

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
DIRECCION DE INVERTIGACION Y POSGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

TESIS

**“LAS PRECONCEPCIONES DE LOS ALUMNOS
DEL EMSaD 83, MANUEL ÁVILA CAMACHO
COMO UNA HERRAMIENTA PARA LA
ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DE LA
GENÉTICA”**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ENSEÑANZA DE CIENCIAS NATURALES**

PRESENTA

OCTAVIO GONZALEZ OCAÑA

Directora Académica

Director Metodológico

Dra. Ma. Adelina Schlie Guzmán

Mtro. Daniel Díaz Pérez



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Mayo del 2012

AGRADECIMIENTOS:

El esfuerzo y la dedicación constante que me mantuvo de pie para poder concluir esta etapa de mi carrera profesional se lo debo a:

1.- dios que me dio la oportunidad de vivir y la salud para hacer lo que tenia que hacer.

2.- a mi esposa que adoro, Amaide Roque López por su amor y comprensión, ya que también fuiste tu la que mas se sacrifico pero también la que me alentaba a terminar mis estudios.

3.- a mis hijos Fabritzzio González Roque y Hilary González Roque, quienes fueron y seguirán siendo el motivo más grande de mi vida.

4.- a la Dra. Adelina Shlie Guzmán, por guiarme, enseñarme y brindarme su amistad la cual siempre le estaré muy agradecido.

5.- al Mtro. Daniel Díaz Pérez, por haberme dado más que sus conocimientos su valiosa amistad.

6.- a todos mis maestros que conformaron el cuerpo académico de la maestría.

7.- a todos mis compañeros, de quienes aprendí mucho.

**GRACIAS A LA CASA DE ESTUDIOS, UNICACH DE QUIEN AHORA ME
SIENTO ORGULLOSO DE PERTENECER**

INDICE	PAGINA
RESUMEN	
SUMMARY	
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Objetivo General	5
1.4 Objetivos particulares	5
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	6
2.1 Historia del Bachillerato	6
2.1.1 El origen del bachillerato	6
2.1.2 El bachillerato en México	8
2.1.3 El nivel medio superior en los estados de la República Mexicana	11
2.1.4 El Colegio de Bachilleres en Chiapas	11
2.2 El aprendizaje y las teorías del aprendizaje	13
2.2.1 ¿Qué es el Aprendizaje?	14
2.2.2 Las teorías del aprendizaje	15
2.2.2.1 El conductismo	16
2.2.2.2 El cognitivismo	17
2.2.2.3 El enfoque constructivista	20
2.3 Las preconcepciones	23
2.3.1 Características de las preconcepciones	23

2.3.2	Las preconcepciones y el aprendizaje	27
2.3.3	Estrategias para abordar y modificar las preconcepciones	30
2.4	Bases metodológicas de la investigación-acción	34
2.4.1	La espiral en ciclos de la investigación-acción	35
2.4.2	La investigación acción como perspectiva teórica en la formación de educadores	38
2.5	Cómo se Construye la ciencia	39
2.5.1	Como los docentes enseñamos ciencias.	43
2.6	Por qué conocer los conceptos sobre el material genético y los mecanismos de la herencia	44
CAPÍTULO III. ANTECEDENTES		51
3.1	Las preconcepciones de los alumnos en temas de genética	51
CAPÍTULO IV. MARCO CONTEXTUAL		60
4.1	La comunidad de Manuel Ávila Camacho	60
4.2	El plantel EMSaD No. 83 Manuel Ávila Camacho de Educación Media Superior a Distancia	63
CAPÍTULO V. MÉTODOS		65
5.1	Abordaje del trabajo	65
5.2	Integración voluntaria del grupo de alumnos	66
5.3	Fase I. Diagnóstico	67
5.3.1	Instrumento de recogida de datos	68
5.3.2	Análisis del programa de biología II (DGB/DCA/2004-12)	69
5.3.3	El entorno familiar y social de los alumnos integrantes del grupo de trabajo	71
5.3.4	Las preconcepciones de los alumnos	71

5.4	Fase II. Plan para la práctica docente	72
5.4.1	Secuencia de actividades en el aula	72
5.4.2	Estrategias de enseñanza empleadas en el aula	72
5.5	Fase III. Evaluación del tema y reflexión	74
5.5.1.	Permanencia de los conceptos al finalizar el curso	75
CAPÍTULO VI. RESULTADOS Y SU ANÁLISIS		76
6.1	Indicadores de los alumnos participantes	76
6.2	Caracterización del grupo de estudio	76
6.3	Resultados y análisis de los temas desarrollados. Primera y segunda entrevista	79
6.3.1	TEMA 1: El concepto de genética	79
6.3.2	TEMA 2: Acido desoxirribonucleico (ADN)	83
6.3.3	TEMA 3: Los cromosomas	86
6.3.4	TEMA 4: Concepto de mutación	89
6.3.5	TEMA 5:Concepto de evolución	92
6.4	Integración del conocimiento. Tercera entrevista	95
6.5	Consideraciones finales	100
CAPÍTULO VII CONCLUSIONES		105
CAPÍTULO VIII BIBLIOGRAFÍA CITADA		107
ANEXOS		118
INDICE DE CUADROS		
Cuadro 1	Concentrado de la encuesta aplicada a los alumnos que integraron el grupo de trabajo	78

Cuadro 2	Las preconcepciones de los alumnos sobre la genética	79
Cuadro 3	El cambio de concepto en los alumnos sobre la genética	81
Cuadro 4	Las preconcepciones de los alumnos sobre el ADN	83
Cuadro 5	El cambio de concepto en los alumnos sobre el ADN	85
Cuadro 6	Las preconcepciones de los alumnos sobre los cromosomas	86
Cuadro 7	El cambio de concepto en los alumnos sobre los cromosomas	87
Cuadro 8	Las preconcepciones de los alumnos sobre las mutaciones	89
Cuadro 9	El cambio de concepto en los alumnos sobre las mutaciones	90
Cuadro 10	Las preconcepciones de los alumnos sobre la evolución biológica	92
Cuadro 11	El cambio de concepto en los alumnos sobre la evolución biológica	94
Cuadro 12	Integración de los conceptos. A. Jorge A.	95
Cuadro 13	Integración de los conceptos. B. Nolberto	96
Cuadro 14	Integración de los conceptos. C. Adrian	96
Cuadro 15	Integración de los conceptos. D. Pedro	97
Cuadro 16	Integración de los conceptos. E. Guadalupe L	97
Cuadro 17	Integración de los conceptos. F. Pedro M	98
Cuadro 18	Integración de los conceptos. G. Uciel	98
Cuadro 19	Integración de los conceptos. H. Nora	99
Cuadro 20	Integración de los conceptos. I. Guadalupe O	99

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	La espiral de ciclos de la Investigación acción	37
----------	---	----

Figura 2	Localización de la comunidad de Manuel Ávila Camacho, Tonalá, Chiapas.	61
Figura 3	Desarrollo del trabajo utilizando un enfoque de investigación acción en el aula	66
Figura 4	Secuencia de las fases y actividades desarrolladas para cada tema de genética	68

INDICE DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA 1	Ubicación aérea de la comunidad Manuel Ávila Camacho	62
FOTOGRAFIA 2	Personal docente y alumnos del plantel COBACH # 83	118
FOTOGRAFIA 3	Aulas del plantel COBACH # 83	118
FOTOGRAFIA 4	Fotografía tomada en Google Earth, de la comunidad Manuel Ávila Camacho	119
FOTOGRAFIA 5	Lugar donde se lleva acabo las actividades pesqueras	119
FOTOGRAFIA 6	Presentación de una maqueta y explicación de la molécula de ADN	120
FOTOGRAFIA 7	Extracción casera de ADN vegetal	121
FOTOGRAFIA 8	Explicación de la extracción del ADN vegetal	122
FOTOGRAFIA 9	Revisión de la práctica del ADN vegetal	122
FOTOGRAFIA 10	ADN vegetal en tubo de ensayo	123
MAPAS CONCEPTUALES HECHOS POR LOS ALUMNOS		124
PLAN DE ASESORIAS PARA ABORDAR LOS TEMAS DE BIOLOGIA II		140

RESUMEN

Uno de los mayores problemas en la enseñanza de las ciencias, es la existencia de preconcepciones en los alumnos, debido a su interacción con el ambiente, su vida social o inclusive su entorno educativo, pero que dan como resultado conceptos personales y científicamente incorrectos, los que al no ser identificados por el docente se constituyen en obstáculos para la adquisición y asimilación nuevos conceptos científicos (Carrascosa, 2005)

El objetivo de este trabajo fue identificar en alumnos del 5° semestre de bachillerato del plantel 83, COBACH, las preconcepciones relacionadas con los contenidos de genética, ADN, cromosomas, mutaciones y evolución del programa de Biología II; a partir de ellas, desarrollar estrategias educativas pertinentes en cada uno de los temas y finalmente conocer si evolucionaron a conceptos más científicos.

El proceso se desarrolló con un enfoque de investigación acción en el aula, contando con la participación de un grupo de nueve alumnos voluntarios que de manera abierta respondieron a una secuencia de entrevistas aplicadas en tres momentos del desarrollo de los temas, con el fin de: a) identificar inicialmente las preconcepciones de los alumnos, b) analizar su modificación después de aplicar estrategias de enseñanza con un enfoque constructivista y c) conocer la integración de los conceptos al final del curso.

Los resultados mostraron que los alumnos que formaron parte del estudio llegaron al curso de biología II con preconceptos relacionados con la genética, el material genético y la herencia. El preconcepto de la sangre asociado a la genética y al ADN fue el más frecuente y llega a constituir una representación social de parentesco, consanguinidad o herencia. Otros preconceptos importantes fueron las enfermedades o deformidades asociadas a las mutaciones y la visión antropocéntrica de la biología.

Después de la aplicación de estrategias de enseñanza diseñadas a partir de las preconcepciones, muchas de ellas se modificaron a explicaciones más científicas, y al final del curso resumieron el significado de genética como una ciencia que estudia la transmisión de caracteres hereditarios, desde el concepto de ADN, los genes y la diversidad genética y como ésta última influye en la diversidad de fenotipos de una población y los cambios evolutivos de las especies. La visión antropocéntrica de los alumnos en relación a la genética persistió al final del curso.

La presente investigación demuestra la existencia en los alumnos de preconceptos relacionados con la genética, así como la posibilidad de utilizar esta estructura cognitiva preexistente como puente epistemológico para el desarrollo de conceptos más científicos.

SUMMARY

One of the biggest problems in the teaching of the sciences, is the preconceptions existence in the students, due to their interaction with the atmosphere, their social life or inclusive their educational environment, but that they give personal and scientifically incorrect concepts as a result, those that are constituted in obstacles for the acquisition and assimilation new scientific concepts when not being identified by the educational one. (Carrascosa, 2005)

The objective of this work was to identify in students of the 5° semester of high school of the facility 83, COBACH, the preconceptions related with the genetics contents, DNA, chromosomes, mutations and evolution of the program of Biology II; starting from them, to develop pertinent educational strategies in each one of the topics and finally to know if they evolved to more scientific concepts.

The process was developed with a focus of investigation action in the classroom, having the participation of a group of nine voluntary students that you/they responded to a sequence of interviews applied in three moments of the development of the thermal baths in an open way with the purpose of: to) to identify the preconceptions' of the students initially, b) to analyze their modification after applying teaching strategies with a focus constructivist and c) to know the integration from the concepts to the end of the course.

The results showed that the students that were part of the study arrived to the biology course II with preconceptions related with the genetics, the genetic material and the inheritance. The preconception of the blood associated to the genetics and to the DNA it was the most frequent and it ends up constituting a social representation of relationship, consanguinity or inheritance. Other important preconceptions was the illnesses or deformities associated to the mutations and the anthropocentric vision of the biology.

After the application of teaching strategies designed starting from the preconceptions', many of them modified to more scientific explanations, and at the end of the course they summarized the genetics meaning as a science that studies the transmission of hereditary characters, from the concept of DNA, the genes and the genetic diversity and I eat this last it influences in the diversity of a population's phenotypes and the evolutionary changes of the species. The anthropocentric vision of the students in relation to the genetics persisted at the end of the course.

The present investigation demonstrates the existence in the preconceptions students related with the genetics, as well as the possibility to use this structure cognitive preexistent like bridge epistemologist for the development of more scientific concepts.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Introducción

Desde su nacimiento, los humanos están en interacción constante con fenómenos naturales y sociales por lo que se forman criterios e ideas acerca de la realidad. El movimiento, la luz, la electricidad, la lluvia, las características de los animales o la vida, son ejemplos a partir de los cuales se construyen ideas que se utilizan como referentes para adquirir nuevos conocimientos, así como para fundamentar sus explicaciones; se trata de construcciones personales en razón de que los sujetos interiorizan su experiencia de una forma propia y construyen sus significados (Pozo *et al*, 1991).

Así, cuando los alumnos se aproximan a la mayoría de los contenidos que se abordan en las Ciencias Naturales ya han desarrollado diferentes relaciones y experiencias acerca de ellos, con las que se han conformado diversas ideas previas o preconcepciones; en algunos casos estas coinciden con lo que se les plantea en la escuela, sin embargo, en su gran mayoría, hay diferencias reveladoras entre las preconcepciones de los alumnos y los planteamientos científicos o del conocimiento escolar (Driver, 1986).

Grau y de Manuel (2002) señalan que la visión de los alumnos es generalmente antropocéntrica, en tanto que la enseñanza actual de las Ciencias Naturales busca un cambio de actitudes que mueva a los jóvenes a tomar conciencia de que el ser humano no es ajeno a la naturaleza, sino que comparte con los seres vivos un origen evolutivo común.

La enseñanza en México enfrenta retos importantes ya que se nos sitúa en el último el lugar en aprovechamiento del Programme for International Student Assessment (PISA) de los países asociados a la Organización para la Cooperación (OCDE) (OECD, 2010), y pese a lo controversial de los resultados, resalta que los

estudiantes no se apropian realmente de los conocimientos de Ciencias. Estos resultados se atribuyen, en parte, a las estrategias didácticas que utilizan los profesores, ya que la mayoría se apoyan en actividades que no permiten el aprendizaje real de los conocimientos que se establecen en los programas escolares.

Dentro de las tendencias pedagógicas utilizadas para mejorar el aprendizaje de los estudiantes se encuentra el constructivismo, y aunque la mayoría ha escuchado hablar de él, pocos son los profesores que se apoyan realmente en este enfoque para planear y desarrollar sus estrategias didácticas.

El constructivismo menciona que el sujeto construye sus conocimientos a partir de los conocimientos anteriores y es ahí en donde se encuentran enmarcadas las preconcepciones (también llamadas ideas previas, (misconceptions, teorías implícitas, etc.) ya que en ocasiones éstas se convierten en obstáculos epistemológicos para adquirir las explicaciones científicas de los fenómenos (Bachelard, 1976).

El presente trabajo de investigación fue realizado con la finalidad de conocer la manera de cómo mejorar los procesos de enseñanza – aprendizaje, tomando como eje principal las preconcepciones de los alumnos. Aproximarse al pensamiento del sujeto que aprende, profundizar acerca del papel del contexto y de cómo se construye un mundo de concepciones de lo cotidiano frente al conocimiento científico, han conducido en los últimos años a diversos modelos de enseñanza que -como señala Pozo (1989)- tienen como objetivo explícito provocar en los alumnos cambios conceptuales.

En este trabajo se emplea el término preconcepción como cualquier idea conceptual cuyo significado se desvía de aquel comúnmente aceptado por consenso en la comunidad científica (Cho, *et al*, 1985).

1.2 Planteamiento del problema

La genética es una de las disciplinas científicas que ha revolucionado por completo la manera de pensar y el modo de vida de las generaciones actuales, el avance de los conocimientos y sus aplicaciones se encuentran, prácticamente en todos los ámbitos del quehacer humano.

En el curriculum general del COBACH, (incluyendo su modalidad de educación media a distancia -EMSAD), los contenidos disciplinares sobre el material hereditario y los mecanismos de la herencia están contempladas dentro de la asignatura de Biología II que se imparte en el 5° semestre y se busca que los estudiantes comprendan los procesos involucrados, sus aplicaciones, así como valorar sus implicaciones sociales, éticas, científicas y médicas así como un mejor entendimiento y el respeto a la naturaleza (COBACH, 2009).

Sus contenidos son considerados como difíciles de comprender por los alumnos, pero también pueden ser una gran fuerza motivadora, debido a presencia de noticias, programas de televisión o inclusive películas policiacas o de ciencia ficción a los que continuamente están expuestos.

El presente trabajo se realizó en el EMSAD plantel 83 de la comunidad de “Miguel Ávila Camacho”, del municipio de Tonalá Chiapas el cual presenta muchas carencias importantes como la falta de bibliografía específica y actualizada y solo se cuenta con libros desfasados y obsoletos para investigar los avances de la biología moderna, además no existe un laboratorio para realizar las practicas necesarias y solo se cuenta con un micro-laboratorio demostrativo que fue creado y diseñado por la misma institución, donde el alumno observa lo que el maestro pueda hacer. El servicio de internet en la sala de cómputo es de muy mala calidad y de las 35 computadoras únicamente 8 cuentan con esta herramienta. Otra alternativa de investigación solo se encuentra en el programa ENCARTA 2003.

Los alumnos están acostumbrados a una enseñanza tradicional de gis y pizarrón con poco razonamiento de sus aplicaciones en su entorno y no muestran

mucho interés en conocer a la ciencia como parte fundamental de su vida y para su superación personal y generalmente se acercan a los contenidos sobre la herencia y sus mecanismos de transmisión con ciertas ideas, algunas fragmentadas, con frecuencia de carácter intuitivo y muchas veces erróneas o influenciadas por creencias y tradiciones populares.

