotipo normalmente involucra bloquear las células en la etapa de metafase, se tiñen, se amplían, se recortan y organizan en un cuadro formando parejas de cromosomas. A este cuadro de las parejas de cromosomas se le denomina cariotipo, el cual se verifica si es correcto.

En un feto, las células se pueden obtener por amniocentesis, es decir, efectuando una punción en el vientre de la madre para obtener líquido amniótico o bien por punción directa del cordón umbilical para extraer sangre del feto. En un individuo recién nacido o adulto se utilizan los glóbulos blancos de la sangre.

En las siguientes figuras podrás observar cariotipos de personas normales.



Observa la imagen que representa dos cariotipos.

### ¿CUÁNDO ES RECOMENDABLE HACER UN CARIOTIPO?

Es recomendable realizar un cariotipo de un individuo en los casos que a continuación se exponen:

Para confirmar síndromes congénitos, cuando se observan algunas anomalías específicas o que pueden estar relacionadas con los cromosomas sexuales, en situaciones de abortos repetidos o problemas de esterilidad...

Mediante el estudio del cariotipo es posible detectar anomalías en el número o en la forma de los cromosomas. La mayoría de estas anomalías provocan deficiencias, y muchos individuos no llegan a nacer o mueren en los primeros meses de vida. La determinación del cariotipo del feto permite detectar antes del nacimiento algunas de estas deficiencias.

Esta prueba también se realiza en bebés que al nacer presentan características diferentes que podrían indicar una alteración cromosómica.



## Anexo 5 Estudio de caso

### ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

#### Estudio de caso

Una pareja tiene un hijo, observan rasgos que a simple vista **no** parecen normales, su médico les explica que debe realizarse un estudio genético para determinar el problema.

Arregla y ordena los cromosomas del siguiente cariotipo problema e interpreta los resultados como si estuvieras trabajando en un programa de análisis genético en un hospital o una clínica.

El análisis del cariotipo obtenido lo tienes que comparar con un cariotipo normal, de acuerdo a las imágenes cromosómicas (monosomía o trisomía).

1. Determina cuál es la anomalía presentada \_\_\_\_\_
2. Nombra la alteración cromosómica y sus principales características, analizando los cuadros de \_\_\_\_\_ los \_\_\_\_\_ diferentes síndromes \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. El sexo del individuo \_\_\_\_\_
4. Menciona las implicaciones en la salud que presenta el síndrome diagnosticado \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Discute con tu equipo las implicaciones sociales que se presentan con el síndrome detectado y que postura asumirían después de conocer el origen del problema.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



6. De acuerdo a la información que ya revisaste, ¿Quién de los progenitores es el responsable de la alteración cromosómica?


---

---

## Anexo 6 Cuadro Sinóptico Informativo

### CUADRO SINÓPTICO DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE TRES TIPOS DE SINDROMES

SINDROME	MANIFESTACIONES EN LA SALUD Y EL ASPECTO SOCIAL	IMÁGENES REPRESENTATIVAS
<p><b>Down</b></p> <p><b>Trisomía del par 21</b></p> <p><b>Cromosomas: autosomas</b></p> <p><b>47, XX+21 ó 47, XY +21</b></p>	<p>Estas personas presentan un doblez en los ojos que los hace verse rasgados; son de baja estatura, de manos pequeñas, con la lengua grande y gruesa, lo que provoca que la boca se mantenga abierta. Tienen deficiencia mental y son más propensos a enfermedades cardíacas y respiratorias.</p> <p>Cabe mencionar que en este síndrome la edad de la madre es un factor que influye fuertemente en la frecuencia de casos. Así, se han observado que en las madres de 30 a 39 años la frecuencia es de 1 en 1000, en mujeres de 40 a 44 años la frecuencia es de 1 en 100 y en mujeres de 45 años en adelante la frecuencia es de 1 en 50. Así mismo se reportan caso de mujeres muy jóvenes entre los 12 a 17 años de edad con un incremento de la frecuencia significativo, pero se han encontrado casos en los que el espermatozoide también presenta anomalías que provocan el síndrome y puede estar relacionado con la edad del padre.</p> <p>Esto podría deberse a que las madres o padres de menos o mayor edad el proceso de meiosis se altera por el tiempo que ha transcurrido desde la formación de los ovocitos o células precursoras de óvulo. En la actualidad existen fundaciones que preparan y capacitan a estas personas para que tengan una fuente de trabajo.</p>	  <p>Es notoria su participación y perseverancia, un claro ejemplo se da en una niña mexicana campeona paraolímpica en gimnasia en Brasil 2016.</p>

<p><b>Klinefelter</b></p> <p><b>Trisomía</b></p> <p><b>Cromosomas: sexuales</b></p> <p><b>47 XXY</b></p>	<p>Este síndrome presenta un cromosoma de más, se presenta en los cromosomas sexuales, en hombres presentan un cromosoma X adicional (XXY).</p> <p>Los síntomas son más evidentes en la pubertad de los varones, pues desarrollan características sexuales secundarias femeninas, como crecimiento parcial de los senos, ensanchamiento de caderas y testículos pequeños. Suelen ser varones estériles con retraso mental.</p> <p>El síndrome de Klinefelter no tiene preferencia por alguna raza en especial y tiene una frecuencia aproximada de 1 en 500 nacimientos, lo que le hace particularmente notable.</p> <p>Por ello, los estudios sobre este desequilibrio merecerían mayor inversión por parte de los gobiernos y las empresas privadas porque el efecto psicológico que causa en el individuo y en su pareja es muy grande, el costo de un tratamiento hormonal es alto, al igual que una posible intervención quirúrgica.</p> <p>Estas personas son discriminadas y catalogadas como homosexuales por su apariencia femenina.</p>	
--	---	---