Por ello, es tarea de los docentes implementar estrategias didácticas que mediante la interacción-reflexión entre maestro-alumnos incentiven a los estudiantes a la investigación y lectura de los contenidos de genética que les permitan la construcción de conceptos más científicos, así como comprender los alcances y límites de la biotecnología actual, el respeto a sus semejantes y al ambiente. De esta manera, planteo las siguientes preguntas problematizadoras que tiene que ver cómo los alumnos se acercan, comprenden y asimilan los conceptos científicos relacionados con la genética:

1.- ¿Cuáles son las preconcepciones de los alumnos acerca de las ciencias y en especial las relacionadas con los contenidos de genética?

2.- ¿Cómo influyen las preconcepciones de los alumnos en el proceso de aprendizaje?

3.- ¿Es posible realizar y demostrar un cambio de las preconcepciones en los alumnos, utilizando estrategias didácticas con un enfoque de la investigación- acción en el aula?

1.3 Objetivo general.

Conocer las preconcepciones de los alumnos relacionadas con los contenidos de genética del Programa de Estudio de Biología II del COBACH y utilizarlas como eje rector para desarrollar estrategias de enseñanza que coadyuven a la construcción de aprendizajes integrados.

1.4 Objetivos particulares

1. Identificar la preconcepciones de los alumnos que estén relacionados con los contenidos de genética del programa de Biología II del COBACH.
2. Utilizar un enfoque de investigación- acción en las aulas para analizar y reflexionar con los alumnos, la comprensión de los temas respectivos de genética.
3. Conocer si las preconcepciones de los alumnos evolucionaron a conceptos científicos al término del semestre escolar.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Historia del bachillerato

De diversas maneras y condicionado por las circunstancias históricas- sociales del momento, se ha desarrollado en el mundo el ciclo educativo denominado actualmente bachillerato. Conocer sus orígenes, como se desarrolló en México, sus objetivos en las diferentes etapas de su existencia y su expansión a los Estados de la República, permite adentrarnos a su filosofía y propósitos actuales con el fin de ser mejor docentes de este nivel educativo.

2.1.1 El origen del bachillerato

Aun cuando la escuela surge en Mesopotamia, la educación como proceso social aparece por primera vez en el siglo IV a.C. en Grecia, que como parte importante del proceso de construcción del Estado, era un instrumento de convivencia en la sociedad civilizada. En este periodo de la historia ateniense, la sociedad discutió públicamente el proceso educativo al que le dio el nombre de PAIDEIA, primero como una necesidad familiar y posteriormente como la institución central para fortalecer al Estado de la cual el individuo tomaba su identidad.

“Roma estructuró un sistema influido por Grecia y generó un concepto social en el cual la educación era un elemento necesario. La educación en el hogar, la escuela de gramática, el servicio militar de los efebos y finalmente la retórica o la filosofía, conformaron un sistema educativo. En esta etapa surgieron diversos tratados sobre educación, algunos de los cuales se convirtieron en los instrumentos estructurales del currículo que hoy denominamos bachillerato” (Latapí, 1999).

En la edad media, la educación intermedia se impartió en los monasterios y fue dirigida a los jóvenes de la nobleza y a los hijos de los señores feudales. Los estudios incluían la tecnología y las artes llamadas liberales en dos ciclos: el *trivium* (gramática, lógica y retórica) y el *quadrivium* (música, aritmética, geometría y astronomía). Las escuelas urbanas aparecieron a finales de este periodo

histórico como una forma de fortalecer la burguesía y aunque se demandaba una educación más práctica, el método de enseñanza continuó siendo pasivo, mecánico y basándose en la memorización. En el siglo IX los árabes, fundaron en Salamanca y Córdoba escuelas en las que se cultivaron todas las ciencias y en Italia se crearon las universidades de Boloña y Salerno. En el siglo XIII se abrieron las de París, Oxford y Nápoles; esta última incluyó estudios de teología, derecho, medicina y artes (Alighiero, 2006).

Sin embargo el verdadero creador de la enseñanza media clásica es el alemán Joanes Sturmius o Sturm (1507-1589) quien creó las escuelas llamadas “gymnasios” que fueron un modelo de enseñanza en Europa. En 1599, los jesuitas elaboraron un plan de estudios denominado *Ratio studiorum*, con dos ciclos: el inferior, que correspondía a los colegios y equivalente a la educación preuniversitaria, y el superior, impartido en las universidades (*op. cit.*).

La progresiva democratización de la sociedad y el avance de las ciencias en los siglos XVIII y XIX, introdujeron transformaciones esenciales y la instrucción fue un derecho reclamado por las clases sociales y pronto el estado se persuadió de que su deber era dirigir, organizar y supervisar las escuelas. El método inductivo y la observación personal desplazaron al estudio tradicional, y los considerables avances en las ciencias impusieron la creación de enseñanzas especializadas, tendencias al perfeccionamiento en alguna rama del saber.

En el siglo XX, la educación media superior fue resolviendo la controversia entre la educación tradicional y la impartida en los siglos anteriores, mediante una educación general que tomó en cuenta los requerimientos vocacionales de los alumnos. Así se constituyó una doble vertiente: los países altamente desarrollados proporcionaron una educación general más amplia en preparación para estudios superiores (propedéutica), en tanto que los países subdesarrollados buscaron una preparación laboral, breve y práctica (Latapí, 1999).

Después de la segunda guerra mundial se dieron cambios en los sistemas educativos encaminados a educar en la reflexión y la formación de la

personalidad. En Alemania se fundieron en una sola los tres tipos de escuela de enseñanza media (gimnasio, gimnasio real y real escuela superior) con el objeto de cultivar en los adolescentes todas las facultades humanas para su actividad futura. En los Estados Unidos la educación se orientó a desarrollar en el individuo los conocimientos, intereses, ideales, hábitos y capacidades para alcanzar un puesto en la sociedad y perfilar su personalidad. En Italia se estableció una escuela de carácter unitario que sustituyó a los dos tipos de Liceo (científico y clásico), cuyo objetivo fue satisfacer la exigencia creciente de la industria proporcionando al estudiante la capacidad de acceder a la instrucción superior con la única limitación de la selección basada en el mérito. En Francia, los diversos ciclos educativos se organizaron de tal forma que un diploma de bachiller abarca por lo menos doce años de escolaridad, de los cuales tres pertenecen al bachillerato (BUAP, 1986).

Junto a estas transformaciones surgió la inquietud de unificar el bachillerato en el mundo. Así, en 1967 se fundó la Oficina de Bachillerato Internacional, que tres años después publicó la primera Guía General de Bachillerato Internacional y que expresa la necesidad de dar al alumno una cultura general, que le permita acceder a cualquier carrera universitaria o especialización profesional (Martínez, 2007).

2.1.2. El bachillerato en México

Uno de los antecedentes más remotos de la enseñanza media en nuestro país y que precedió a los cursos universitarios, se encuentra en el estudio de humanidades que fue impartido en el colegio de Santa Cruz de Tlatelolco, fundado en 1537. Durante la Época Colonial, la educación quedó en manos de las órdenes religiosas y sus beneficios se extendieron principalmente a las clases económicamente acomodadas, aun cuando también existieron instituciones para indígenas (Latapí, 1999).

Para las clases acomodadas, los jesuitas fundaron los colegios de San Pedro y San Pablo, en 1574, y de San Ildefonso, en 1588, que al fusionarse, el 17

de enero de 1618, dieron origen al Real Colegio de San Pedro, San Pablo y San Ildefonso de México, antecedentes de la Escuela Nacional Preparatoria. (Vázquez *et al*, 1981).

Las primeras décadas del siglo XVIII se caracterizaron por las grandes construcciones, tanto religiosas como educativas. Se terminaron las catedrales de Valladolid, Oaxaca, Chihuahua, Durango y la basílica de Guadalupe, y también impresionantes colegios, como de los jesuitas en Guadalajara, Mérida, Valladolid y San Ildefonso de México. Durante la primera parte del siglo XVIII, los jesuitas abrieron escuelas de primeras letras y de gramática latina y filosofía en lugares alejados del centro del País como Chihuahua, Monterrey, Campeche, Celaya y León Guanajuato, además de reconstruir o ampliar casi todos los planteles de los colegios ya existentes (Latapí, 1999).

Al tiempo que se consolidó este sistema educativo, las diócesis empezaron ocuparse más directamente en la preparación del clero secular, en vez de encargarla a los jesuitas o a otras órdenes religiosas. Así los seminarios fundados en México (1697), Guadalajara (1697), Oaxaca (1680), Chiapas (1678) y Puebla (1641) ofrecieron saludable rivalidad a los planteles jesuitas, competencia que animó la vida citadina y atrajo la atención pública hacia los logros de las instituciones. (Vázquez, *et al*, 1981).

Lograda la independencia en 1810, la organización de la educación se vio envuelta en los vaivenes de la inestabilidad política. Fechas importantes en esta época son el decreto del 23 de octubre de 1833 que reformó la enseñanza superior (dos días antes se había creado la dirección General de Instrucción Pública) y creó en el Distrito Federal dos establecimientos de educación preparatoria así como la ley de Instrucción Pública del 27 de Diciembre de 1865. Durante el imperio de Maximiliano de Habsburgo, la educación media se organizó al estilo de los liceos franceses (Latapí, 1999).

Bajo el régimen del presidente Benito Juárez se promulgaron dos instrumentos legales que constituyen el punto de partida de la organización de la

educación media superior: la Ley Orgánica de la Instrucción Pública del Distrito Federal (2 de diciembre de 1867) y su reglamento (24 de Enero de 1868) (*ibidem*).

El 01 de Febrero de 1868 abrió sus puertas la Escuela Nacional Preparatoria, fundada y dirigida por el profesor Gabino Barreda en el edificio del antiguo Colegio de San Pedro y San Pablo y San Ildefonso de México. Gabino Barreda elaboró su proyecto educativo basándose en la corriente positivista del francés Augusto Comte; los estudios impartidos eran los correspondientes para poder ingresar a las Escuelas de Altos Estudios (Galván, 2002).

El 19 de diciembre de 1896, se promulgó la ley de Enseñanza Preparatoria en el Distrito Federal asignándose a la preparatoria los objetivos de la educación Física, intelectual y moral de los alumnos. La duración de los estudios se estableció en ocho semestres. En 1901 los estudios se extendieron a seis años con una organización anual (Bazant, 1985).

Después del porfiriato nuevos planes de estudio se aplicaron en la Escuela Nacional Preparatoria: el de 1916, que redujo los estudios a cuatro años; el de 1918, aprobado por el Consejo Superior de Educación Pública, revertiendo el ciclo a cinco años; y el de 1920, cuyo primer plan fue aprobado exclusivamente por el Consejo Universitario. (BUAP, 1986)

En la época cardenista y paralelamente al desarrollo de México, surgieron los estudios tecnológicos a raíz de la fundación del Instituto Politécnico Nacional. En esta institución se dividió su nivel medio en prevocacional y vocacional, correspondientes a la secundaria y preparatoria, respectivamente. Durante la gestión el presidente Adolfo López Mateos, nacieron los Institutos Tecnológicos Regionales que también crearon sus propias escuelas de enseñanza media (Latapí, 1999).

Al inicio de la década de los setenta, la creciente demanda de matrícula en las universidades y en la enseñanza media superior, provocaron el nacimiento de

otras instituciones de bachillerato. El 26 de Enero de 1971 se fundó el bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades y el 26 de Septiembre de 1973, por decreto presidencial, el Colegio de Bachilleres, organismo descentralizado del estado que comienza a funcionar en 1974 (Vázquez, *et al* 1981).

2.1.3. El nivel medio superior en los estados de la República Mexicana

El Porfiriato heredó a los Estados los institutos científicos y literarios que a lo largo del siglo XIX ofrecieron estudios secundarios, preparatorios y profesionales. A semejanza de la ilustre Preparatoria de la capital, las entidades crearon o modificaron la educación ofrecida en sus institutos con objeto de uniformar la educación a nivel nacional, cumpliendo así uno de los propósitos de los educadores porfiristas. Algunos gobiernos estatales mantuvieron una postura de oposición frente a este tipo de educación, sobre todo porque se dirigía a una elite y lo importante era educar a las grandes masas de la población. De cualquier manera las preparatorias se multiplicaron y muchas de ellas siguieron llamándose institutos, colegios o liceos, impartándose en la mayoría, estudios profesionales, comerciales ó bien incluyeron el departamento de artes y oficios (Escobar, 1978).

Es importante señalar que, a principios del porfiriato, solo 17 estados tenían preparatorias en tanto que para 1907 contaban con ellas 25 de 29. Algunas entidades tuvieron varias escuelas de este nivel educativo, como Nuevo León, que tenía cinco, y Veracruz, nueve; solo se carecían de estos estudios en Sonora, Morelos, Tlaxcala y los territorios de Baja California y Nayarit. Los alumnos también aumentaron cuantiosamente de 3,375 que había en 1878 a 5,782 en 1917 (*ibidem*).

2.1.4. El Colegio de Bachilleres en Chiapas

Como respuesta a la creciente demanda de una población estudiantil deseosa de continuar sus estudios en el nivel medio superior, surgió en Chiapas el Colegio de Bachilleres a través del Decreto 133 emitido por el Ejecutivo del Estado, en el Diario Oficial del Estado del 9 de agosto de 1978.

En este decreto, el entonces gobernador de la entidad, el Lic. Salomón González Blanco, propuso la creación del Colegio de Bachilleres de Chiapas, dotándola de personalidad jurídica y patrimonio propio; con características flexibles que le permitan adaptarse a las necesidades de la época y ser congruente con la realidad nacional, proporcionando una educación calificada para el desarrollo y progreso de la entidad.

Las clases iniciaron en dos aulas que, a manera de apoyo, prestó la Universidad Autónoma de Chiapas en las instalaciones de la Escuela de Contaduría Pública, Campus I. Éste y otros 4 planteles educativos en las localidades de Escuintla, Cacahoatán, Pijijiapan y Huehuetán albergaron a los primeros alumnos que decidieron cursar el bachillerato en esta nueva institución, todos en aulas prestadas (COBACH, 2011).

Con base en el mismo decreto y como parte de las finalidades de la institución, se crearon 6 centros de asesoría con el nombre de Centros de Estudios Reconocidos dependientes del Sistema de Enseñanza Abierta, para brindar en las localidades de Comitán, Palenque, San Cristóbal de las Casas, Tapachula y Tuxtla Gutiérrez, el servicio de educación media del ciclo superior a los estudiantes autodidactas o a aquellos jóvenes que por alguna razón no habían concluido el bachillerato. Hoy existen 167 centros en la modalidad de Educación Media Superior a Distancia (EMSaD) que permiten la ampliación de la cobertura educativa (*ibídem*).

Actualmente el Colegio de Bachilleres de Chiapas es un sistema educativo en expansión; así, mientras que en 2006 se atendieron 57 mil 427 alumnos, en el 2010 la matrícula fue de 76 mil 554 alumnos distribuidos en 284 planteles ubicados en todas las zonas geográficas de Estado en la modalidades escolarizada, abierta, a distancia e intercultural y los estudiantes deben apoyarse para su aprendizaje en recursos tecnológicos como la red Edusat, multimedia y la Internet (*ibídem*).

Durante en el ciclo escolar 2009-A, periodo en que se realizó este trabajo, el Colegio de Bachilleres de Chiapas (COBACH) tuvo un modelo educativo constructivista basado en el aprendizaje del alumno; por ello, en sus programas de asignatura se considera al profesor como un facilitador que estimula en los alumnos el interés, la reflexión, la discusión y el análisis de los temas. Su compromiso es lograr que los aprendizajes de los alumnos no se queden en el aula, sino que sean significativos transformando su conducta y los lleven a una mayor calidad de vida.

Pero hablar de aprendizaje significativo de los alumnos parece un discurso vacío cuando los docentes no reflexionamos sobre lo que entendemos como aprendizaje, lo que lleva frecuentemente a continuar con una enseñanza tradicional centrada en el maestro, a pesar de las buenas intenciones del docente por cambiar. Por ello, se considera importante analizar a continuación, las aportaciones de algunos autores sobre el significado de “aprendizaje” así como de las teorías que buscan su explicación y que han tenido una gran influencia en el área educativa.

2.2 El aprendizaje y las teorías del aprendizaje

Según Toffler (1991) “en nuestra época el poder se hace dependiente del conocimiento” y afirma que “está siendo sometido a una reestructuración, al menos, tan profunda como el de la violencia o la riqueza, lo que significa que los tres elementos del trípode del poder están experimentando una revolución simultánea y cada día que pasa, las otras fuentes de poder se hacen más dependientes del conocimiento”. Nos enfrentamos pues con un tema extraordinariamente actual y complejo. Un tema importante en un mundo en el que el aprender a aprender va a convertirse en una de las capacidades de supervivencia social.

Sin embargo, resulta evidente que las personas, tanto niños como adultos, aprendemos de forma distinta; no hay más que observar como diferentes

personas resuelven un mismo problema o abordan la misma situación. En el esfuerzo por mejorar la calidad de la enseñanza, por facilitar el aprendizaje, por enseñar a aprender a aprender, los docentes estamos dando los primeros pasos por un camino, en el que las diversas teorías del aprendizaje son una aportación rica en sugerencias y aplicaciones prácticas para que nuestros alumnos adquieran los saberes y habilidades que demanda la sociedad.

2.2.1. ¿Qué es el Aprendizaje?

La definición misma de aprendizaje siempre ha sido un debate, por lo que a continuación se señalan algunas de las más representativas.

Beltrán (1990), describe el aprendizaje como “un cambio más o menos permanente de la conducta que se produce como resultado de la práctica”. Para Hilgard (1979), aprendizaje se entiende como el proceso en virtud del cual una actividad se origina o se cambia a través de la relación a una situación encontrada, con tal que las características del cambio registrado en la actividad no puedan explicarse con fundamento en las tendencias innatas de respuesta, la maduración o estados transitorios del organismo (ejemplo, la fatiga, las drogas....).

Díaz y Martins (1986), ofrecen una definición más completa y puntualizan, “llamamos aprendizaje a la modificación relativamente permanente en la disposición o en la capacidad del hombre ocurrida como resultado de su actividad, y que no puede atribuirse simplemente al proceso de crecimiento y maduración o a causas tales como enfermedad o mutaciones genéticas”.

Posiblemente parte del debate y confusión sobre el concepto de aprendizaje se debe a no poder diferenciar los tres enfoques que describen este concepto y que no siempre son homogéneos, así se tiene:

1. Como “producto”, es decir, el resultado de una experiencia o el cambio que acompaña a la práctica
2. Como “proceso”, en el que el comportamiento se cambia, perfecciona o controla.

3. Como “función”, en el que el cambio se origina cuando el sujeto interacciona con la información (materiales, actividades y experiencias). (Alonso *et al*, 1997, p. 18).

El producto, proceso o función como parte fundamental del aprendizaje son funcionales si desde el punto de vista didáctico se incluye los siguientes aspectos:

- a) Adquirir información y conocimientos; es aumentar el patrimonio cultural propio (dimensión cognitiva).
- b) Modificar las actividades, las modalidades de comportamiento y de relación con los otros y con las cosas (dimensión comportamental).
- c) Enriquecer las propias expectativas existentes y las capacidades operativas, acumular experiencias, extraer informaciones del ambiente en el que se vive y se actúa, asimilar y hacer propias determinadas formas de influencia (dimensión etnográfica) (*ibidem*).

Para Davis (1983), una definición completa del aprendizaje subraya la noción de un cambio relativamente permanente en la conducta como función de la práctica o la experiencia. Finalmente entendemos que el aprendizaje puede definirse de un modo más formal como “un cambio relativamente permanente en el comportamiento ó en el posible comportamiento, fruto de la experiencia”.

2.2.2. Las teorías del aprendizaje

Siendo el aprendizaje un proceso complejo, la búsqueda de su esclarecimiento ha generado numerosas teorías que a menudo comparten aspectos y cuestionan otros, o incluso, suponen postulados absolutamente contradictorios; de estas teorías, ¿Cuál debe recibir la atención de un interesado en diseñar su programa educativo?, ¿Es mejor seleccionar una teoría o extraer ideas de diversas teorías?. Ante esta inquietud a continuación se describen algunos aspectos sobresalientes de las corrientes teóricas que han tenido un gran impacto en el área educativa, resaltando algunas de sus implicaciones pedagógicas: El conductismo, el cognitivismo y el constructivismo.

2.2.3 El conductismo

En esta corriente se incluyen las teorías llamadas asociacionistas o conductistas en donde el aprendizaje se concibe como un proceso de asociación de estímulos y respuestas provocadas por las condiciones externas. Dentro de esta corriente se encuentran el condicionamiento básico de Iván Pavlov y John B. Watson, así como el condicionamiento instrumental u operante con autores como Edward Thorndike y Frederic Skinner.

Uno de los autores más destacados debido a su trabajo enfocado a la filosofía de estímulo-respuesta es Skinner (1938) quien explica el comportamiento y el aprendizaje como consecuencia de los estímulos ambientales o de la “recompensa” y el “refuerzo”, y parte de la premisa fundamental de que toda acción, que produzca satisfacción, tiende a ser repetida y atendida (Mergel, 1998).

Skinner consiguió moldear diversas conductas mediante unos pasos aplicables tanto al aprendizaje motor como a cualquier comportamiento, configurando un método, que en educación esquemáticamente dice:

- a) Los procesos de aprendizaje sin esfuerzos, es decir sin elogios dosificados a tiempo, no conducen al cambio del comportamiento deseado.
- b) El refuerzo tiene que seguir inmediatamente al buen resultado. El elogio que se hace demasiado tarde no solo no tiene efecto e incluso puede tener un efecto negativo.
- c) Los comportamientos indeseados no deberán de ser premiados (*ibídem*).

Los críticos del conductismo afirman que en esta corriente el estudiante es solo reactivo a las condiciones del ambiente y se equipara al aprendizaje solo con los cambios en la conducta observable, bien sea respecto a la forma o a la frecuencia de esas conductas, pero no se hace ningún intento para determinar la estructura del conocimiento o indaga en cuáles son los procesos mentales que el sujeto necesita utilizar (Gimeno- Sacristán y Pérez-Gómez, 1996).

En la actualidad pareciera que el conductismo como teoría no es tan popular; sin embargo, en la práctica aún siguen utilizándose muchos de sus principios. En términos de diseños instruccionales, Ertmer, y Newby señalan que el conductismo ha probado ser confiable y efectivo en la facilitación del aprendizaje con discriminaciones (recuerdo de hechos), generalizaciones (definiendo e ilustrando conceptos), asociaciones (aplicando explicaciones), y encadenamiento (desempeño automático de un procedimiento especificado). Sin embargo, generalmente se acepta que los principios conductuales no pueden explicar adecuadamente la adquisición de habilidades de alto nivel o de aquellas que requieren mayor profundidad de procesamiento (por ejemplo, el desarrollo del lenguaje, solución de problemas, generación de inferencias, pensamiento crítico) (Ertmer y Newby, 1993).

2.2.4 El cognitivismo

En esta corriente psicológica convergen varias teorías que coinciden en el estudio de los procesos mentales tales como la percepción, la memoria, la sensación, el pensamiento, el raciocinio y la resolución de problemas. La cognición es definida como todos los procesos por medio de los cuales el individuo aprende e imparte significado a un objeto o idea. Su propósito es explicar cómo se construyen, condicionados por el medio, los esquemas internos que intervienen en las respuestas conductuales; el aprendizaje se equipara a cambios discretos entre los estados del conocimiento más que con los cambios en la probabilidad de respuesta. La educación es, entonces, un proceso inherente al desarrollo del ser humano que implica la reestructuración de sus funciones psicológicas superiores mediante la interacción social mediada con las herramientas culturales propias del contexto donde actúa. El estudiante es visto como un participante activo de este proceso (Gimeno-Sacristán, y Pérez-Gómez, 1996).

Dentro de esta corriente se encuentran las teorías de la Gestalt y la Psicología fenomenológica con representantes como Abraham Maslow y Carl Rogers, la Psicología genético-cognitiva con autores como Jean Piaget y David Ausubel y la psicología genético-dialéctica con Lev Vygotsky y Henri Wallon.

Aunque se visualizan diferentes enfoques, Alonso, *et al* (1997) menciona que todas ellas tienen cinco principios fundamentales:

- a) Las características perceptivas del problema presentado son condiciones importantes del aprendizaje.
- b) La organización del conocimiento debe ser una preocupación primordial del docente.
- c) El aprendizaje unido a la comprensión es más duradero.
- d) La realimentación cognitiva subraya la correcta adquisición de conocimientos y corrige un aprendizaje defectuoso.
- e) La fijación de objetivos supone una fuerte motivación para aprender.

Las teorías cognitivas definen que cada persona elabora en su mente sus propias estructuras y patrones cognitivos del conocimiento que va adquiriendo. Al querer resolver un problema piensa y especula comparando. De manera muy concisa algunas de las características distintivas de cada escuela se establecen a continuación.

Los integrantes de la escuela de la Gestalt son estructuralistas en el sentido que consideran que la unidad mínima de análisis es la globalidad y rechazan la naturaleza aumentativa y cuantitativa del conocimiento, por ello, también se le ha llamado la teoría del todo; así, se enfatiza en la totalidad con diferentes partes, de modo que el todo no es la simple suma de sus partes. Percibimos por ejemplo "un paisaje", y no volúmenes, colores, matices, tonalidades, contrastes, distancias, sonidos dispersos o simplemente sumados (Bermudez, 2007).

Dentro de la Psicología Genético-Cognitiva, Piaget postula que la capacidad intelectual es cualitativamente distinta en las diferentes edades y afirma que el aprendizaje se efectúa mediante dos movimientos: "simultáneos o integrados", pero de sentido contrario; la "asimilación", la cual explora el ambiente y toma parte

de éste, y la acomodación, donde el organismo transforma su propia estructura para adecuarse a la naturaleza de los objetos que serán aprendidos (Pozo, 1989).

Por su parte Ausubel, plantea que el proceso esencial del aprendizaje es la asimilación, que a su vez produce la elaboración de una nueva información a partir de los conceptos extraídos de la vida cotidiana. Los nuevos significados se generan de la interacción de la nueva idea potencialmente significativa con las ideas pertinentes que el alumno ya posee. Este aprendizaje definido como significativo, se opone al aprendizaje mecánico repetitivo y memorístico. (Gimeno-Sacristán y Pérez-Gómez, 1996).

Vygotsky uno de los autores más importantes de la escuela de la Psicología Genético-Dialéctica, considera que el medio social es crucial para el aprendizaje. El entorno social es prioritario ya que influye en la cognición por medio de sus "instrumentos", es decir, sus objetos culturales (autos, máquinas), su lenguaje y sus instituciones sociales (iglesias, escuelas). Así, el cambio cognoscitivo es el resultado de utilizarlos, de internalizarlos y transformarlos mentalmente. Vygotsky considera a la escuela como un espacio de recreación cultural y a la educación como una ciencia social. Una de sus mayores críticas reside en su rechazo a que el niño adopte un rol de pasividad, pues considera que el niño es, al mismo tiempo, sujeto y objeto del desarrollo (Carrera y Mazzarella, 2001).

Las teorías cognitivas enfatizan en que el aprendizaje sea significativo y se ayude a los estudiantes a organizar y relacionar nueva información con el conocimiento existente en la memoria. La instrucción, para ser efectiva, debe basarse en las estructuras mentales, o esquemas, existentes en el estudiante. Debe organizarse la información de tal manera que los estudiantes sean capaces de conectar la nueva información con el conocimiento existente en alguna forma significativa. Las críticas a esta corriente, señalan que de manera similar al conductivismo, la función del docente es ser administrador de los procesos de entrada de información, es decir, que, estructure los contenidos de las actividades de aprendizaje, comunique o transfiera conocimientos a los estudiantes de la manera más eficiente y efectiva posible. Entre los supuestos o principios

específicos cognocitivistas relacionados al diseño de instrucción se incluyen:: las analogías, la mediación por signos, uso de subrayados, metáforas, mnemónicas y la división del contenido en pequeñas partes También se debe promover la duda, la curiosidad, el razonamiento y la imaginación con resolución de problemas y de estrategias grupales. (Ertmer y Newby, 1993).

2.2.5 El enfoque constructivista

Díaz-Barriga y Hernández-Rojas (2002) mencionan que el individuo tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores. En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia fiel de la realidad, sino una construcción del ser humano. ¿Con qué instrumentos realiza la persona dicha construcción? Fundamentalmente con los esquemas que ya posee, es decir, con lo que ya construyó en su relación con el medio que le rodea.

De acuerdo con Carretero citado por Díaz-Barriga y Hernández G (2002), dicho proceso de construcción depende de dos aspectos fundamentales:

- a) De los conocimientos previos o representación que se tenga de la nueva información o de la actividad o tarea a resolver.
- b) De la actividad externa o interna que el aprendiz realice al respecto (Díaz-Barriga y Hernández- Rojas, 2002).

De esta forma la postura constructivista se alimenta de las aportaciones de diversas corrientes psicológicas asociadas genéricamente a la psicología cognitiva: el enfoque psicogenético piagetiano, la teoría ausubeliana de la asimilación y el aprendizaje significativo, la psicología sociocultural vigotskiana, así como algunas teorías instruccionales. A pesar de que los autores de éstas se sitúan en encuadres teóricos distintos, comparten el principio de la actividad

constructiva del alumno en la realización de los aprendizajes escolares (Pozo, 1989).

Los constructivistas no comparten con los cognitivistas ni con los conductistas la creencia que el conocimiento es independiente de la mente y puede ser "representado" dentro del alumno. Los constructivistas no niegan la existencia del mundo real, pero sostienen que lo que conocemos de él nace de la propia interpretación de nuestras experiencias. Los humanos crean significados, no los adquieren. Dado que de cualquier experiencia pueden derivarse muchos significados posibles, no podemos pretender lograr un significado predeterminado y "correcto". Los estudiantes no transfieren el conocimiento del mundo externo hacia su memoria; más bien construyen interpretaciones personales del mundo basado en las experiencias e interacciones individuales. En consecuencia, las representaciones internas están constantemente abiertas al cambio. No existe una realidad objetiva que los estudiantes se esfuercen por conocer. El conocimiento emerge en contextos que le son significativos. Por lo tanto, para comprender el aprendizaje que ha tenido lugar en un individuo debe examinarse la experiencia en su totalidad (Ertmer y Newby, 1993).

El aprendizaje se deriva de principios psicopedagógicos donde las actividades educativas deben estar pensadas no solo desde el punto de vista de satisfacer las condiciones para un aprendizaje significativo, sino también desde su potencialidad para satisfacer entre los alumnos futuros intereses que, sin duda, serán distintos en función de la historia educativa de cada alumno y del contexto socio familiar en que se desenvuelva.

Así la educación pretende la construcción por parte del alumno de significados culturales, y para lograr este objetivo Alonso, *et al*, 1997 mencionan cinco principios fundamentales

1. Es preciso partir del nivel de desarrollo del alumno, ya que la psicología genética ha puesto de manifiesto la existencia de una serie de períodos evolutivos con características cualitativamente diferentes entre sí, que

condicionan en parte los posibles efectos de las experiencias educativas sobre el desarrollo del alumno.

2. Hace falta asegurar la construcción de aprendizajes significativos tanto de contenidos conceptuales o de tipo procedimental como contenidos relativos a valores, normas y actitudes. De ahí que cuando más complejas sean las relaciones entre los nuevos conocimientos y la estructura conceptual del alumno, mayor será el nivel de significado del aprendizaje y mayor será su funcionalidad al establecerse conexiones con una variedad de nuevas situaciones y contenidos.
3. La intervención educativa debe tener como objetivo prioritario el posibilitar que los alumnos realicen aprendizajes significativos por sí solos, es decir, que sean capaces de aprender a aprender.
4. Aprender significativamente supone modificar los esquemas de conocimiento que el alumno posee. Una vez más se insiste en los procesos cognitivos del aprendizaje y la mejor forma de procesar y organizar la información.
5. El aprendizaje significativo supone una intensa actividad por parte del alumno, dicha actividad consiste en establecer relaciones ricas entre el nuevo contenido y los esquemas de conocimiento ya existentes, sin embargo la actividad constructiva no es una actividad exclusivamente individual. En la educación escolar hay que distinguir entre aquello que el alumno es capaz de hacer y aprender por sí solo y lo que es capaz de aprender con la ayuda de otras personas, es ahí donde se requiere la intervención del maestro.

Algunas de las estrategias específicas utilizadas por los constructivistas incluyen: situar las tareas en contextos del "mundo real"; presentación de perspectivas múltiples (aprendizaje cooperativo para desarrollar y compartir puntos de vista alternativos); negociación social (debate, discusión, presentación de evidencias); el uso de ejemplos como "partes de la vida real"; conciencia reflexiva; y proveer suficiente orientación en el uso de los procesos constructivistas (Bermudez, 2007)

Podemos decir que la construcción del conocimiento escolar es en realidad un proceso de elaboración, en el sentido de que el alumno selecciona, organiza y transforma la información que recibe de muy diversas fuentes, estableciendo relaciones entre dicha información y sus ideas preconcepciones. Así, aprender un contenido quiere decir que el alumno le atribuye un significado, construye una representación mental a través de imágenes o proposiciones verbales, o bien elabora una especie de teoría o modelo mental como marco explicativo de dicho conocimiento. El aprendizaje es individual y no es un proceso independiente del contexto. (Díaz-Barriga y Hernández-Rojas, 2002).

2.3 las preconcepciones

Con frecuencia se denota que, existe un desfase entre los modelos que son utilizados para enseñar un tema, con lo que los estudiantes aprenden y ofrecen; entre lo que el sujeto construye y su cotidianidad (Gil y de Guzmán, 1993).

La acción pedagógica debe consistir en olvidar la acción que sitúa a la persona como un saco vacío al que puede llenarse con conocimientos; concebir al alumno como algo que graba y que conserva linealmente una sucesión de algoritmos e informaciones, es actualmente inaceptable.

2.3.1. Características de las preconcepciones

El objetivo de la enseñanza por transmisión de conocimientos se centra en la asimilación de contenidos conceptuales por los alumnos y transmitidos por el profesorado, y aunque un porcentaje elevado de los estudiantes pueden contestar correctamente a cuestiones teóricas no son capaces de comprender los conceptos fundamentales reiteradamente enseñados. Una sencilla pregunta cualitativa del tipo «una piedra cae desde cierta altura en un segundo ¿cuánto tiempo tardará en caer desde la misma altura otra piedra de doble masa? muestra que un porcentaje muy alto de alumnos considera que una masa del doble se traduce en mitad del tiempo de caída (Carrascosa, 2005).

Particularmente relevante es el hecho de que esos errores no constituyen simples olvidos o equivocaciones momentáneas, sino que se expresan como ideas muy seguras y persistentes, y son similares en alumnos de distintos países y niveles (incluyendo a un porcentaje significativo de docentes); por ello, rápidamente se convirtieron en una línea de investigación importante para los profesores, como si los conectara con algo, que en cierto modo se hubiera ya intuido a través de la práctica docente.