<p><b>Turner</b></p> <p><b>Monosomía</b></p> <p><b>Cromosomas: sexuales</b></p> <p><b>45,X0</b></p>	<p>Se presenta solo en mujeres que tienen órganos genitales externos, pero no logran desarrollar adecuadamente los ovarios. Tienen baja estatura, cuello corto y ancho con pliegues. Pueden tener inteligencia normal.</p> <p>Son discriminados por su baja estatura, causa problemas psicológicos en las mujeres al ser estériles, aunque se ha logrado en algunos casos con tratamientos hormonales logran ser madres. Se someten a cirugías para corregir el cuello.</p> <p>Actualmente se ha presentado una incidencia mayor, haciendo promoción en canales de televisión de manera informativa, pero equivocada, porque no es una enfermedad es una alteración cromosómica que no tiene cura. Dada su incidencia se incluye su tratamiento en el seguro popular.</p>	<div data-bbox="1554 134 2033 507"> <p><b>Síndrome de Turner</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mujeres con solamente un cromosoma X</li> <li>No tienen órganos internos de mujer plenamente desarrollados</li> <li>No pueden tener descendencia</li> </ul> <p>Linda Hunt en Kindergarten Cop, 1990</p> </div> <div data-bbox="1559 549 2033 896"> </div>
---	---	---

**BIBLIOGRAFÍA:**

\*Carbajal, H. y Estrada, A. (2012). Biología II. Serie basada en competencias y valores. IURE. México.

\*Marcial, R. (1997). Síndrome de Klinefelter: cromosoma que causa infertilidad Retomado de: [sindrome-de-klinefelter-cromosoma-que-causa-infertilidad.pdf](#).

\*Serrano, L y Govea, R. (1990). Fascículos de Biología II. Bases Genética de la evolución. Colegio de Bachilleres.

\* Instrumentación Humana. (2014). Práctica 3 “Cromosomas. Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía. IPN. Recuperado de <http://dijbio.blogspot.mx/2014/03/cromosomas.html>

## Anexo 7 Andamio Cognitivo

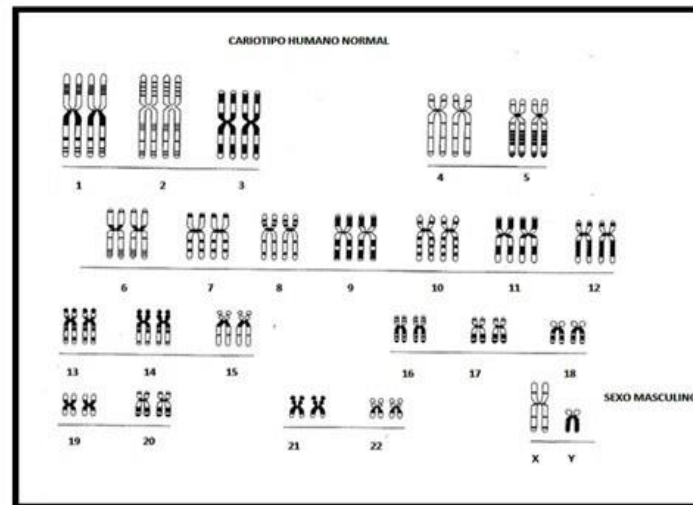
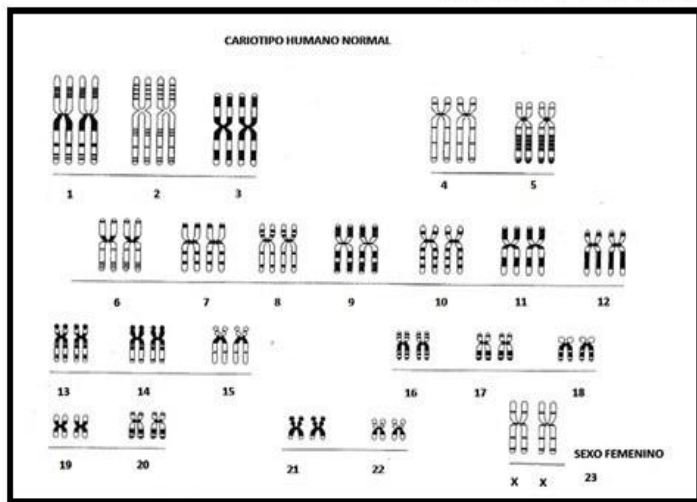
NOMBRE: \_\_\_\_\_ GRUPO: \_\_\_\_\_

### ALTERACIONES CROMOSÓMICAS NUMÉRICAS

INSTRUCCIONES: COMPLETA LOS ESPACIOS VACIOS DEL SIGUIENTE ANDAMIO COGNITIVO

NO DISYUNCIÓN EN EL PADRE			
CROMOSOMAS SEXUALES DE UN ESPERMATOZOIDE DEFECTUOSO	CROMOSOMAS SEXUALES DE UN ÓVULO NORMAL	CROMOSOMAS SEXUALES DE LOS DESCENDIENTES	FENOTIPO
0 (ninguno)	X		
	X	XXX	SINDROME X
	X	XXY	
NO DISYUNCIÓN EN LA MADRE			
CROMOSOMAS SEXUALES DE UN ESPERMATOZOIDE NORMAL	CROMOSOMAS SEXUALES DE UN ÓVULO DEFECTUOSO	CROMOSOMAS SEXUALES DE LOS DESCENDIENTES	FENOTIPO
X	0 (ninguno)		
Y		Y0	Muere en estado embrionario
X		XXX	SINDROME X
Y		XXY	