Los trabajos centrados en el análisis de las respuestas de los estudiantes han puesto en evidencia la existencia de “concepciones alternativas” o preconcepciones, las que influyen en la dificultades de aprendizaje en los diferentes campos de la Ciencia, además de contribuir a la crítica del paradigma de la enseñanza-aprendizaje “por transmisión verbal” de los conocimientos científicos. En muchos casos, dichas preconcepciones son provenientes de instancias educativas formales o no, pero que dan como resultado conceptos personales y científicamente incorrectos que aunque no se posean para cada nuevo contenido, siempre se intentará la comprensión del mismo a partir de los saberes previos (Driver, 1986).

Tanto el origen como la persistencia de las preconcepciones en el campo de las ciencias, obedecen a diversas causas. Entre ellas podemos referirnos: a la influencia de las experiencias físicas cotidianas; a la influencia del lenguaje de la calle oral o escrito, tanto de las personas con que normalmente nos relacionamos como de los diferentes medios de comunicación (radio, televisión, cine, prensa, cómics, libros, etc.), con significados que pueden ser muy diferentes del científico; la existencia de errores conceptuales en algunos libros de texto; que algunos profesores tengan las mismas ideas alternativas que sus alumnos o bien que desconozcan este problema y, consecuentemente, no lo tengan en cuenta; la utilización de estrategias de enseñanza y metodologías de trabajo poco adecuadas, etc. (Carrascosa, 2005).

Muchos temas de las ciencias han sido analizados, en especial los relacionados con la Física (como mecánica, el calor, la electricidad, óptica etc.),

pero también existen trabajos en biología o en química. Los intentos de explicación de la abundancia y persistencia de los preconceptos en numerosos dominios de las ciencias han apuntado básicamente a dos causas, relacionadas, además entre sí:

1. El tipo de enseñanza en donde se pone en duda si la transmisión de conocimientos hace posible una recepción significativa de los mismos.
2. Los «errores» o preconcepciones que los alumnos tienen previos al aprendizaje escolar y que no son modificados (Pozo, et al., 1991).

Si nos situamos en la segunda causa, autores como Bugallo (1995), Berthelsen (1999), Audisio, *et al.* (1999) y Ayuso y Banet (2002), coinciden en señalar que alumnos de lugares diferentes presentan ideas parecidas, por lo que podemos pensar que son errores comunes. Más aún, aunque las preconcepciones son heterogéneas en función de la edad de los educandos, la instrucción recibida, etc., en general presentan las siguientes características comunes:

1. Son construcciones personales, es decir, han sido elaborados de modo más o menos espontáneo en su interacción cotidiana con el mundo y con las personas. Por ejemplo, desde la cuna los niños están percibiendo el movimiento, el sonido, la luz..., etc. y prediciendo de modo más o menos fiable su comportamiento. Se forman así preconcepciones que, aunque suelen ser incoherentes desde el punto de vista científico, no lo son desde el punto de vista del alumno.
2. Son ideas dominadas por la percepción, “lo que se ve es lo que se cree”. El carácter reiterativo, sensorial y directo de dichas experiencias y, fundamentalmente, la forma habitual de interpretarlas mediante la utilización del pensamiento ordinario, conducen a interiorizar determinadas explicaciones como evidencias incuestionables, Por ejemplo, los cuerpos más pesados caen más rápido, hace falta una fuerza constante para mantener un movimiento uniforme, la luz es algo estático que llena el espacio, etc. El hecho de que estas preconcepciones funcionen aparentemente bien y no lleven a resultados

contradictorios en las experiencias, lleva a que se fijen en la mente con un vigor que las convierte en verdaderas barreras epistemológicas.

3. Son bastante estables y resistentes al cambio. Se observan no sólo en niños y adolescentes, sino también entre adultos, incluso en graduados. Se ha comprobado que aun después de la enseñanza formal, las preconcepciones de los alumnos no se modifican en un gran número de casos. El porqué de esta persistencia se debe a que, para los alumnos sus preconceptos son verdades indiscutibles por estar basadas en un sentido común, les dan seguridad y les facilitan la toma de decisiones. El profesor también es culpable de esta persistencia, ya que al ignorar estas ideas, no realiza actividades para superarlas.
4. Son compartidas por personas de muy diversas características (edad, país, formación...), a pesar de ser construcciones personales. Esta característica llega incluso a trascender el tiempo, y aparecen en algunos casos ideas similares a las que poseían filósofos y científicos de tiempos pasados.
5. Tienen carácter implícito frente a los conceptos explícitos de la ciencia. Ello condiciona la metodología a utilizar para su estudio, ya que, aunque en algunos casos se identifican a través del lenguaje; la mayoría se descubren en las actividades o predicciones de los alumnos, constituyendo teorías que los estudiantes no pueden verbalizar.
6. Las preconcepciones buscan la utilidad más que la verdad. Así, las teorías implícitas sobre el movimiento de los objetos sirven para mover con eficacia los objetos, mientras que los conocimientos científicos sirven para descubrir leyes generales sobre el movimiento de los objetos y no necesariamente para moverlos mejor (al alejarnos de un espejo los alumnos opinan que la imagen disminuye). Es decir, en el aula se proporcionan conocimientos generales, mientras que sus ideas son específicas, se refieren a realidades próximas a las que el alumno no sabe aplicar las leyes generales que se explican en clase.
7. El razonamiento de los estudiantes se centra en estados cambiantes más que en estados de equilibrio. Así, por ejemplo, establecen que actúa una fuerza

cuando se observa movimiento, pero reconocen, en muy pocas ocasiones, la existencia de fuerzas en sistemas en equilibrio estático. La idea de que es el cambio lo que requiere explicación, es razonamiento de los alumnos.

8. Guardan un cierto paralelismo con las mantenidas por los científicos a lo largo de la Historia, como ocurre con la generación espontánea, la teoría aristotélica del movimiento, etc., sin querer esto decir que el pensamiento del alumno siga el mismo desarrollo que el de los científicos. En cualquier caso, el conocimiento de la Historia de la Ciencia puede ser útil para comprender mejor algunas de las dificultades que tienen los alumnos para la elaboración de conceptos científicos.
9. Dependen mucho del contexto, ya que un mismo individuo puede mantener diferentes preconcepciones sobre un determinado fenómeno, utilizando argumentos diferentes ante situaciones que son equivalentes desde el punto de vista científico (Gil y de Guzmán, 1993).

Estas visiones alternativas de la interpretación del mundo natural se les ha nombrado de diversas formas: Ausubel las denominó preconcepciones, Novak las llamó concepciones erróneas, Osborne y Freyberg apelaron a ellas como ideas de los niños, Pozo y Carretero las consideraron concepciones espontáneas y Giordan y De Vecchi las llamaron representaciones (Caballero, 2008)

2.3.2. Las preconcepciones y el aprendizaje

Como se ha descrito podemos decir en general que las preconcepciones se refieren al conjunto de ideas que poseen los seres humanos para la interpretación de los fenómenos naturales y que las mismas están en contradicción con lo establecido en las teorías, principios y leyes del conocimiento científico o paradigmas predominantes en el medio académico, (Mahmud y Gutiérrez, 2010).

Sin embargo las preconcepciones deben verse como instrumentos epistemológicos intermediarios que posibilitan que los conceptos en construcción se integren a la estructura cognitiva preexistente, acomodándose, asimilándose o incluso mutando, por ello «gracias a ellas», «a partir de ellas», «con ellas» o aun

«contra ellas» las preconcepciones son importantes dado que los estudiantes no llegan a una clase “sin saber nada” (Audicio *et al* 1999).

Conviene señalar que, aunque el interés por las preconcepciones es reciente, existen precedentes que con notable antelación llamaron la atención de ellas; Vigotsky las denominó la «prehistoria del aprendizaje», Bachelard como « un conocimiento anterior» y es necesario no olvidar los trabajos de Piaget, que plantearon el rastreo del origen psicológico de las nociones hasta sus estadios precientíficos (Martínez 2004) o de Ausubel, quien llegara a afirmar:

“Si yo tuviera que reducir toda la psicología educativa a un sólo principio, enunciaría este: averígüese lo que el alumno ya sabe y enséñese consecuentemente”.

Ausubel define el aprendizaje significativo como un proceso en el que el individuo realiza un esfuerzo deliberado y relaciona los nuevos conocimientos con conceptos adquiridos anteriormente, las preconcepciones, integrándolas en su propia estructura cognitiva, y lo diferencia del aprendizaje memorístico, en el que la integración es arbitraria y no se relaciona con conceptos anteriores. Es decir el aprendizaje supone un proceso de construcción a través del cual se integran nuevos conceptos y operaciones a una red operativa donde se hallan interrelacionados toda clase de productos de aprendizajes anteriores, punto de partida por excelencia para la tarea docente (Ausubel *et al*, 1983).

Según la perspectiva constructivista del aprendizaje, tal como la proponen Driver y Erickson (1983), el alumno tiene sus propias ideas que influyen en sus procesos de aprendizaje. Lo que el alumno es capaz de aprender depende, al menos en parte, de estas preconcepciones y de la situación de aprendizaje en la que se encuentra.

Partiendo de estas bases, la perspectiva constructivista del aprendizaje concibe éste como un proceso de desarrollo cognitivo durante el cual evolucionan las preconcepciones de los alumnos. El proceso de aprendizaje sería una

interacción entre los esquemas mentales del alumno y las características del medio en el que se produce el aprendizaje.

La propuesta de considerar el aprendizaje como un cambio conceptual está cobrando un gran impulso, pero para que este cambio se produzca debe existir un cierto conflicto entre la estructura cognitiva del alumno y la nueva información. El cambio conceptual es, pues, un proceso a largo plazo, que se produce cuando las preconcepciones de los alumnos evolucionan hasta coincidir con las teorías científicas. Por ello, la relación entre la forma de pensar y conocer científica y la del dominio cotidiano, se debe basar en la integración jerárquica de conceptos, que apunta a una diferenciación acompañada de una tarea de integración, obteniéndose niveles de análisis con distintos alcances (García *et al.* 2002).

Pozo y Gómez Crespo (1998) sostienen que la educación científica debe propiciar a que las relaciones entre el conocimiento cotidiano y el científico se vean favorecidas: "...quizás la principal causa del fracaso en lograr la sustitución del conocimiento cotidiano por el científico, sea la propia idea de que el cambio conceptual debe implicar un abandono del conocimiento cotidiano, que no sólo resulta muy difícil de lograr sino que incluso puede ser inconveniente. Tal vez el cambio conceptual no implique sustituir un conocimiento más simple, el cotidiano, por otro más complejo, el científico, sino adquirir diferentes tipos de conocimientos o representaciones para tareas o situaciones distintas." Es decir que en lugar de la sustitución lisa y llana del primero por el segundo, se trataría de que ambas formas de conocimiento se integren y se aprendan a emplear cada una en su contexto adecuado. Pero lo anterior requiere que hagamos 'explicitaciones progresivas' de las teorías implícitas.

Un ejemplo son las respuestas acertadas de los alumnos a medida que avanzan en los cursos a pesar de los errores conceptuales, lo que pudiera indicar que las preconcepciones y el conocimiento científico se integran y se emplean en diferentes contextos; Pozo *et al.* (1991) plantean así "una coexistencia de sistemas alternativos de conocimiento dentro del mismo sujeto... que los sujetos dispondrían de teorías alternativas que activarían de modo discriminativo en

función del contexto” y destacan la necesidad de analizar el funcionamiento intelectual considerando el contexto de las tareas sociales.

Desde este punto de vista, el conocimiento cotidiano es reconocido como de alto valor funcional en la vida diaria, por lo que no sería conveniente su abandono total y se podrían separar ambas formas de conocer para lograr que los estudiantes aprendan a utilizar cada una de ellas en el contexto correspondiente (Pozo, 1989).

2.3.3. Estrategias para abordar y modificar las preconcepciones

Conocer las preconcepciones de los alumnos es el punto de partida necesario para diseñar una instrucción; para que estas evolucionen hasta llegar a las científicamente aceptadas es el trabajo del profesor. Este cambio es lo que se denomina como cambio conceptual (Martínez, 2004).

Sin embargo sólo mediante la toma de conciencia de las propias teorías o modelos implícitos que solemos usar para interpretar la realidad podremos llegar a superar éstos, y esa toma de conciencia es uno de los productos de la instrucción y por tanto de la vida social. Ante situaciones nuevas, las personas, de modo no deliberado y por tanto no consciente, utilizamos esquemas, modelos o teorías que nos han sido útiles con anterioridad. En la activación de esas teorías actúan una serie de procesos psicológicos que el sujeto, por supuesto, desconoce.

Si en un mismo alumno pueden coexistir los dos tipos distintos de conocimiento sobre un mismo fenómeno: el académico (más formal y científico) y el personal (informal, implícito pero bastante predictivo), el aprendizaje como un proceso de cambio conceptual supone confrontar, explícita y deliberadamente, ambos tipos de conocimiento a través de técnicas y recursos didácticos (*ibidem*).

La necesidad de nuevas estrategias de aprendizaje que hicieran posible el desplazamiento de las preconcepciones por los conocimientos científicos, ha dado lugar a propuestas que -al margen de algunas diferencias, particularmente terminológicas- coinciden básicamente en concebir el aprendizaje de las ciencias

como una construcción de conocimientos, que parte necesariamente de un conocimiento previo.

Estas estrategias han conducido en los últimos años a diversos modelos de enseñanza que -como señala Pozo (1989) -tienen como objetivo explícito provocar en los alumnos cambios conceptuales-. Así para Driver (1986), la secuencia de actividades debe incluir:

- la identificación y clarificación de las ideas que ya poseen los alumnos;
- la puesta en cuestión de las ideas de los estudiantes a través del uso de contraejemplos;
- la introducción de nuevos conceptos, bien mediante «torbellino de ideas» de los alumnos, o por presentación explícita del profesor, o a través de los materiales de instrucción;
- proporcionar oportunidades a los estudiantes para usar las nuevas ideas y hacer así que adquieran confianza en las mismas.

Hewson (1981) señala que si las preconcepciones de los estudiantes no cambian sino que evolucionan o se amplían a lo largo de la escolarización, entonces el aprendizaje significativo puede producirse en el momento en el que el alumno comprueba que su teoría previa lleva a predicciones que no se cumplen. Ahora bien, la condición más importante para que este conflicto genere un auténtico cambio conceptual es que al mismo tiempo, el alumno tome conciencia de sus anteriores ideas y reflexione sobre los fenómenos que están implicadas cada una de ellas. La evaluación del proceso del cambio conceptual ayuda al profesor a plantear nuevos conflictos susceptibles de perturbar la estructura cognitiva de cada alumno, y de mediar las inferencias que realizan hasta “reestructurar” su teoría. Así, para afrontar la influencia de las teorías implícitas en la instrucción, el autor sugiere tener en cuenta las siguientes orientaciones didácticas para el diseño de una secuencia educativa:

- Facilitar la formación de modelos mentales, adaptados a las posibilidades de comprensión del alumno;

- promover, jerarquizar y potenciar el conocimiento por experiencia que vaya a dar significado al conocimiento científico;
- Ofrecer un contexto mínimo de descubrimiento, que motive al alumno, a plantearse preguntas que más adelante deberán ser resueltas a través de los objetivos y actividades de la secuencia elaborada;
- Jerarquizar la construcción del conocimiento científico, acomodando los hechos desde la definición del modelo teórico, las fases de la formación de los conceptos, hasta llegar al establecimiento de los principios causales y los legales (estos últimos, si los hubiera);
- Tener en cuenta la influencia de las preconcepciones en la construcción de las teorías oficiales y facilitar en lo posible el cambio conceptual de unas a otras;
- No transmitir la idea de que la existencia de estas preconcepciones es cuestión de una mayor o menor inteligencia, ni, por supuesto, ridiculizarlas.

Se debe insistir en que la intervención específica sobre las preconcepciones es, además de cognitivamente necesaria, una de las opciones más motivadoras para los alumnos. El compromiso que toda persona tiene con sus propios esquemas de conocimiento operativos le envuelve en una experiencia para ella sugestiva y le permite un acercamiento a los contenidos del tema que se está tratando.

El profesor debe valorar si es conveniente desvelar todas o algunas de las respuestas correctas o, por el contrario, es más útil, didácticamente, dejar la solución verdadera para ir dándola a lo largo del desarrollo posterior de los contenidos de la unidad didáctica (aspecto que, hábilmente utilizado, puede incrementar la motivación en el alumno). De cualquier forma, en la puesta en común el profesor debe formular explícitamente las preconcepciones que hayan reflejado los alumnos a través de sus respuestas, y promover con una secuencia elaborada un auténtico cambio conceptual (Gil, 2003).

Existen diversas técnicas de investigación para conocer las preconcepciones, aunque no todas son igual de factibles para su utilización en el aula, por su

complejidad y el tiempo que precisa su ejecución. Teniendo en cuenta que lo que queremos es conocer lo que sabe el alumno sobre un determinado concepto antes de empezar las actividades de enseñanza-aprendizaje, nos referiremos solamente a aquellas técnicas factibles de utilización en el aula y las consideraremos como unas actividades de aprendizaje iniciales. Estas actividades no se deben confundir con las pruebas de nivel que realizan algunos profesores al iniciar el curso.

Gil (2003) señala que las técnicas más utilizadas para el conocimiento de las preconcepciones son las siguientes:

- El coloquio. Es tal vez el más fácil de utilizar en clase y muy efectivo. Los coloquios se pueden realizar con toda la clase o en grupos pequeños (cuatro o cinco alumnos). Es importante que la discusión se lleve a cabo en un ambiente libre, siendo importante el papel del profesor como animador, sin emitir juicios y animando a los alumnos a opinar.
- El torbellino de ideas. Es una técnica igual de efectiva que la anterior, pero con la ventaja de que permite saber un gran número de ideas en muy poco tiempo. Se plantea una o más preguntas al empezar el tema.
- Posters. Es importante tener constancia de las respuestas que dan los alumnos para que una vez finalizadas las actividades encaminadas al aprendizaje del concepto, podamos comparar si las ideas han cambiado.
- Dibujos. En determinados temas una de las técnicas más recomendada es la libre expresión de los alumnos mediante dibujos.
- Cuestionarios. Esta técnica tiene la ventaja de que se conocen las ideas a título individual y que, por tanto, se consiguen un gran número de respuestas.
- Mapas conceptuales. Esta técnica puede utilizarse no solamente para detectar las ideas previas de los alumnos, sino que también ayuda a la jerarquización y desarrollo de los conceptos. La gran desventaja consiste

en que para su realización se necesita un período de aprendizaje por parte de quien va a confeccionar los mapas. El mapa conceptual se puede definir como: “un procedimiento gráfico para explicitar nuestro conocimiento sobre conceptos y relaciones entre los mismos en forma de proposiciones verbales” (Novak y Gowin, 1988).

En este sentido, nuestro estudio considera relevante, en primer lugar, conocer las preconcepciones de los alumnos, puesto que, desde una posición constructivista de los procesos de enseñanza y aprendizaje, se estima que el aprendizaje está mediado por aquellas del sujeto que aprende, y/o el sujeto que enseña, su contexto, sus características personales, su historia previa, su pensamiento y sus rasgos evolutivos, ya que todos estos factores parecen ser la base de la adquisición, revisión, reestructuración y/o cambio de las preconcepciones acerca de fenómenos determinados.

2.4. Bases metodológicas de la investigación-acción

El origen de la investigación-acción (en adelante i-a) se sitúa en los trabajos llevados por el psicólogo Kurt Lewin en la década de los 40. El objetivo de estos trabajos era resolver problemas prácticos y urgentes, adoptando los investigadores el papel de agentes de cambio, en colaboración directa con aquellas personas a quienes iban destinadas las propuestas de intervención. Actualmente se le concibe como una forma de estudiar o explorar una situación social, en nuestro caso educativo, con la finalidad de mejorarla. Como sugiere Suárez (2002) para adentrarse en esta modalidad es posible que lo hagamos desde cuatro preguntas claves: qué se investiga, quién, cómo y para qué.

- Que se investiga. El objeto de la investigación es explorar la práctica educativa tal y como ocurre en los escenarios naturales del aula y del centro; se trata de una situación problemática o, en todo caso, susceptible de ser mejorada. No se trata de problemas teóricos, ni de cuestiones que sean de interés exclusivo para los académicos o expertos; puede haber

coincidencia, pero es imprescindible que el objeto de la exploración sea un problema vivido.

- El quién. Los que diseñan y realizan el proceso de investigación son las personas implicadas directamente en la realidad objeto de estudio; en este sentido soy docente pero a la vez también soy investigador, tratando de explorar la realidad en que me desenvuelvo profesionalmente.
- El cómo. La i-a tiene casi siempre un enfoque cualitativo y utiliza técnicas de recogida de información variadas, procedentes también de fuentes y perspectivas diversas: registros anecdóticos, notas de campo, observadores externos, registros en audio, video y fotográficos, etc. Además, la i-a se estructura en ciclos de investigación en espiral, contando cada ciclo con cuatro momentos claves: fase de reflexión inicial, fase de planificación, fase de acción y fase de reflexión, generando esta última un nuevo ciclo de investigación.
- El para qué. La finalidad última de la i-a es mejorar la práctica educativa, al tiempo que se mejora la comprensión que de ella se tiene y los contextos en los que se realiza), congruente con los valores educativos, atentos a los efectos colaterales no previstos.

2.4.1. La espiral en ciclos de la investigación-acción

La i-a es un proceso que requiere la autorreflexión y la reflexión compartida desde sus inicios. Kemmis y McTaggart (1988) aportan una serie de consejos a tener en cuenta en la formación de grupos de i-a: organizarse, comenzar con objetivos modestos, preparar situaciones de discusión y de apoyo, registrar todo tipo de progresos, ser tolerante con los demás, ser perseverante en la recogida de datos, buscar, si es necesario, "rituales" que legitimen el trabajo (por ejemplo, implicar a asesores externos), procurar cambiar a través del proyecto de investigación tanto prácticas como ideas y contextos educativos, tener presente siempre la diferencia entre educación y escolarización, y preguntarse constantemente si los procesos de indagación ayudan a mejorar el modo en que "vivimos" los valores educativos.

Una vez constituido el grupo de trabajo, la i-a se organiza temporalmente a través de una espiral de ciclos de investigación, utilizando en cada ciclo las fases generales de planificación, acción y reflexión. No existen unas normas rígidas a la hora de establecer la duración de la investigación.

Lewin citado por Elliot (2000) señala que la primera fase de la i-a es la determinación de la preocupación temática sobre la que se va a investigar. No se trata de identificar problemas teóricos de interés para los investigadores, sino de problemas cotidianos vividos como tales por los docentes, que puedan ser resueltos a través de soluciones prácticas.

La segunda fase es la de reflexión inicial o diagnóstica. En ella debemos preguntarnos acerca de cuál es el origen y evolución de la situación problemática, cuál es la posición de las personas implicadas en la investigación ante ese problema (conocimientos y experiencias previas, actitudes e intereses), cuáles son los aspectos más conflictivos (y en qué contextos o grupos se manifiestan). Todas estas cuestiones nos permitirán identificar los obstáculos tanto subjetivos como objetivos a nuestras propuestas de cambio.

La tercera fase es la de planificación. El plan general que se elabore debe ser flexible, para que pueda incorporar aspectos no previstos en el transcurso de la investigación. Será modesto, realista, teniendo en cuenta riesgos y obstáculos previsibles, lo que no quiere decir que vayamos a investigar problemas triviales; muy al contrario, el trabajo estará guiado por fines y objetivos de alto valor educativo. En este plan inicial de la investigación-acción debemos: 1) describir la preocupación temática, 2) presentar la estructura y las normas de funcionamiento del grupo de investigación, 3) delimitar los objetivos, atendiendo a los cambios que se pretenden conseguir en las ideas, las acciones y las relaciones sociales.

La cuarta fase corresponde a la acción-observación. La puesta en práctica del plan no es una acción lineal y mecánica; tiene algo de riesgo e incertidumbre y exige toma de decisiones instantáneas, ya sea porque no se pudieron contemplar todas las circunstancias, o porque éstas variaron en el transcurso de la acción.

Esta acción es una acción observada que registra datos que serán utilizados en una reflexión posterior (Elliot, 2000).

En la fase de reflexión se produce un nuevo esclarecimiento de la situación problemática, gracias a la auto-reflexión compartida entre los participantes del grupo de i-a. Es el momento de analizar, interpretar y sacar conclusiones. Descubrimos nuevos medios para seguir adelante, descubrimos lagunas en nuestra formación, generamos nuevos problemas que darán lugar a un nuevo ciclo de planificación-acción-reflexión. (Kemmis, y McTaggart, 1988).

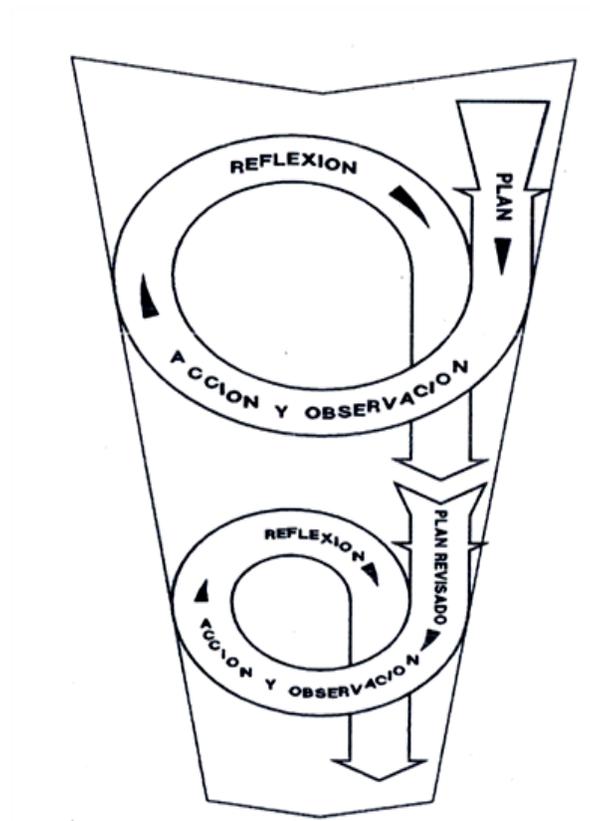


Figura 1. La espiral de ciclos de la investigación acción. Tomado de Kemmis y McTaggart, 1988

2.4.2. La investigación acción como perspectiva teórica en la formación de educadores)

Esta forma de orientación investigativa en el aula fue popularizada por el Ford Teaching Project que John Elliott dirigió entre 1972-1975, que involucró a 40 profesores de educación primaria y secundaria, y que aspiraba descubrir métodos de docencia eficientes examinando y analizando su propia práctica docente y de desempeño en el aula, a través de la investigación-acción (Elliott, 2000).

El empleo de esta metodología en la educación, busca transformar las prácticas educativas con la participación de los sujetos que intervienen en las mismas; éstos son, en primera instancia, nosotros como maestros y nuestros alumnos. Lo anterior nos lleva a reflexionar que somos los docentes quienes debemos recuperar el espacio de nuestra práctica educativa y tener la voluntad de intervenir en ella para mejorarla.

Las instituciones educativas, o campos de práctica, se conciben como escenarios donde se confrontan procesos de apropiación de conocimientos y se produce saber pedagógico. Según Fierro *et al*, (1999), las experiencias de investigación-acción con maestros puede tener diversas finalidades: hacer aportaciones al diseño curricular, elaborar un proyecto educativo, vincular el trabajo en el aula con pequeños proyectos que la trasciendan, y relacionarse con otros grupos sociales en bien de la educación. Pero éstos y todos los fines que se propongan deben tener como objetivo principal entender, cuidar y mejorar la relación pedagógica que se establece con los alumnos.

Para Taylor y Bogdan (1996) la investigación – acción realizada por los docentes, es como una formula diferente de las concepciones tradicionales de la investigación educativa, y sus relaciones con otras formas de reflexión sobre la práctica. En su esencia, la investigación en el aula, por medio de la reflexión crítica y autocuestionamiento, identifica uno o más problemas del propio desempeño docente, elaboran un plan de cambio, lo ejecuta, evalúa la superación del problema y su progreso personal, y, posteriormente, repite el ciclo de estas

etapas. Es una investigación cuyo fin es mejorar la eficiencia docente y evaluada en su eficacia práctica.

Dadas las características connaturales de los escenarios escolares, el educador encuentra allí un espacio propicio para identificar temas y problemas inmediatos, comprenderlos, recrearlos y transformarlos. La vida escolar facilita el perfeccionamiento de capacidades investigadoras para identificar problemas, observar, registrar, interpretar información, reflexionar, experimentar, planear, evaluar y escribir. Debido a que con esta metodología se presentan logros importantes de aprendizajes y los alumnos se apropian de su rol en dicho proceso, diferentes universidades en el mundo están usando el modelo para ayudar a docentes y alumnos ser más efectivos, porque les permite iniciar y controlar un proceso de auto-perfeccionamiento (Muñoz y Quintero, 2002).

Considerando esta propuesta metodológica entendemos que ser maestro es también ser aprendiz; el aula debe ser para nosotros un espacio en el que podemos aprender junto a nuestros alumnos.

2.5 Como se construye la ciencia

Aunque el concepto de ciencia (del latín *scientia* 'conocimiento') no es fácil de describir, se le reconoce como el proceso mediante el cual construimos conocimientos, al mismo tiempo que se hace referencia al cuerpo organizado de conocimientos que se obtiene a través de dicho proceso. Para Bunge (1995) la ciencia es un conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, y de los que se deducen principios y leyes generales. En su sentido más amplio se emplea para referirse al conocimiento en cualquier campo, pero que suele aplicarse sobre todo a la organización del proceso experimental verificable. Otra definición muy divulgada la describe como "El conjunto de conocimientos ordenados sistemáticamente acerca del Universo, obtenidos por la observación y el razonamiento, que permiten la deducción de principios y leyes

generales. La ciencia es el conocimiento sobre la verdadera naturaleza del Universo” (Bunge 1995).

Para alcanzar la comprensión de un fenómeno natural, se recurre al método científico. El método científico no es extraordinario ni fijo, hay variantes en él, pero los resultados deben ser aceptables, y de acuerdo con las observaciones. En general los conocimientos científicos se desarrollan a medida que el investigador se interioriza en un solo objeto de estudio, agudizando cada vez más sus conocimientos para dar una mejor explicación de sus observaciones (*ibídem*).

La observación es uno de los aspectos más importantes para emprender una investigación hacia un fenómeno natural, un fenómeno social, o hacia el planteamiento de una hipótesis. Así se tienen en cuenta dos supuestos importantes que conlleva el inductivismo ingenuo con respecto a la observación. Uno es que la ciencia comienza con la observación; el otro es que la observación proporciona una base a partir de la cual se puede derivar el conocimiento. Dentro de una observación se pueden tener opiniones divergentes de personas que observan el mismo objeto en el mismo escenario, pero que cada uno interpreta de diferente manera lo que ve (Cerejido, 1994).

Según la concepción inductivista de la ciencia, la base sobre la que se construyen las leyes y teorías que constituyen la ciencia, está formada por enunciados observacionales públicos, y no por las experiencias subjetivas privadas de los observadores individuales. Un ejemplo lo constituyen las observaciones que efectuó Darwin durante su viaje en el Beagle, las cuales no habrían tenido las consecuencias que tuvieron para la ciencia, si hubieran sido sólo experiencias privadas de Darwin. Solo se convirtieron en observaciones relevantes para la ciencia cuando fueron formuladas y comunicadas como enunciados observacionales susceptibles de ser utilizados y criticados por otros científicos. (Chalmers, 1982).

La filosofía siempre ha sido parte fundamental del quehacer de la investigación científica, así como de sus aportaciones al mundo de la ciencia,

dado que ambas son acciones características del hombre, por lo que puede afirmarse que no existe ningún tipo de verdad que escape a la historia aunque debemos de puntualizar que ninguna verdad es eterna absoluta e inmutable (Pérez de la Borda, 2002).

En sus orígenes la ciencia y la filosofía constituían una sola cosa. Sólo la Filosofía abarcaba todo el saber y todo el contenido de lo que hoy llamamos ciencia. En la Edad Media, la Filosofía estuvo subordinada a la Teología y se orientó sobre todo a la reflexión sobre las cosas de la naturaleza y de la vida humana.

La ciencia moderna se separó de la filosofía durante los siglos XVI al XVII. Fue en esta época de la historia cuando comenzaron a estructurarse las ciencias naturales, entendidas como un sistema de conocimientos rigurosamente clasificado y verificado. Galileo y Newton son grandes ejemplos de este cambio, que alcanzó hasta la época contemporánea. Así se tiene que los dos factores más importantes de la ciencia moderna, fueron también dos de los temas filosóficos más apasionadamente discutidos, dando lugar inclusive a dos escuelas filosóficas de la Edad Moderna: el racionalismo, que se fundó en los aspectos lógico-racionales del conocimiento, y el empirismo, que afirmó la validez absoluta de la experiencia en el ámbito del conocimiento científico-filosófico (Pérez- Alcocer, 1977).

Filosofía y ciencia no solo no se oponen, sino que se encuentran como dos extremos, como en dos polos entre los que se desarrolla todo el pensamiento racional de la humanidad. En la actualidad un rasgo del pensamiento moderno es la intención de aproximar la filosofía y la ciencia. A partir de aquí es frecuente que una misma persona reúna la doble condición de científico y filósofo.

Pérez-Tamayo (1987) reconoce las grandes etapas para la construcción de lo que hoy es llamada la ciencia moderna y menciona que están basadas en tres renunciaciones a posturas filosóficas.

1. Renuncia a las explicaciones sobrenaturales lo que se inició en Grecia con los pensadores presocráticos. Uno de primeros representantes fue Tales de Mileto (Siglo VII a. c.) que propuso “toda la realidad está formada de agua”.
2. Renuncia a la búsqueda de respuestas para las grandes preguntas, lo que culminó con el surgimiento de los precursores de las diferentes ciencias actuales.
3. Renuncia a la autoridad de la razón. Con esto se quiere decir que la razón es necesaria pero no suficiente y que es indispensable el contacto continuo con la realidad por medio de observaciones, comparaciones y analogías.

La ciencia trata de aprovechar siempre los conocimientos de que se dispone en cada tiempo, pero no puede elaborar una teoría válida de un modo absoluto. La ciencia del mañana consistirá en precisar y acotar los resultados de la ciencia presente. Por ello, ningún gran científico ha dicho la última palabra sobre el universo, la naturaleza y sus leyes (*ibidem*).