## Anexo 8 Esquemas de cariotipos normales



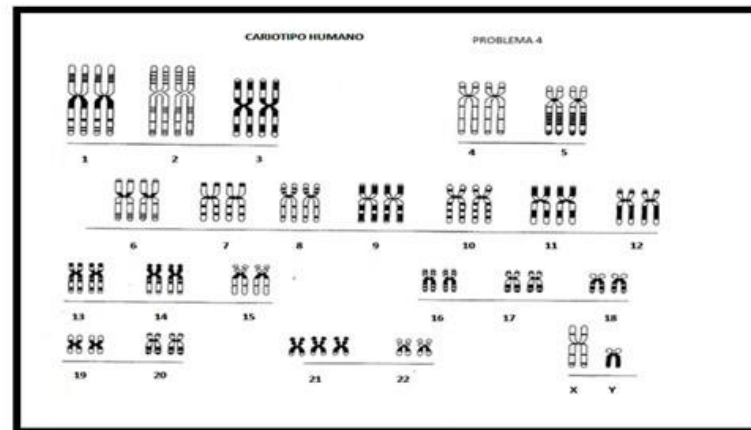
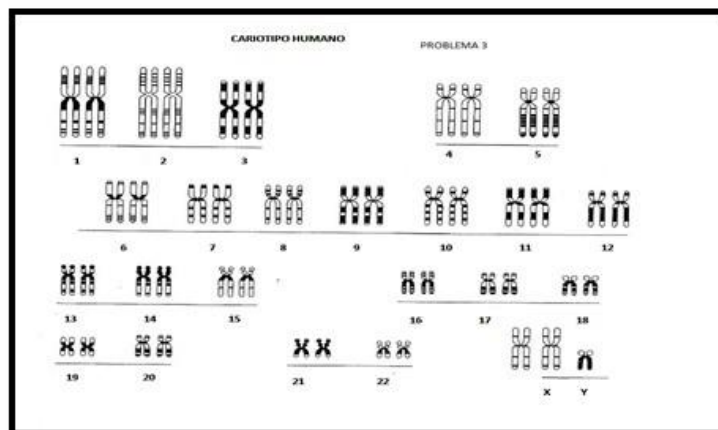
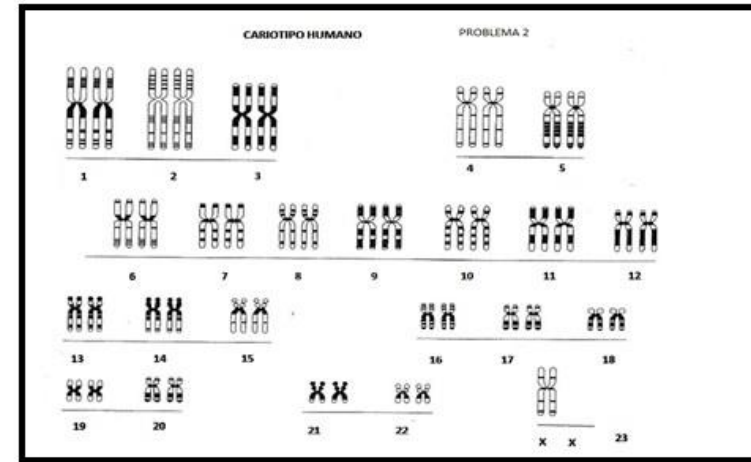
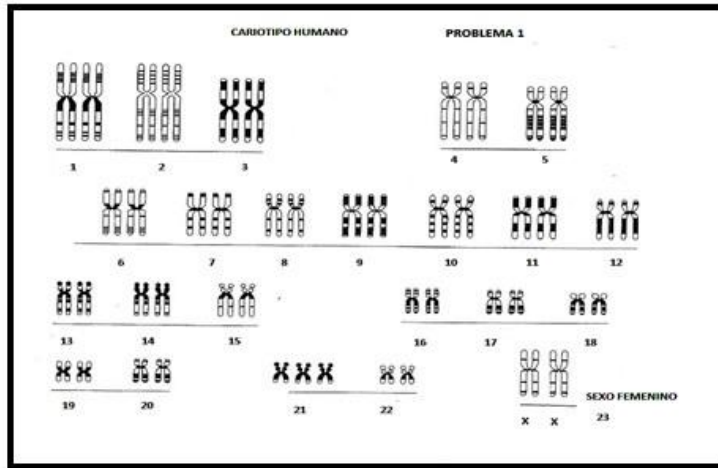
## Anexo 9 Formato para diagnóstico de Cariotipo Problema

**CARIOTIPO PROBLEMA**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

DIAGNÓSTICO: \_\_\_\_\_ SEXO: \_\_\_\_\_

# Anexo 10 Cariotipos problema





## Anexo 11. Material didáctico



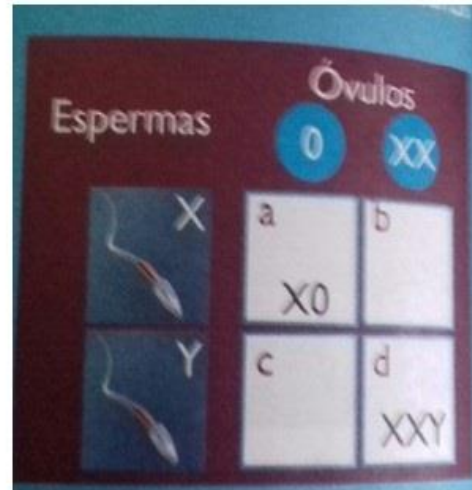
cromosomas para diagnóstico



video ¿Cómo se realiza un cariotipo?



esquemas de cromosomas



ejercicios de fecundación

## Anexo 12



### EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA PRE-TEST/ POS- TEST

#### COLEGIO DE BACHILLERES

Plantel 7 “Iztapalapa” Semestre 2017-B

Tema: alteraciones cromosómicas

NOMBRE: \_\_\_\_\_ GRUPO: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

**Objetivo:** La prueba que a continuación contestarás tiene el propósito de verificar tus conocimientos, habilidades y aptitudes que presentas sobre tema fuentes de variación: alteraciones cromosómicas. No se tomará en cuenta para la acreditación del curso.

**INSTRUCCIONES:** lee con atención cada uno de los enunciados y subraya la opción correcta.

1. Proceso mediante el cual se forman las células sexuales
  - a) organogénesis
  - b) segmentación
  - c) gametogénesis
  - d) fecundación
  
2. Para que se forme un bebé del sexo femenino los cromosomas sexuales deben ser:
  - a) XY
  - b) XX
  - c) XXY
  - d) YY
  
3. El síndrome de Down se debe a la...
  - a) trisomía del par 21
  - b) monosomía del par 21
  - c) poliploidía del par 21
  - d) nulosomía del par 21
  
4. Se define como un cambio heredable en el material genético de una célula.
  - a) sustracción
  - b) eliminación
  - c) fusión
  - d) mutación

5. Es un síndrome provocado por falta de un cromosoma sexual en las mujeres
- a) Klinefelter
  - b) Turner
  - c) Jacob
  - d) Edwards
6. ¿Estructura que se presenta en pares y contienen el material genético de un organismo?
- a) cariograma
  - b) cariotipo
  - c) cromosoma
  - d) cromatina
7. Para determinar en una persona que presenta una posible alteración cromosómica en debe elaborar un....
- a) genotipo
  - b) cariotipo
  - c) fenotipo
  - d) diploide
8. Proceso de división celular que ocurre en las células germinales para originar óvulos y espermatozoides
- a) bipartición
  - b) meiosis
  - c) gemación
  - d) mitosis
9. Fenómeno que ocurre en la meiosis y por el cual se originan las alteraciones cromosómicas.
- a) multiplicación
  - b) No disyunción
  - c) Duplicación
  - d) No separación

**INSTRUCCIONES:** contesta las siguientes preguntas abiertas.

10. Menciona que alteraciones cromosómicas conoces (síndromes) y algunas de sus características.

---

---

---

---

11. ¿Cuál de los padres es el responsable de originar una alteración cromosómica?

---

---

12. ¿Cómo se puede diagnosticar una alteración cromosómica?

---

---

13. ¿Cuándo se debe diagnosticar una posible alteración cromosómica?

---

---

14.- ¿Qué implicaciones sociales se presentan en los individuos que presentan algún síndrome?

---

---

15. ¿Menciona que postura asumirías al saber que vas a tener un bebé con síndrome de Down?

## Anexo 13



### GUIA DE OBSERVACIÓN PARA TRABAJO COLABORATIVO

#### Núcleo temático 2. Fuentes de variación genética

#### “Alteraciones cromosómicas”

#### Integrantes del equipo:

Actividades a Evaluar		Cumplimiento			Observaciones
		si	No	A veces	
1	Se integra a un equipo de trabajo en el desarrollo de las actividades planteadas				
2	Participa activamente en el equipo de trabajo aportando criterios de solución al estudio de caso.				
3	Asume una actitud de respeto y tolerancia con los demás integrantes del equipo.				
4	Participa activamente para reconstruir el cariotipo				
5	Realiza la revisión del cuadro sinóptico informativo para definir las características del síndrome diagnosticado				
6	Utiliza el cariotipo reconstruido para diagnosticar la alteración cromosómica				
7	Presentó seguridad en el equipo, así como tolerancia				
8	Asumió un papel en el juego de roles				
9	Utilizó el tiempo adecuadamente				
10	La presentación del diagnóstico fue adecuada y apoyada por los integrantes del equipo.				

## Anexo 14 Rúbrica



### RÚBRICA PARA EVALUAR COMPETENCIAS

CRITERIOS	NIVELES DE DESEMPEÑO		
	EXCELENTE	BUENO	REGULAR
Caracterización de alteraciones cromosómicas (síndromes).	Definen el concepto de síndrome, mencionando tres ejemplos y sus características principales.	No definen el concepto de síndrome, mencionan dos ejemplos y alguna característica.	No definen el concepto de síndrome, mencionan al menos un ejemplo y alguna característica.
Identificar quién de los progenitores es el responsable de una alteración cromosómica.	Expresan que ambos progenitores pueden ser los responsables de la alteración cromosómica.	Expresan que el padre es el responsable de la alteración cromosómica.	Expresan que la madre es responsable de la alteración cromosómica.
Reconocer cuando es conveniente realizar un posible diagnóstico de una alteración cromosómica.	Reconoce al menos tres situaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• En los tres primeros meses de gestación</li> <li>• Antes del nacimiento</li> <li>• Por abortos repetidos</li> <li>• Por la edad de los padres</li> </ul>	Menciona al menos dos situaciones del nivel excelente para realizar el diagnóstico.	Menciona al menos una situación del nivel excelente para realizar el diagnóstico.
Describir cómo se realiza el diagnóstico de una posible alteración cromosómica.	Describen el proceso para realizar el cariotipo.	Mencionan algunos pasos para realizar el cariotipo.	Solo menciona que es por un cariotipo.
Reconocer las implicaciones sociales que se presentan en individuos con algún síndrome cromosómico.	Reflexiona y comenta al menos cuatro de las implicaciones siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discriminación</li> <li>• Problemas económicos</li> <li>• Falta de oportunidades laborales</li> <li>• Educación especial</li> <li>• El cuidado se centra en la madre</li> <li>• Se requiere apoyo psicológico a la familia</li> </ul>	Reflexiona y comenta al menos tres implicaciones mencionadas en el nivel excelente.	Reflexiona y comenta al menos una implicación de las mencionadas en el nivel excelente.
Asumir una postura personal sobre tener un bebé con un síndrome diagnosticado.	Explica y argumenta su decisión con base en los aprendizajes sobre genética.	Describe su decisión con base en los aprendizajes sobre genética.	Menciona sí o no de su decisión, sin tomar como base los aprendizajes sobre genética.