Estas afirmaciones nos con llevan a pensar y hacernos algunas preguntas: ¿Entonces para que aprendemos? ¿Si la ciencia tiene siempre un carácter hipotético, provisional, para que estudiarla? Sin embargo, la respuesta no es tan compleja: la ciencia es el mejor conocimiento que tenemos. Su historicidad le convierte en la verdad del presente, pero una verdad abierta, modificable, y sometido a la crítica y la revisión. Un conocimiento que está siempre haciéndose, y que debe evitar cualquier pretensión de eternidad o absolutismo. La historia es el mejor argumento que tenemos para mantener esta visión; la ciencia es siempre ciencia en la historia, no al margen de ella (Popper, 1995).

Las teorías científicas que han sido superadas, abandonadas, fueron teorías que expresaban una racionalidad en un momento determinado y en un momento ulterior no representaron ya la racionalidad del conocimiento del mundo. Por ejemplo la teoría newtoniana de la ley de gravitación universal confrontada con los conocimientos actuales del universo no es ya una expresión de la

racionalidad de la ciencia. Ninguna teoría tiene un estatuto definitivo y un desarrollo acabado.

Algunos autores señalan que la Filosofía ha perdido espacios a medida que la ciencia se ha desarrollado en numerosas especialidades. Pero aún así siempre queda, y quizás quedará, un margen para especular y razonar sobre el sentido de la vida y del universo; y es en ese margen en que el pensamiento filosófico seguirá vigente (Pérez de Laborda, 2002).

2.5.1. Como los docentes enseñamos ciencias

Ravanal y Quintanilla (2010) a través de un trabajo de investigación sobre la caracterización de las concepciones epistemológicas del profesorado de Biología sobre la naturaleza de la ciencia, encuentran que los años de docencia incide en la forma de abordar los contenidos de biología en el aula de la siguiente forma:

- En los profesores de menos de cinco años de experiencia se manifiesta una epistemología tradicional, con un modelo de enseñanza sin análisis críticos que trunca la construcción de significados.
- En profesores de 6 a 10 años de experiencia prevalece la concepción de la ciencia como un conocimiento verdadero, incuestionable y racionalista. Su modelo de aprendizaje coincide con el modo de enseñanza tradicional de los profesores más noveles.
- En profesores de entre 10 y 15 años se observa una visión “alejada del mundo real”, en términos que, no responde a las interrogantes, necesidades, controversias o polémicas que los hombres y mujeres científicos intentan abordar desde una perspectiva mas humana. Este grupo de profesores manifiestan una concepción de la ciencia neutral e imparcial frente a las interpretaciones de los fenómenos del mundo, lo que trae como consecuencia, una propuesta de enseñanza no centrada en la interacción social, cultural, lenguaje, juicio y pensamiento del estudiante, que favorezca la toma de decisiones sobre una teoría científica u otra según el fenómeno en discusión.

De esta manera la visión instalada en los docentes de Biología es una imagen de ciencia racional, dogmática con orientaciones epistemológicas tradicionales y empiristas, que doblegan las actuales pretensiones de la naturaleza de la ciencia que el profesorado de Biología debe concebir para mejorar sus prácticas. La ciencia se concibe con carácter objetivo, neutral e imparcial, por lo tanto “desvinculado del mundo”; esta visión restringe las posibilidades de participación en temas socio-científicos por los estudiantes y hombres del futuro. Imaginar el conocimiento científico como verdadero e incuestionable, no contribuye a la reflexión y al debate de los temas en discusión y a una buena práctica docente, dado que, no tiene sentido proponer actividades novedosas para cuestionar o levantar polémica sobre formas de construir el conocimiento, si luego, el profesorado presenta las teorías científicas como grandes verdades, entendiendo que la ciencia no tiene atributos de verdad, sino que se encuentra en permanente cambio (Adúriz-Bravo, 2007).

En un hecho es que no se puede enseñar aquello que no se comprende, y sobre todo, sino se ha reflexionado suficientemente sobre ello, pero sobre todo no se puede propiciar vínculos entre ciencia, ciudadanía y valores, aspectos indispensables en nuestro mundo actual y que serán cruciales para el futuro de las nuevas generaciones.

2.6 Por qué conocer los conceptos sobre el material genético y los mecanismos de la herencia

Sin duda una de las características más sobresalientes de nuestros tiempos es el extraordinario y vertiginoso avance científico que se tiene como resultado de la estrecha asociación entre la ciencia y la tecnología. En las ciencias naturales y de la salud estos avances se han traducido en el desarrollo de numerosas aplicaciones que impactan en nuestras vidas y la del planeta, entre las que podemos mencionar el desarrollo de nuevos medicamentos que permiten elevar la calidad de vida, fuentes alimenticias mejoradas de origen animal y vegetal, el diagnósticos de enfermedades precisos y sensibles, la posibilidad de preservación

de especies en peligro de extinción así como el desarrollo de programas de desarrollo sostenible y conservación del ambiente entre otros.

Muchas de estas aplicaciones han sido posibles gracias al descubrimiento en 1944 por Oswald Avery de que el ácido desoxirribonucleico (ADN) es el material heredable que contiene la información genética de los organismos y al posterior desciframiento de su estructura de doble hélice por Watson y Crick en 1953. A partir de ese momento y hasta hoy se considera que la Biología Molecular y la Genética se encuentran en su “época dorada” por lo que continuamente nos enteramos por los medios electrónicos o impresos de noticias sobre nuevos descubrimientos o aplicaciones provenientes de estas áreas.

Así el desciframiento del código genético humano y de otros organismos, la clonación de animales, como la famosa oveja Dolly, vacunas recombinantes en contra de la Hepatitis B, las plantas híbridas y transgénicas o el diagnóstico y terapia de enfermedades genéticas ya no es algo solo discutido en selectos grupos de investigación sino que empiezan a ser parte de nuestro discurso cotidiano; todo ello debido a nuestro mejor entendimiento de la estructura y el funcionamiento de una sola molécula: el ADN. Sin duda, la doble hélice es una molécula excepcional y es posible que sea el compuesto químico más famoso del mundo (Watson, 2006).

Sin embargo, el significado intrínseco que tiene esta molécula es mucho mayor a solo las valiosas aplicaciones que se tienen, por ello es necesario que concienticemos a las nuevas generaciones de su rol como una molécula que significa la unidad, continuidad, diversidad y evolución de los seres vivos, al tiempo de utilizar los conocimientos actuales de su estructura y función para apreciar la biodiversidad y el respeto a nuestro ambiente. A continuación se hace una descripción muy breve de su función en los seres vivos y la importancia en la evolución de las especies retomando algunos conceptos básicos de la teoría evolutiva sintética, cuyo fundador es el genetista y naturalista Theodosius

Dobzhansky quien definió a la evolución como “un cambio en la composición genética de las poblaciones” (Dobzhansky, 1973). Esto es con el fin de resaltar algunos conceptos relacionados con este trabajo.

Todos los seres vivos utilizan el ADN como la molécula depositaria de su información genética, por lo que se dice que los unifica. Debemos de hacer énfasis que si bien su estructura química es igual en todos los seres vivos (hélice de doble cadena en donde en su exterior se encuentra un “esqueleto” de desoxirribosas y en su interior bases nitrogenadas que se unen de manera complementaria; la adenina con la timina y la citocina con la guanina), el orden en que las diferentes bases se presentan a lo largo de la cadena contiene la información genética que permite que la molécula de ADN reúna en torno a sí, un organismo. Así cada segmento del ADN, con un orden característico de las cuatro bases se conoce como gen, que es la unidad mínima de la herencia; cada gen transmite una determinada característica hereditaria (color de los ojos, del pelo, forma de la nariz, etc.) (Watson, 2006).

Su mecanismo de replicación semi conservativa descubierto por Meselson y Stahl en 1958, permite que cuando las células se dividan o cuando se originen los gametos, las nuevas células contengan la misma información genética que las predecesoras. En los organismos eucariotas las moléculas se condensan y durante la metafase de la división celular se observan como entidades discretas e independientes: los cromosomas. En la mayor parte de los organismos que tienen reproducción sexual, una de las copias viene de la madre y la otra del padre. En esta forma las características diferentes de los padres se combinan en el descendiente, el cual no es absolutamente idéntico a los progenitores y estas diferencias se van transmitiendo a sus descendientes (Hanawalt, 2004).

Las cadenas de ADN están sujetas a cambios, conocidos como mutaciones, que se producen tanto por factores internos de la célula como por agentes externos (errores en la replicación del ADN, recombinación, radiaciones,

etc.). Algunas mutaciones pueden ser letales, pero también son uno de los mecanismos que generan la diversidad genética de una población (ibídem).

La diversidad genética es el material base que permite a las especies responder a los cambios que ocurren en el ambiente. La poca o nula adaptación a estos cambios puede suceder y entonces la especie tiene problemas que la pueden conducir hacia el camino de la extinción. Esto ha sucedido a lo largo de la historia geológica de la Tierra y muchas especies han desaparecido.

Si la diversidad genética proporciona organismos con una respuesta adecuada a los cambios del ambiente, la especie sobrevive y desarrolla características especiales, que le permiten adaptarse a nuevos nichos ecológicos o diferenciarse hasta una nueva especie. Este proceso se conoce como evolución de las especies y que se produce, por lo general, en largos periodos de tiempo. Una de las consecuencias más importantes del proceso evolutivo es la gran diversidad de formas vivas existentes, a los que ha sido posible agrupar ordenadamente siguiendo patrones de semejanzas y diferencias y también las posibles relaciones filogenéticas entre grupos diferentes (Dobzhansky, 1973).

Si bien la publicación en 1859 del libro *El origen de las especies* de Charles Darwin y el redescubrimiento alrededor del 1900 del trabajo de Gregor Mendel sobre la naturaleza de la herencia marcan el origen de lo que en la actualidad se denomina la Síntesis Evolutiva Moderna (Rose y Oakley, 2007), durante la mayoría de su historia los humanos no conocieron los mecanismos genéticos ni supieron de la existencia del ADN, lo que no les impidió la domesticación y selección de plantas y animales, reproduciendo en ellos ciertas características útiles, lo que ha dado origen a formas, razas y variedades.

Así, se considera que el paso crucial hacia la civilización moderna deriva que hace alrededor de 8 milenios en la región de Mesopotamia, las poblaciones de humanos cazadores- recolectores empezaron a cultivar el trigo silvestre de forma selectiva para que sus espigas estuvieran sustentadas por tallos más fuertes y sus

semillas adquirieran un mayor tamaño. Simultáneamente, se desarrolló la domesticación de la oveja y la cabra, especies salvajes que habitaban la región, lo cual permitió el asentamiento de la población y, con ello, la formación de comunidades humanas más complejas, lo que marcó el fin de la Prehistoria. En América, las antiguas civilizaciones seleccionaron las plantas de maíz con una mazorca con mayor cantidad de líneas y granos más grandes; sin embargo, el maíz contemporáneo moriría y desaparecería de la faz de la Tierra por su imposibilidad natural de reproducirse, a no ser, gracias a la mano del hombre. Esto se debe principalmente a que por su envoltura, los granos no pueden dispersarse, de tal modo que su sobrevivencia depende del factor humano, hecho que no ocurría en la antigüedad, cuando el grano, desprovisto de esa atadura, podía hacerlo sin dificultad. (Scade, 1992). Hoy son innumerables las especies que el hombre ha modificado y que son importantes para la horticultura, forestaría, ganadería, agricultura etc.

Desgraciadamente la influencia de las actividades humanas sobre el ambiente puede provocar cambios en los ecosistemas los que al ser tan violentos no permite que muchas especies puedan adaptarse y desaparecen. La desaparición de bosques y selvas como consecuencia de la tala indiscriminada no sólo produce una disminución de la biodiversidad vegetal sino también representa la pérdida irreversible del hábitat natural de numerosas especies animales. Expertos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) calcularon que en América Latina y el Caribe, Asia y África se ha llegado a talar hasta la superficie equivalente a la de un estadio de fútbol por minuto afectando el ciclo del agua. La pérdida de superficies boscosas y selváticas está contribuyendo, entre otros factores, al llamado Cambio Climático, por la disminución relativa de la humedad a niveles no sólo locales sino también regionales y mundiales (Lewis, 1990; PNUMA, 2000).

Un resumen del significado intrínseco del ADN fue escrito por la Dra. González-Valenzuela (2004) en su artículo “El ADN y la filosofía” en donde

menciona que “el ADN hace evidente que se diversifica y cambia. Que él es también la clave de las diferencias: de las distinciones entre las especies, de la biodiversidad y de la diversidad de los individuos mismos, en el caso humano, de la unicidad de las personas. El lenguaje de la vida, es como el lenguaje humano: tiene una estructura estable y universal, pero simultáneamente se expresa en lenguas diversas y en infinitos estilos personales, únicos e irrepetibles. El ADN da razón de lo que filosóficamente se conceptúa como lo uno y lo múltiple y de cómo la misma realidad (genoma) permanece y cambia. Cómo ella está abierta a su entorno y a su devenir, viviendo el drama intrínseco de su adaptación y sobrevivencia. Cómo en efecto, la vida es "misma" y "otra" a la vez: "permanece, cambiando"

Sin duda es necesario que los ciudadanos en general puedan manejar adecuadamente la información sobre el material genético para poder tomar parte activa en las discusiones que se generan en estos campos. Por ello, es importante que el alumnado no abandone las aulas sin haber comprendido sus principios elementales. Aunque la importancia que tiene este tema en el currículo ha quedado patente, también hay que reconocer que plantea dificultades a la hora de llevarlo a las aulas.

Sin bien reconocemos estas dificultades, también es una gran oportunidad para poder articular un programa novedoso con actividades que permitan la construcción de aprendizajes significativos, más que a la memorización; en donde el contexto cotidiano, y las preconcepciones de los alumnos sean un eje primario para el desarrollo del mismo; en donde el docente-facilitador no solo se circunscriba a la selección y secuenciación de los contenidos, sino que como parte de un grupo de aprendizaje, pueda reflexionar, cuestionar, reorientar o potenciar las distintas tareas que se desarrollan en el aula, fomentando actitudes personales de tolerancia y respeto hacia otras personas. Adicionalmente es fundamental que los estudiantes perciban el conocimiento científico, como producto, en continua revisión, del trabajo colectivo de una comunidad de investigadores.

Ante esta posibilidad, conocer los estudios previos sobre las preconcepciones de los alumnos sobre el material genético, se constituyen, no solo en una ayuda valiosa para su identificación, sino como una condición necesaria para que los docentes podamos desarrollar estrategias educativas que lleven a su transformación mediante explicaciones científicas utilizando ejemplos tomados de su entorno. Por ello, en el siguiente capítulo se describen las investigaciones realizadas por diferentes autores sobre las preconcepciones de los alumnos sobre el material genético, ya que constituyen los antecedentes substanciales del trabajo

CAPÍTULO III. ANTECEDENTES

Cuando se trata de temas propios de la biología, las preconcepciones pueden situarse entre las representaciones cognitivas, las cuales, a diferencia de las denominadas sociales, están directamente relacionadas con conceptos propios de las Ciencias de la Naturaleza y que pueden representar “obstáculos pedagógicos” durante su aprendizaje.

Las investigaciones sobre las preconcepciones en las ciencias han tenido dos direcciones: una que se ocupa de conocer las preconcepciones de los maestros y como éstas pueden influir durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y otra, que se centra en investigar las preconcepciones adquiridas de los alumnos a través de sus experiencias sociales cotidianas y con su ambiente, a fin de que los docentes estemos alerta a ellas. Desafortunadamente la mayoría de los estudios se ha limitado a identificar las preconcepciones de los jóvenes sin avanzar más allá del simple diagnóstico. (Carvajal y Gómez 2002).

3.1. Las preconcepciones de los alumnos en temas de genética

En el caso de las Ciencias naturales y concretamente en Biología se han realizado algunos estudios sobre las preconcepciones de los alumnos en temas como la generación de los seres vivos, su constitución, metabolismo, fotosíntesis entre otros (Caballero y Giménez, 1992; Din-Yan, 1998; García *et al*, 2002), entre otros. En temas específicos de genética estos estudios se han realizado en países como España, Argentina y Canadá, pero no en México. A continuación se describen de manera cronológica algunos de estos trabajos que, además, reflejan muchas de las características comunes de las preconcepciones descritas con anterioridad.

Bugallo (1995) realizó una revisión sobre los problemas más frecuentes en la enseñanza de la genética y señala que algunas de las principales fuentes de preconcepciones y de las dificultades para el aprendizaje en los temas de genética son:

1. El uso de la terminología

- La semejanza superficial entre los procesos de división celular, mitosis y meiosis provoca confusión entre los términos y oculta lo significativo, que son las diferencias entre ambos procesos.
- En los libros de texto se usan de forma incorrecta y ambigua ciertos conceptos genéticos, por ejemplo, gen y alelo se emplean indistintamente, sin establecer su significado correcto.
- La confusión provocada por el uso dado a diversos términos genéticos en el lenguaje coloquial, como es el caso de «mutation/mutación» o de «ligado».

2. Las relaciones entre conceptos:

- Una de las mayores fuentes de problemas es el tema de la meiosis. Cuando se enseña meiosis es esencial relacionarla con la fertilización, los ciclos de vida y la alternancia de generaciones haploides y diploides.
- El no establecer previamente una serie de relaciones importantes como: separación cromosómica - replicación de DNA; par alélico - expresión del rasgo; separación cromosómica - transmisión del rasgo.
- La falta de claridad en las relaciones específicas entre los siguientes conceptos básicos: alelo, gen, DNA, cromosoma, rasgo, gameto, cigoto.

3. Resolución de problemas. Los estudiantes pueden llegar a resolver con éxito los problemas, pero sin encajar el algoritmo en el contexto del proceso genético.

4. trabajo práctico. Una fuente adicional de dificultades viene derivada del trabajo práctico en genética. Los experimentos clásicos necesitan semanas o meses para realizarse, lo que resulta incompatible con el ritmo escolar.