## Anexo 15 Formato de la encuesta de opinión alumno

### Formato 1 UNAM Facultad de Estudios Superiores Iztacala MADEMS Opiniones de los alumnos de Bachillerato (CCH o ENP)

Fecha \_\_\_\_\_ Número de sesión \_\_\_\_\_

Escribe el nombre del profesor, el tema de la clase y el grupo al que perteneces.

Según tu opinión contesta: SI, "MÁS O MENOS" O No, poniendo una X en cada pregunta

Profesor practicante: \_\_\_\_\_

Tema: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

El inicio		Si	+ o	No
1.	¿El profesor te motivo al inicio de la clase?		-	
2.	¿Consideras que el profesor señaló los objetivos de la clase?			
3.	¿El profesor tomó en cuenta tus expectativas?			
4.	¿El profesor mencionó cómo se iba a desarrollar la clase?			
5.	¿El profesor te pidió que participaras en la clase?			
6.	¿El profesor relacionó el contenido con temas que ya habías visto?			
Durante el desarrollo de la clase				
7.	¿El profesor se expresó con claridad?			
8.	¿La voz del maestro te permitió estar atento toda la clase?			
9.	¿La velocidad del desarrollo de la clase fue de acuerdo a tu ritmo de aprendizaje			
10.	¿El profesor te atendió de acuerdo a tus necesidades ¿Fue a tu lugar?			
11.	¿El profesor dio ejemplos?			
12.	Si tu respuesta anterior fue "si" contesta ¿Te quedaron claros los ejemplos?			
13.	¿El profesor te preguntó?			
14.	¿El profesor promovió para que tú le hicieras preguntas?			
15.	Si tuviste dudas ¿Le preguntaste al profesor y te aclaró tus dudas?			
16.	¿Consideras que el profesor domina el contenido?			
17.	¿El profesor favoreció el respeto y la tolerancia?			
Al final				
18.	¿El profesor presentó un resumen al final del tema?			
19.	¿La exposición fue interesante?			
20.	¿El profesor supo controlar adecuadamente la disciplina del grupo?			
21.	¿El profesor cumplió con lo que te dijo que te iba a enseñar?			

Por favor contesta las siguientes preguntas:

22. Menciona al menos dos conceptos que para ti fueron los más importantes

\_\_\_\_\_

23. Menciona al menos una duda que te haya quedado del tema

\_\_\_\_\_

24. Por qué consideras que el profesor te ayudó a que construyeras tu aprendizaje

\_\_\_\_\_

25. ¿Qué sugieres para que el profesor te ayude para que aprendas lo que te enseña

\_\_\_\_\_

## Anexo 16 Formato de la encuesta de opinión docente experto

Formato 1 UNAM Facultad de Estudios Superiores Iztacala MADEMS  
Opiniones del profesor asesor del (CCH o ENP)

Fecha \_\_\_\_\_

Número de sesión \_\_\_\_\_

Escribe el nombre del profesor, el tema de la clase y el grupo al que perteneces.

Según tu opinión contesta: SI, "MÁS O MENOS" O No, poniendo una X en cada pregunta.

Profesor practicante: \_\_\_\_\_

Tema: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

El inicio		Si	+ o -	No
1.	¿El profesor te motivo al inicio de la clase?			
2.	¿Consideras que el profesor señaló los objetivos de la clase?			
3.	¿El profesor tomó en cuenta tus expectativas?			
4.	¿El profesor mencionó cómo se iba a desarrollar la clase?			
5.	¿El profesor te pidió que participaras en la clase?			
6.	¿El profesor relacionó el contenido con temas que ya habías visto?			
<b>Durante el desarrollo de la clase</b>				
7.	¿El profesor se expresó con claridad?			
8.	¿El manejo de voz, favoreció que los alumnos estuvieran atentos?			
9.	¿El discurso se apoyó con el lenguaje corporal para favorecer la comunicación?			
10.	¿El profesor acudió al lugar de los alumnos para ayudarlos personalmente?			
11.	¿Ofreció ayuda ajustada para que los alumnos construyeran el aprendizaje?			
12.	¿Uso conceptos que los alumnos pudieran comprender?			
13.	¿Ejemplificó los conceptos importantes?			
14.	¿Favoreció el aprendizaje mediante preguntas a los estudiantes?			
15.	¿Los alumnos le hicieron preguntas al profesor?			
16.	¿Resolvió de manera adecuada las dudas y preguntas de los alumnos?			
17.	¿Domina los contenidos?			
18.	¿Presento los contenidos de manera congruente?			
19.	¿Los métodos (trabajo grupal e individual) fueron adecuados y pertinentes?			
20.	¿Utilizó materiales didácticos favorables al aprendizaje?			
21.	¿Resolvió adecuadamente imprevistos durante la intervención?			
22.	¿El profesor empleó durante la sesión la evaluación formativa?			
23.	¿Favoreció una interacción de respeto y tolerancia, favoreciendo un clima para el aprendizaje?			
<b>Al final</b>				
24.	¿El profesor hizo un resumen o conclusión del tema?			
25.	¿Mantuvo el interés de los estudiantes durante el desarrollo de la clase?			
26.	¿El profesor manejó adecuadamente situaciones disciplinarias?			
27.	¿El profesor cumplió con los objetivos, métodos y formas de evaluar?			

PLANEACIÓN: Con base en los siguientes indicadores, hacer comentarios. ¿Los objetivos de aprendizaje están al nivel de los alumnos?, ¿Cómo se puede mejorar la planeación de los objetivos?, ¿Distribuyó adecuadamente el tiempo?, ¿Hizo una adecuada planeación de las actividades y materiales para lograr la construcción del aprendizaje en los alumnos?

¿Qué sugiere para que el profesor practicante mejore su práctica?



# Anexo 17 Encuestas de opinión docente experto (ambas estrategias didácticas)

UNAM, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, MADENS

Formato 2 **Opiniones del profesor asesor**

Fecha 22/11/2019 Número de la sesión 21  
 Profesor practicante SOFÍA RAQUEL UTECHO ALTAMIRANO  
 Tema MUTACIONES CROMOSÓMICAS  
 Profesor experto ANTONIO CHAVEZ MONTERO

	SI	±	NO
<b>Al inicio</b>			
1.- Motivó a los estudiantes al inicio de la práctica docente?	X		
2.- Estableció los propósitos de la sesión considerando?	X		
3.- El profesor tomó en cuenta las expectativas de los alumnos?		X	
4.- Presentó la forma como se desarrollaría la sesión?	X		
5.- El profesor consideró como participarían los estudiantes?	X		
6.- Relacionó el tema presentado con conocimientos previos de los alumnos?	X		
<b>Durante el desarrollo, el profesor</b>			
8.- El profesor se expresó con claridad?		X	
7.- El manejo de la voz, favoreció que los alumnos estuvieran atentos?	X		
¿El discurso se apoyó con el lenguaje corporal para favorecer la comunicación?	X		
8.- La velocidad de la clase fue de acuerdo a los ritmos y estilos de aprendizaje de los alumnos?	X		
9.- El profesor acudió al lugar de los alumnos para ayudarlos personalmente?	X		
10.- Ofreció ayuda ajustada para que los alumnos construyeran el aprendizaje?	X		
11.- Usó conceptos que los alumnos pudieron comprender?	X		
12.- Ejemplificó los conceptos importantes?	X		
13.- Favoreció el aprendizaje mediante preguntas a los estudiantes?	X		
14.- Los alumnos le hicieron preguntas al profesor?	X		
15.- Resolvió de manera adecuada las dudas y preguntas de los alumnos?	X		
16.- Domina los contenidos?	X		
17.- Presentó los contenidos de manera congruente?	X		
17.- Los métodos (trabajo grupal e individual), fueron adecuados y pertinentes?	X		
18.- Utilizó materiales didácticos favorables al aprendizaje?	X		
19.- Resolvió adecuadamente imprevistos durante la PD?	X		
20.- El profesor empleó durante la sesión la evaluación formativa?	X		
21.- Favoreció una interacción de respeto y tolerancia, favoreciendo un clima para el aprendizaje?	X		
<b>Al final</b>			
24.- El profesor hizo un resumen o conclusiones del tema?	X		
25.- Mantuvo el interés de los estudiantes durante el desarrollo de la PD?	X		
26.- El profesor manejó adecuadamente situaciones disciplinarias?	X		
27.- El profesor cumplió con los objetivos, métodos y formas de evaluar?	X		

**PLANEACIÓN**

Con base en los siguientes indicadores, hacer comentarios. ¿Los objetivos de aprendizaje están al nivel de los alumnos? ¿Cómo se puede mejorar la planeación de los objetivos? ¿Distribuyó adecuadamente el tiempo? ¿Se hizo una adecuada planeación de actividades y materiales, para lograr la construcción del aprendizaje en los alumnos? Me parece interesante la manera en que se les propone a los alumnos hacer razonamiento deductivo en base a conocimientos previos.  
Excelente planeación y estructura de la clase.  
Buena ejemplificación en el pizarrón.  
El trabajo en parejas agiliza la dinámica, aunque me gustó más el trabajo de la clase Piloto, quizás si la dinámica del recorte de Cariotipo se pudiera  
GRACIAS aplicar por pares de alumnos.

12-101111

UNAM, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, MADENS

Formato 2 **Opiniones del profesor asesor**

Fecha 22/11/2019 Número de la sesión 21  
 Profesor practicante SOFÍA RAQUEL UTECHO ALTAMIRANO  
 Tema MUTACIONES CROMOSÓMICAS  
 Profesor experto ANTONIO CHAVEZ MONTERO

*Clase Piloto*

	SI	±	NO
<b>Al inicio</b>			
1.- Motivó a los estudiantes al inicio de la práctica docente?	X		
2.- Estableció los propósitos de la sesión considerando?	X		
3.- El profesor tomó en cuenta las expectativas de los alumnos?	X		
4.- Presentó la forma como se desarrollaría la sesión?	X		
5.- El profesor consideró como participarían los estudiantes?	X		
6.- Relacionó el tema presentado con conocimientos previos de los alumnos?	X		
<b>Durante el desarrollo, el profesor</b>			
8.- El profesor se expresó con claridad?		X	
7.- El manejo de la voz, favoreció que los alumnos estuvieran atentos?	X		
¿El discurso se apoyó con el lenguaje corporal para favorecer la comunicación?	X		
8.- La velocidad de la clase fue de acuerdo a los ritmos y estilos de aprendizaje de los alumnos?	X		
9.- El profesor acudió al lugar de los alumnos para ayudarlos personalmente?	X		
10.- Ofreció ayuda ajustada para que los alumnos construyeran el aprendizaje?	X		
11.- Usó conceptos que los alumnos pudieron comprender?	X		
12.- Ejemplificó los conceptos importantes?	X		
13.- Favoreció el aprendizaje mediante preguntas a los estudiantes?	X		
14.- Los alumnos le hicieron preguntas al profesor?	X		
15.- Resolvió de manera adecuada las dudas y preguntas de los alumnos?	X		
16.- Domina los contenidos?	X		
17.- Presentó los contenidos de manera congruente?	X		
17.- Los métodos (trabajo grupal e individual), fueron adecuados y pertinentes?	X		
18.- Utilizó materiales didácticos favorables al aprendizaje?	X		
19.- Resolvió adecuadamente imprevistos durante la PD?	X		
20.- El profesor empleó durante la sesión la evaluación formativa?	X		
21.- Favoreció una interacción de respeto y tolerancia, favoreciendo un clima para el aprendizaje?	X		
<b>Al final</b>			
24.- El profesor hizo un resumen o conclusiones del tema?		X	
25.- Mantuvo el interés de los estudiantes durante el desarrollo de la PD?	X		
26.- El profesor manejó adecuadamente situaciones disciplinarias?	X		
27.- El profesor cumplió con los objetivos, métodos y formas de evaluar?	X		