Banet y Ayuso, (1995) realizaron un estudio en jóvenes que iniciaban su curso de genética y lo compararon con un grupo de alumnos que ya había recibido clases por algunas semanas y con otro de un año escolar más adelantado, a fin de

valorar en qué medida los conceptos adquiridos, pueden facilitar la comprensión de los temas abordados.

Sus resultados apuntan a que los alumnos que iniciaban el curso de genética, ya tenían algunas explicaciones -más o menos intuitivas y poco científicas de los temas. A medida que avanzan en los cursos de Biología los alumnos contestan más acertadamente a las preguntas formuladas, aunque en muchos, aún persisten los conceptos erróneos entre los que señalan:

- Los alumnos localizan cromosomas (y genes, en su caso) exclusivamente en los gametos.
- Algunos siguen considerando los cromosomas sexuales como los únicos portadores de la información hereditaria.
- Cuando estos alumnos admiten que otras células distintas de los gametos llevan información hereditaria, se afirma que cada tipo de células ha recibido del cigoto únicamente la que corresponde a su función.
- Tampoco se considera relevante el proceso de división celular como un procedimiento que tiene que ver con la transmisión de la información hereditaria.

Trabajando sobre las preconcepciones de los alumnos en diferentes áreas de la biología, Berthelsen (1999), hace un llamado de atención en el sentido de que muchas de ellas pueden ser el producto de conceptos erróneos en Física o de su falta de relación entre esa ciencia y la Biología durante la enseñanza. Por ejemplo, los alumnos entienden que los seres vivos están hechos de células pero no extienden ese conocimiento a que las células están hechas de átomos y moléculas.

Otro ejemplo interesante es acerca del concepto de la conservación de la energía que es esencial para entender la relación entre la fotosíntesis y la respiración celular. Un error común es pensar que la energía es creada y destruida en los seres vivos y no se tiene claridad de los procesos de transferencia de ella en los diferentes niveles tróficos de una pirámide alimenticia y en especial con la

ley de la conservación de la energía. Algunas de las preconcepciones que fueron detectadas específicamente en temas de genética y evolución son las siguientes:

- Las hijas heredan la mayoría de sus características de sus madres. Los niños heredan la mayoría de sus características de sus padres
- La variación entre las especies es el resultado de la adaptación al medio ambiente en lugar de la herencia.
- La reproducción sexual ocurre en animales pero no en plantas
- La reproducción es siempre sexual y no la distinguen de la asexual.
- La reproducción asexual produce crías débiles. La reproducción sexual produce descendencia superior
- Las características que se transmiten se adquieren durante la vida del ser vivo
- Los individuos pueden adaptarse a los cambios ambientales. Estas adaptaciones son hereditarias.
- No se comprende la relación entre el ADN, los genes y los cromosomas.
- Los estudiantes pueden comprender el azar y la probabilidad en problemas genéticos pero no los aplican a situaciones familiares.
- Los estudiantes tienen dificultades para relacionar las adaptaciones individuales al ambiente debido a la selección con los cambios en los fenotipos de las especies por periodos largos de tiempo.

Audisio, *et al.* (1999) en su estudio sobre las representaciones de la generación de seres vivos y su incidencia en el aprendizaje de principios biológicos en alumnos de primer nivel de la carrera de Psicología, señala que en el tema específico de la genética la respuesta a la herencia a través de la sangre –no solo fue el que mayor porcentaje obtuvo sino que mostró el mayor índice de permanencia después de que los alumnos recibieron una instrucción- y sugiere que esto es debido a una cierta inercia en favor de la forma de hablar acostumbrada, donde se recurre con gran frecuencia a esta idea para referirse a lo innato a heredado, o a cuestiones de linaje o parentesco.

Abril, *et al* (2002) subrayan que a pesar de que diferentes métodos han sido usados para determinar qué preconcepciones poseen los alumnos en temas sobre herencia y genética, existe coincidencia sobre los detectados por ellos y otros autores mencionando que algunos de los conceptos que generalmente son más difíciles de asimilar por parte de los estudiantes son:

- Todos los organismos vivos están formados por células (incluso las plantas).
- Las células forman parte de todo el cuerpo.
- Todas las células llevan información genética.
- Todas las células llevan cromosomas.
- Todas las células llevan la misma información genética. No entienden que las células usen selectivamente la información genética que tienen dependiendo de la función que van a realizar.
- Todos los cromosomas llevan información genética
- Confunden mitosis y meiosis: no asimilan que la mitosis se lleva a cabo en células somáticas y la meiosis en células sexuales.
- Cromosomas, genes y alelos: a menudo las palabras cromosomas y genes son tomadas como sinónimos, lo mismo que con las palabras genes y alelos.
- No se le asigna un sitio físico al gen en el cromosoma; por tanto, cuando se habla de “segregación de cromosomas” no se relaciona con “reparto de genes”.
- Cromosomas sexuales y células sexuales: estos términos muchas veces se confunden. Se considera que en una célula sólo existen los cromosomas sexuales que son los que “determinan el sexo del individuo”. No reconocen la existencia de otros cromosomas diferentes a éstos.

- Confunden los términos cromátida y cromosoma.
- Información genética y código genético: en general entienden que estos dos términos significan lo mismo.
- Carácter dominante: generalmente lo identifican con el fenotipo más abundante.
- La variabilidad genética como el resultado de una división de tipo sexual. No ven que la variabilidad genética se produzca por la separación de los pares de cromosomas y por la recombinación.
- Los problemas de herencia no los relacionan con la transmisión de la información genética, y tampoco con meiosis.
- Los problemas de herencia los pueden llegar a resolver, pero de manera mecánica. Tienen problemas para entender el concepto de “probabilidad”

Audicio *et al*, (2005), en un estudio sobre las concepciones de los caracteres biológicamente hereditarios en estudiantes de segundo año de Psicología, encontró que los rasgos variables como color de ojos, parecido de facciones y tipo sanguíneo pueden ser reconocidos como heredables por la gran mayoría de los estudiantes, posiblemente porque son muy utilizados en los problemas de genética resueltos en las instituciones escolares y, además, mencionado con frecuencia cuando se hace referencia al parecido entre familiares. Sin embargo, los rasgos básicos no variables como la forma del corazón, ubicación de los pulmones, temperatura corporal etc. solo fueron señalados por un bajo porcentaje de encuestados como heredables. Como el autor apunta es probable que los alumnos los hayan identificado más como caracteres propios de la especie que debidos a la herencia.

En cuanto a los rasgos adquiridos como la forma de la nariz modificada por cirugía y color de cabello teñido, casi la totalidad de los alumnos puede distinguirlos como no heredables, aunque existe confusión en preguntas relacionadas a enfermedades infecciosas, como el cólera y tétanos,

probablemente al ser relacionados con el concepto de “predisposición para las enfermedades”.

Caballero (2008) realizó una encuesta sobre algunos conceptos básicos de genética en alumnos de secundaria. Sus resultados indican que en los estudiantes existe una gran confusión a la hora de identificar la localización del material genético, su vía de transmisión y en el significado de conceptos básicos de genética.

El autor confirma la existencia de preconcepciones resultantes de la influencia de afirmaciones no científicas en relación con la herencia biológica, algunas de ellas producto del lenguaje común (como el papel de la sangre en la transmisión de caracteres o las aportaciones genéticas a un individuo por parte de cada uno de los progenitores). También pone en manifiesto que existe una visión antropocéntrica de la biología y se desconocen las diferencias que existen entre la reproducción de las plantas y la de los animales, lo que a su vez es un obstáculo para comprender con claridad las leyes de Mendel. Así, los alumnos no comprenden las experiencias de autofecundación de Mendel ya que tienen una preconcepción muy arraigada que asigna un sexo a cada individuo; por ello, la falta de dominio del concepto de autofecundación es una dificultad añadida a la comprensión de la genética mendeliana.

Por último este autor detectó una falta de comprensión a los resultados estadísticos y al concepto de que se requiere trabajar con poblaciones y que las leyes de Mendel se cumplen sólo cuando se trabaja con un número elevado de individuos.

Ayuso y Banet (2002) examinaron algunas de las preconcepciones de los alumnos que han sido encontradas por diferentes autores. A continuación se anotan las preconcepciones más comunes encontradas por ellos.

Transmisión de la información hereditaria

- Los caracteres de los individuos dependen de factores ambientales más que de hereditarios.
- No hay variación intraespecífica en los vegetales.
- Los vegetales no presentan reproducción sexual (en ellos no se produce la meiosis).
- Los progenitores no aportan la misma cantidad de información hereditaria.
- La información hereditaria del cigoto se reparte entre las células del cuerpo: cada una de ellas contiene la información que necesita para realizar su función.

Modelo de cromosoma

- Escaso significado de términos básicos: gen, cromosoma, alelo, carácter, gameto o cigoto.
- No hay relación entre conceptos: gen-alelo, alelo-cromosoma, gameto-cromosoma, cigoto-alelo, alelo-carácter, gen-carácter o gen-ADN.
- Escasa comprensión de mitosis y meiosis (por ejemplo, todos los gametos son iguales entre sí).
- Modelo de cromosoma confuso.
- Escasa comprensión de los términos haploide y diploide.

Resolución de problemas

- Resolución de problemas de genética sin comprender.
- No se relaciona meiosis con la resolución de problemas.
- Idea confusa del carácter dominante (éste puede variar, es el más abundante o poderoso, etc.).
- Falta comprensión de la probabilidad y las proporciones.

Mutaciones

- Una mutación es cualquier cambio que tiene un organismo.
- Las mutaciones son dañinas, negativas...
- Las mutaciones se producen para sobrevivir a cambios

Una conclusión general de estos estudios, nos lleva decir que los alumnos/as acceden a los estudios de la herencia y genética con ideas que son fruto de su experiencia personal y social; a pesar de ello, son compartidas entre individuos de diferentes localidades aun de diferentes países.

Si bien pocos educadores discutirían hoy que aprender de manera significativa supone establecer vínculos intencionados entre la nueva información y las preconcepciones, los trabajos descritos anteriormente fueron realizados en comunidades escolares urbanas en donde los entornos pudieran ser semejantes. Ante ello y considerando que el presente estudio se desarrolló en la localidad rural Manuel Ávila Camacho, en donde las condiciones socioeconómicas pudieran ser diferentes y los sistemas de comunicación (carreteras, uso de internet, periódicos, etc.) más limitados, el primer paso de nuestro estudio fue contextualizar donde se desarrollaron los estudiantes involucrados, así como recuperar una breve historia del plantel de Educación Media Superior a Distancia (EMSaD) No. 83 de esa localidad, para entender de la mejor manera el entorno del estudio.

CAPÍTULO IV. MARCO CONTEXTUAL

4.1 La comunidad de Manuel Ávila Camacho

La localidad de Manuel Ávila Camacho, mejor conocida por sus habitantes como “Ponte Duro”, se localiza en el sureste del municipio de Tonalá. Tiene una altura a tan solo 2 metros sobre el nivel del mar, limita con el poblado Pueblo Nuevo, al oeste con el poblado El Manguito, al norte, limita con la laguna Buena Vista así como con el estero San Francisco y el océano Pacífico al sur. Sin embargo, la costa que comprende a esta localidad tiene sólo algunos tramos de playa frente a mar abierto. La mayor parte del litoral de esta zona está formado por una serie de esteros. Su clima es clasificado como cálido subhúmedo con lluvias en verano [Aw0(w)] (INEGI, 2006) (Figura 2).

Según los datos del censo de 2010, su población es de 1778 habitantes, de los cuales 908 son hombres y 870 mujeres; se tiene un promedio de grado de escolaridad de 5.9 años y la población analfabeta de 15 años o más es de 189 personas; del total de la población, 1096 tienen seguridad a la salud bajo cualquier régimen. Aunque más del 60% de la población profesa la religión católica, existe un número importante de personas de otra religión como la evangélica, protestante o bíblica.

La localidad cuenta con 521 viviendas, de las cuales un poco menos de la mitad (247) disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje; un 70 por ciento de ellas son de cemento, la mayoría con techo de lámina. El 69% de las viviendas cuentan con televisión aunque solo 26 de ellas disponen de computadora y ninguna con conexión a internet (INEGI, 2010).

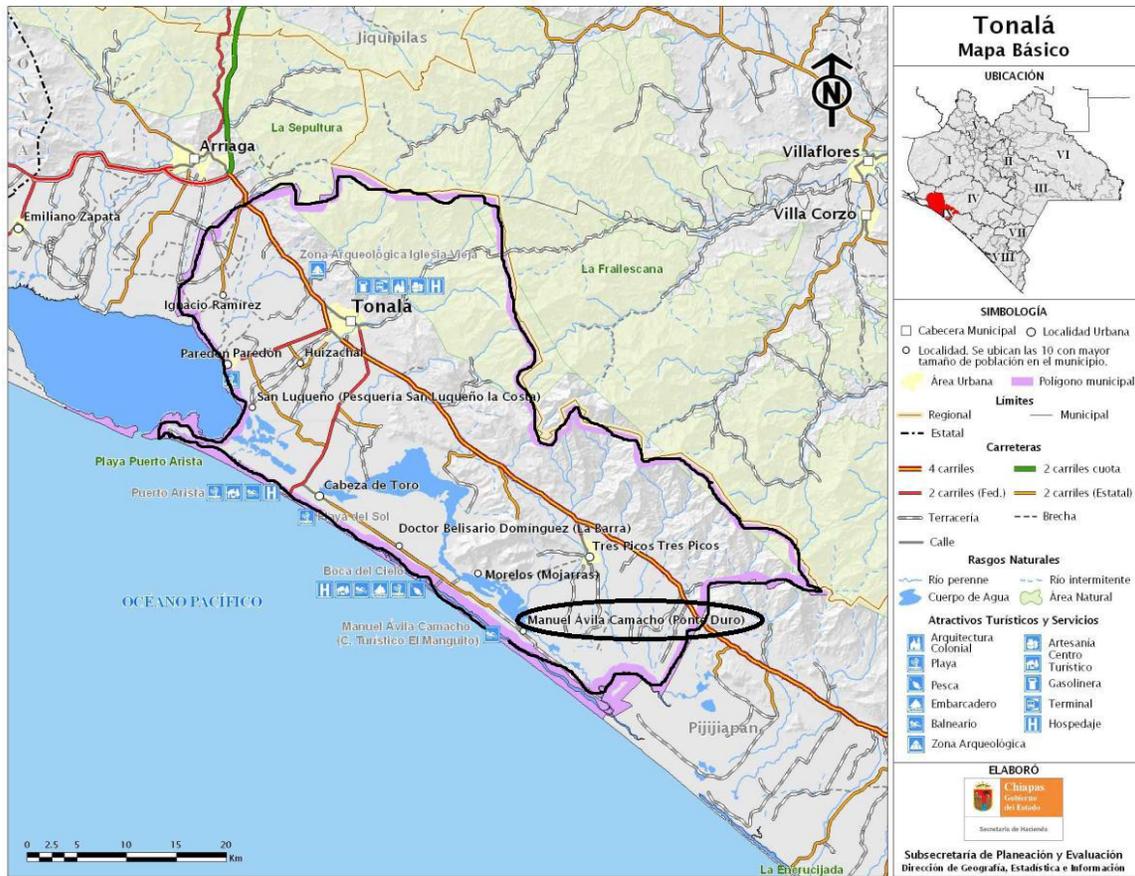


Figura 2. Localización de la comunidad de Manuel Ávila Camacho, Tonalá, Chiapas. Tomado de: IAP, Chiapas 2011.

FOTOGRAFIA TOMADA POR LA SECRETARIA DE MARINA



Centro eco turístico El Madresal

Col. Manuel Ávila Camacho

La comunidad Manuel Ávila Camacho, como muchas otras de la costa de Chiapas, se caracteriza por que su principal actividad económica está en el sector pesquero, con la pesca de camarón y especies tanto de altamar como de agua dulce (IAP, Chiapas, 2011), siendo la cooperativa “20 de noviembre” la que agrupa a la mayoría de la población pesquera. Otra de las actividades económicas es la ganadería siendo esta una actividad solo para la producción de leche y la venta de la misma, por ultimo una de las actividades para cierto grupo de personas asociadas, son las relacionadas con el turismo como restaurantes y el proyecto ecoturístico “El Madresal.”

La población ha venido disminuyendo, dado que el censo del año 2000 se reportó a 1902 habitantes, en el 2005 la cifra descendió a 1866 personas y finalmente en el 2010 a solo 1,778 pobladores (INEGI 2010). Lo anterior posiblemente debido a la migración de la población en busca de mayores oportunidades económicas en otros centros turísticos de la región y a la salida de

la población joven en búsqueda de estudios universitarios o empleos diferentes a la pesca.

La comunidad cuenta con la escuela de educación primaria Dr. Belisario Domínguez Palencia, la Telesecundaria 237 y el plante para la Educación Media Superior a Distancia Manuel Ávila Camacho (EMSAD 186) para los estudios de Bachillerato (Observaciones personales).

4.2 El plantel EMSaD No. 83 Manuel Ávila Camacho de Educación Media Superior a Distancia

El plantel 83 Manuel Ávila Camacho, se encuentra ubicado en el municipio de Tonalá Chiapas, cuenta con todos los servicios públicos y transportes necesarios para los alumnos y maestros puedan acceder fácilmente al plantel. Su área de influencia en la captación de alumnos abarca colonias como: Manguito, Pueblo Nuevo, Estación Mojarras y Boca del Cielo. El plantel se fundó el 14 de octubre del 2002 y fue gestionado a través del ejido Manuel Ávila Camacho (Ponte Duro), donde se realizó un estudio de factibilidad para la aprobación de la escuela de nivel media superior; el terreno donde se ubica el plantel fue donado por el mismo ejido, e inició sus actividades con 48 alumnos, en galeras de palmas; a través del tiempo el ejido otorgo dinero para la construcción de 4 aulas.