**PLANEACIÓN**

Con base en los siguientes indicadores, hacer comentarios. ¿Los objetivos de aprendizaje están al nivel de los alumnos? ¿Cómo se puede mejorar la planeación de los objetivos? ¿Distribuyó adecuadamente el tiempo? ¿Se hizo una adecuada planeación de actividades y materiales, para lograr la construcción del aprendizaje en los alumnos? En efecto, la planeación estuvo muy bien estructurada y distribuida los alumnos fueron participativos en la sesión.  
¿Qué sugiere para que el profesor practicante, mejore su práctica docente?  
La sesión está perfectamente estructurada, es muy bueno el uso de material didáctico, se emplearon bien los recursos con los que contamos.  
GRACIAS Como sugerencia, tal vez podría

12-101111

Me parece excelente el hecho de concientizar al alumnado sobre la implicación social de estos síndromes

intercalar información de organismos que viven con cromosomas XO como algunas insectos, y tal vez anexar o mencionar los cromosomas ZW.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cano, E. (2015). Las rúbricas como instrumentos de evaluación de competencias en educación superior: ¿Uso abuso? Profesorado. Revista currículum y formación del profesorado Vol. 19 (2). Recuperado de: <http://www.ugr.es/local/recfpro/rev.192COL2.pdf>

CAGT. Centro de Análisis Genéticos, Cariotipo. ¿Cómo se realiza? <https://www.youtube.com/watch?v=NT9HjFFjiCA>

Carbajal, H. y Estrada, A. (2012). Biología II. Serie basada en competencias y valores. México. IURE.

Carlos, J. (2011). Aplicaciones curriculares de la Educación Basada en Competencias (EBC). Balance de la experiencia mexicana a quince años de su implantación. Revista Electrónica de Desarrollo de Competencias. 2 (8).

Carlos, J. (2015). Las buenas prácticas de enseñanza de los profesores de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Febrero. Facultad de Ingeniería UNAM. Boletín Coordinación de Ciencias Aplicadas.

Colegio de Bachilleres. (Julio 2017). Área de Investigación y Prospectiva. Documento elaborado para el seminario: ¿Quiénes son nuestros profesores? Ciudad de México.

Colegio de Bachilleres (2016). Programa de asignatura Biología II. Quinto semestre. SEP.

Colegio de Bachilleres (2017). Estadística básica oficial. [www.gob.mx/bachilleres](http://www.gob.mx/bachilleres).

Covacevich, C. (2014). Cómo seleccionar un instrumento para evaluar los aprendizajes estudiantiles. Recuperado de [goo.gl/c1Cnbc](http://goo.gl/c1Cnbc)

De la Cerna y E. Torres (2014). Biología II. Bajo el enfoque de competencias en estricto apego a la RIEMS. DGB. México. Gafra.

Díaz-Barriga, Á. (2006). El enfoque de las competencias en la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio? Perfiles Educativos, vol. xxv, núm. 111, pp. 7-36.

Díaz-Barriga, Á. (2011). Competencias en educación. Corrientes de pensamiento e implicaciones para el currículo y el trabajo en el aula. Revista Iberoamericana en Educación Superior. Vol. II, núm.5, pp. 2-24.

Díaz Barriga, F y Hernández, G (2009). Estrategias Docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. México. Mac Graw Hill.

Diario oficial de los Estados Unidos Mexicanos. (2008) ACUERDO número 442 por el que se establece el Sistema Nacional de Bachillerato, en un marco de diversidad. SEP, México.

Diario oficial de los Estados Unidos Mexicanos. (2008) ACUERDO número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el Marco Curricular Común del Sistema Nacional de Bachillerato. SEP, México.

Fernández, R. et al. (2010). El síndrome de Turner. Madrid, España. Cruzada.

Figini, E. y A. De Micheli. (2005). VII congreso. La enseñanza de la genética en el nivel medio y la educación polimodal: contenidos conceptuales en las actividades de los libros de texto. Enseñanza de las Ciencias. Número extra.

Frade, L. (2009). Planeación por competencias. México. Ed. Inteligencia educativa.

Garduño, C. et al. (2001). Guía de educación comunitaria. Instituto de Investigaciones Pedagógicas. CONAFE.

Gatica Lara, F., y Uribarren Berrueta, T. (2013). ¿Cómo elaborar una rúbrica? Investigación en Educación Médica, 2(1), 61-65. Recuperado de [goo.gl/F5fWrT](http://goo.gl/F5fWrT).

Griffiths, A., Wessler, S., Lewontin, R. y Carroll, S. (2008). Genética. México. Mc. Graw Hill.

Henao, G., Ramírez, L. y Ramírez, C. (2006). Qué es la intervención psicopedagógica, definición, principios y componentes. V 6, N°2. 215-226 pp. Colombia.

Herlihy, A. y Gillam, L. (2011). Thinking outside the square: considering gender in Klinefelter syndrome and 47,XXY. *International Journal of Andrology*, 34(5 Pt 2), 348 – 349 pp. Recuperado de: [10.1111/j.1365-2605.2010.01132.x](http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2605.2010.01132.x)

Hernández, R. et al. (2010). Metodología de la Investigación. Quinta edición. México. Mac Graw Hill.

Hintze, J. L. (2007). NCSS. Kaybille, UTAH, USA.

Instrumentación Humana. (2014). Práctica 3 “Cromosomas. Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía. IPN. Recuperado de <http://dijbio.blogspot.mx/2014/03/cromosomas.html>.

Íñiguez Porras, Francisco, y Puigcerver O. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 13 (3).

Disponible en: <<http://sociales.redalyc.org/articulo.oa?id=92028240002>> ISSN

Jiménez, M. (2018). Video “El lenguaje curricular en la reforma educativa”. UNAM. IISUE

Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=NJX9ciaekDo&t=187s>

León, E. (2014). Biología II. Enfoque por competencias. México. Santillana

Limón, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: a critical appraisal. *Learning and Instruction*. 11, 357-380. United States

Marcial, R. (1997). Síndrome de Klinefelter: cromosoma que causa infertilidad Retomado de: [sindrome-de-klinefelter-cromosoma-que-cause-infertilidad.pdf](#).

Miguel, V; Flores, J; Montaña, N y Fernández, M (2015). Evaluación de aprendizajes mediante rúbricas utilizando rubricarte. Areté. *Revista Digital del Doctorado en Educación*. 1 (2), 41 – 57. Universidad Central de Venezuela.

Monereo, C. (2000). Estrategias de enseñanza y aprendizaje. 8° edición. España. Ed. Grao.

Monereo, C. y Pozo, M. (1999). Aprendizaje estratégico. España. Aula XXI. Santillana.

Morales, R. (2013). Utilidad del cariotipo. Instituto Bernabeu, España. Recuperado de: <https://www.institutobernabeu.com/foro/2011/06/03/utilidad-del-cariotipo/>

Nava, A. (2015). El seguro popular cubrirá síndrome de Turner. *Excelsior*.

OCDE (2007). Panorama educativo (resumen). Tomado de: [www.oecd.org/dataoecd/21/35/39316684.pdf](http://www.oecd.org/dataoecd/21/35/39316684.pdf). 2007-2012. Eje 3 Igualdad de oportunidades 3.3. Transformación educativa.

Plan de estudios Colegio de Bachilleres. Junio 2018. Recuperado de: <https://www.gob.mx/bachilleres>.

Poder Ejecutivo Federal (2007). Plan Nacional de Desarrollo

Pozo, J. (2003). Adquisición de conocimiento. Cuando la carne se hace verbo. España: ediciones Marata.

Radford, A. y Bird-Stewart, J. A. (1982). Teaching genetics in schools. *Journal of Biological Education*, vol. 16(3), pp. 177- 180.

Ringo, J. (2011). Genética Fundamental. Zaragoza, España. Acribia.

Ruiz, M. (2010). Enseñar en Términos de Competencias. (2010). México. Ed. Trillas.

Salinas, D. (1994). La planificación de la enseñanza: ¿Técnica, sentido común o saber profesional? Teoría del desarrollo y el curriculum. Cap. 7. Universidad de Málaga. Ediciones Aljibe.

Serrano, L y Govea, R. (1990). Fascículos de Biología II. Bases Genética de la evolución. Colegio de Bachilleres. Retomado de:  
[http://www.conevyt.org.mx/bachillerato/material\\_bachilleres/cb6/5sempdf/biologia2/bio2\\_fasc6.pdf](http://www.conevyt.org.mx/bachillerato/material_bachilleres/cb6/5sempdf/biologia2/bio2_fasc6.pdf).

Silva, B. y E. Hinojosa (2000). Evaluación del aprendizaje. Alternativas y nuevos desarrollos. Trillas. México.

Silva, M. et. al. (Abril 2015). Estudio exploratorio de la formación por competencias en el Colegio de Bachilleres. Seminario: La desafiliación escolar y la formación por competencias en el Colegio de Bachilleres. Área de Investigación y Prospectiva. México

Strachan, T. y A. Read. (1999). Genética molecular humana. Barcelona, España. Omega.

Tobón, S., J. Pimienta, F. García. (2010). Secuencias didácticas: Aprendizaje y Evaluación de Competencias. México. Pearson Prentice Hall.

Torres, E. (2002). Perspectiva filosófica de las competencias En: Bustamante, G. y colaboradores. El concepto de la competencia I: Una mirada interdisciplinar. Bogotá.

Torres, A. (2013). La evaluación formativa. Dirección de Desarrollo Curricular y Departamento de evaluación de los aprendizajes. Ministerio de Educación. Buenos Aires.

Velázquez, M. (2009). Biología 2. Bachillerato. México. St. Editorial.

Villasánchez, A. y Ruiz, P. (2007). Aprendizaje Basado en Competencias. Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas. España: Universidad de Deusto.

Vygotsky, L. (1995). Pensamiento y lenguaje. Barcelona, España: Paidós

Wood-Robinson, C.; Lewis, J.; Leach, 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, vol.16 (1), pp. 43-61. United States

Zabala, A. y Arnau, L. (2007). 11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias. Barcelona: Graó.

Zuluaga, M., Valencia, A. y Ortiz, I. (2009). Efecto genotóxico y mutagénico de contaminantes atmosféricos. Medicina UBP. Universidad Pontificia Boliviana.