El personal fundador fueron 4 docentes en las áreas básicas, un director y un administrativo, posteriormente se anexo un docente más, en el área de capacitación para el trabajo, un técnico de cómputo y un oficial de servicios. Actualmente el EMSaD 83, cuenta con seis aulas, una para cada asesor académico, un aula para la dirección que se comparte con la biblioteca y una sala de cómputo. Su comunidad estudiantil promedio es de 160 alumnos en total.

El cuerpo docente del plantel cuenta con el perfil adecuado para desempeñar las funciones de las cuales fueron contratadas. El 100% tienen estudios de licenciatura acordes a las asignaturas que imparten, la antigüedad del personal que labora en esta institución, fluctúa entre los 4 a 5 años de servicio,

todos participan en el programa del estímulo al desempeño docente y han recibido cursos de actualización y profesionalización.

Personal administrativo: el plantel cuenta con un administrativo el C. Marco Antonio Vázquez Lara encargado del control escolar (URCE), un laboratorista de computo el Lic. Luis Enrique González Cañaveral y un oficial de servicios el C. Nicolás Gutiérrez Campero.

El plantel es sede del evento de “torneo de pesca” donde participan las diferentes escuelas del nivel medio superior y parte de la comunidad, dicho evento es realizado por todo el personal que conforma el plantel 83, con la ayuda de los alumnos y padres de familia.

CAPÍTULO V. METODOS

5.1 Abordaje del trabajo

Como mencionamos anteriormente, el principal interés de las investigaciones sobre las preconcepciones de los alumnos no reside, en el conocimiento de sus preconcepciones en cada campo, sino que está asociado a la elaboración de estrategias educativas que permitan al docente planificar su actividad para desarrollar en los alumnos conceptos más apegados a los científicos y establecidos en el programa educativo; lo anterior también invita al docente a analizar y reflexionar en su práctica educativa y en su caso modificarla (Pozo, 1989).

De lo anterior resaltan los siguientes elementos: a) los contenidos en el programa de estudio de Biología II, b) la preconcepciones de los alumnos en relación al tema c) la planificación de las estrategias didácticas para el tema d) la evolución de las preconcepciones de los alumnos d) la reflexión con los alumnos de mi trabajo como docente. Debido a que los conceptos de un tema del programa se articula con el siguiente, a manera de espiral, (Figura 3) se decidió que el trabajo tuviera un enfoque de investigación acción en el aula (Elliot, 2000) también llamada pedagógico (Colmenares y Piñero, 2008)

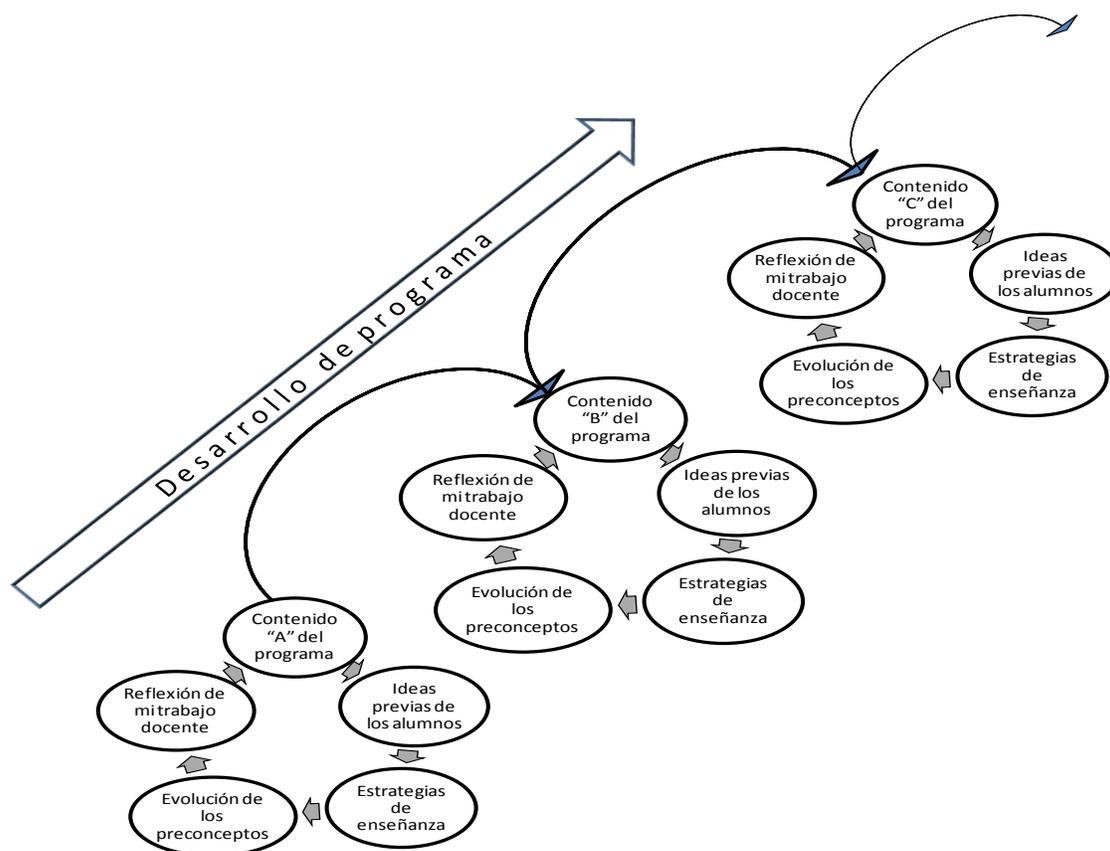


Figura 3. Desarrollo del trabajo utilizando un enfoque de investigación acción en el aula (si es de fuente propia)

5.2 Integración voluntaria del grupo de alumnos

Para implementar el presente trabajo, el primer día se dio una explicación al grupo y se discutió su propósito con los alumnos del 5° semestre del EMSAD No 83 que estuvieron conmigo en la asignatura de Biología II; de igual manera, se les explicó la forma de cómo se llevaría la asignatura y las técnicas de estudio que ellos desarrollarían como parte de su proceso de aprendizaje. Se solicitó a aquellos interesados, su participación voluntaria para la integración de un grupo que de

manera abierta y sin temores, pudieran responder a las entrevistas y otras actividades programadas, observar su proceso de aprendizaje así como analizar constructivamente mi papel como docente; así aunque se invitó al grupo en general y algunos iniciaron el trabajo, sus ocupaciones escolares o familiares no les permitió estar en todas los encuentros, por ello, solo 9/21 alumnos cumplieron con todas las entrevistas, de los cuales siete fueron hombres y dos mujeres con una edad entre 17 y 18 años.

Retomando el método de investigación acción pedagógico se desarrollaron las siguientes fases con las actividades que a continuación se describen (Figura 3).

5.3 Fase I. Diagnóstico

En esta fase se emprendió el análisis de los siguientes apartados:

- A.** Como es conceptualizada la asignatura de Biología II (DGB/DCA/2004-12) dentro del curriculum del COBACH; los temas de genética incluidos, sus propósitos, así como su secuencia.
- B.** Cómo son los alumnos que se integraron al grupo de trabajo.
 - i.** ¿cuál es su entorno familiar, su religión, trabajan, etc.?,
 - ii.** ¿cuáles son las ideas previas que tienen en relación con los temas de genética del programa?

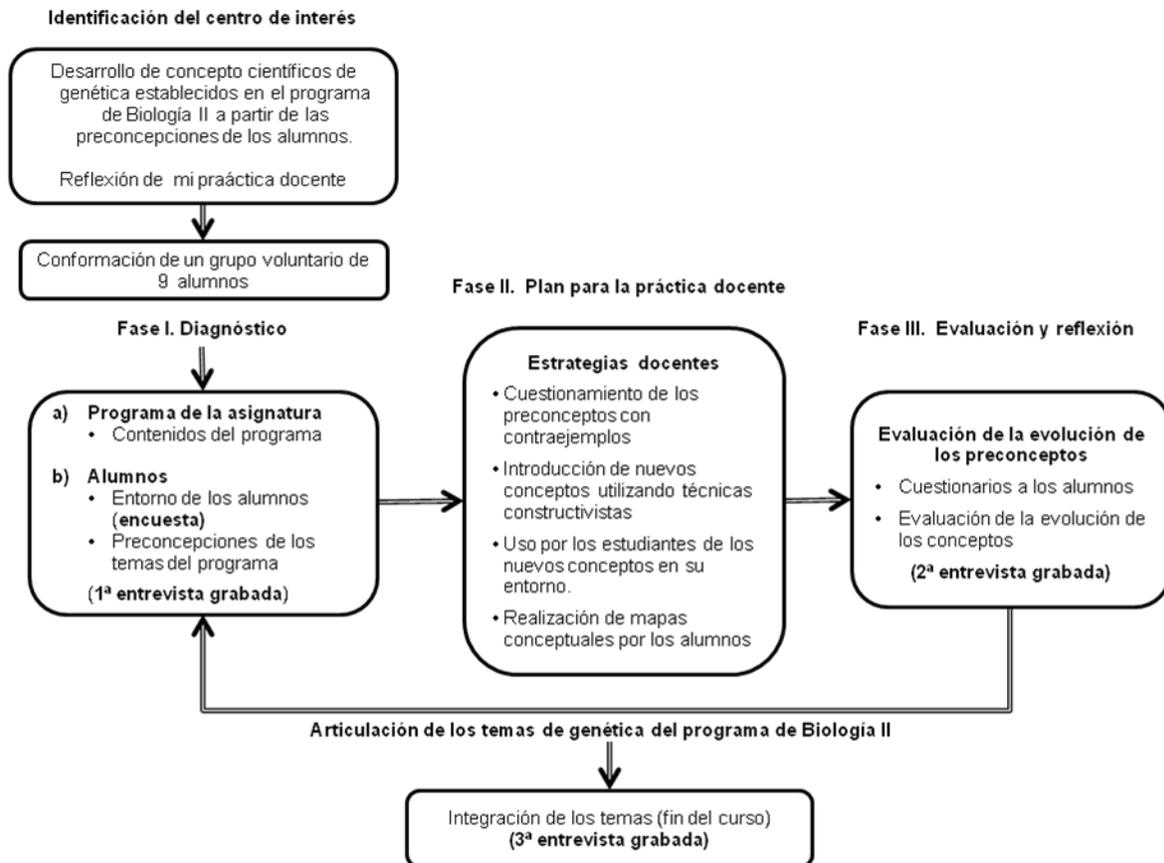


Figura 4. Secuencia de las fases y actividades desarrolladas para cada tema de genética

5.3.1 Instrumentos de recogida de datos

La recogida de información se efectúa utilizando diversos instrumentos, previstos en el diseño de investigación del propio plan de trabajo (Taylor y Bogdan, 1996). Para la recogida de información se han utilizado tres instrumentos básicos: los estudios cuantitativos, las observaciones y los diarios. La utilización de estos tres instrumentos básicos no excluye el posible uso de otros complementarios y habituales en los procesos de investigación-acción como el análisis de documentos, datos fotográficos, grabaciones en audio y vídeo (con sus correspondientes transcripciones), entrevistas, encuestas de opinión, etc. Así, por ejemplo, de una entrevista, más o menos estructurada, se pueden extraer datos cuantitativos, observaciones e impresiones para el diario. Es de mucha ayuda

recoger información de diferentes ámbitos con ayuda de la observación, entrevistas y análisis de documentos.

5.3.2. Análisis del programa de biología II (DGB/DCA/2004-12)

Durante en el ciclo escolar 2009-A el Colegio de Bachilleres de Chiapas (COBACH) en la modalidad de Educación Media Superior a Distancia (EMSaD) tuvo un modelo educativo constructivista basado en el aprendizaje del alumno. En su currículum, la asignatura de Biología se encuentra dentro del Componente de Formación Básica y forma parte del campo de conocimiento de las Ciencias Naturales cuya finalidad es cultivar en los alumnos el respeto a la vida al tiempo de hacer énfasis en que el conocimiento científico no puede desprenderse de un sentido ético; por ello, es importante que en diversos momentos del programa los alumnos reflexionen sobre la responsabilidad social del ser humano en la aplicación de la ciencia y la conservación del planeta.

Esta materia se imparte en dos semestres: Biología I y Biología II (cuarto y quinto semestre respectivamente) y son precedentes de la asignatura de Ecología y medio Ambiente como parte complementaria en el estudio de las relaciones de los seres vivos y su medio ambiente (COBACH, 2009).

Durante el curso de Biología I se analizan los contenidos de las unidades de: I) las características de los seres vivos, II) Biología celular y III) Diversidad biológica (Dominios y Reinos), que hacen referencia a la unidad celular y a la diversidad de los seres vivos, en tanto que en Biología II (quinto semestre) se abordan las siguientes Unidades

Unidad I.- Genética: reproducción y herencia

Unidad II.- Evolución

Unidad III.- Estructura y función de las plantas

Unidad IV.- Procesos de los animales

El presente trabajo se centra en las primeras dos unidades. La primera unidad aborda los temas de Genética molecular, la reproducción celular y en organismos, la herencia y la genética de siglo XXI. En ella se busca dar al alumno una visión integral de lo que actualmente es esta disciplina, articulando los conceptos de ADN, cromosoma, caracteres hereditarios, mutaciones así como los logros de la biotecnología. Para su comprensión deben plantearse diferentes situaciones, donde se evidencien la unidad y la diversidad de los organismos, como por ejemplo, las razas o variedades en una misma especie o el análisis de familiares, de manera que los alumnos se motiven en el estudio de la herencia como un fenómeno donde se manifiesta la estabilidad y el cambio de los caracteres genéticos de las especies. En suma, se busca que el alumno asimile los niveles de organización en que se puede estudiar la genética y se comprendan las aplicaciones que se han derivado de ella en los últimos años al tiempo de propiciar el debate de aspectos bioéticos, que permitan la reflexión crítica de los estudiantes hacia estos temas y su significado para la vida futura.

En la Unidad de Evolución se examina las diferentes teorías evolutivas y como la Teoría Sintética de la Evolución es el resultado de los aportes de las teorías precedentes y de diferentes ciencias biológicas; los aportes de la genética al entendimiento de los procesos evolutivos como la adaptación y diversidad genética de los organismos y finalmente el tema del origen de las especies. En esta unidad, los alumnos deben articular los conceptos de la genética para entender la teoría evolutiva actual y como ésta busca dar coherencia a toda la Biología, ya que es el eje que explica la unidad y diversidad del mundo vivo y permite entender la relación que tenemos todos los seres vivientes

Ante ello, se decidió llevar una secuencia de trabajo en donde a partir de la confrontación de las preconcepciones de los alumnos, se diseñaran estrategias de enseñanza-aprendizaje para la mejor comprensión de los temas incluyendo el ADN y su rol en la formación de los cromosomas, el concepto de las mutaciones como fuente de la diversidad biológica y finalmente la evolución de las especies.

5.3.3. El entorno familiar y social de los alumnos integrantes del grupo de trabajo

A todos los alumnos del grupo se les solicitó que respondieran un breve cuestionario en donde plasmaron algunos indicadores básicos, por ejemplo: si trabaja, en que trabaja, cuantas horas aproximadamente trabaja a la semana, tipo de religión, cuantos hermanos tiene y de los cuales cuantos estudian, si cuentan con material de apoyo propio (libros, computadora, copiadora, etc.) y el tipo de casa en donde viven. Con ello se buscó conocer el entorno de cada participante e integrarnos adecuadamente.

5.3.4. Las preconcepciones de los alumnos.

El aprendizaje significativo es, obviamente, aprendizaje con significado, esto es cuando nuevos conocimientos o nuevas situaciones pueden ser explicados con sus propias palabras. El lenguaje juega en papel importante en los significados compartidos (Moreira, 2003). Ante esta reflexión se optó por que las entrevistas fueran grabadas para conocer en detalle sus preconcepciones.

La primera entrevista se realizó de manera abierta al inicio del semestre escolar y sirvió para conocer sus conocimientos previos o preconcepciones de los temas que seguiríamos para este trabajo. Las preguntas fueron con una estructura simple “que te significa la genética (...el ADN,que crees que son las mutaciones.....los cromosomas.....que piensas que es la evolución.....).

De acuerdo con Iñiguez- Porras, (2005) la consulta debe ser simple y tanto en ésta como en la segunda entrevista se aplicó la misma pregunta, que si bien puede argumentarse la acomodación a ella por parte de los alumnos, se compensa debido no se les advirtió de ello y los resultados pudieran compararse; por otra parte, su sencillez ayudó a que el estudiante se sintiera cómodo en sus respuestas.

5.4 Fase II. Plan para la práctica docente.

Esta fase identificada como la acción docente, incluyó a partir de las preconcepciones de los alumnos, el diseño de una secuencia de actividades y estrategias de enseñanza con enfoque constructivista, que permitieran su cambio conceptual a uno más científico y de acuerdo al programa de estudio.

5.4.1 Secuencia de actividades en el aula

Acorde con Pozo (1989), el desarrollo de las actividades en el aula se llevó de la siguiente manera:

1. Cuestionar las preconcepciones de los estudiantes a través del uso de contraejemplos.
2. La introducción de los nuevos conceptos utilizando estrategias didácticas basadas en el constructivismo (Díaz- Barriga y Hernández, 2002).
3. Se dio oportunidad para que los estudiantes aplicaran las nuevas ideas especialmente con aquellos ejemplos relacionados con su entorno.
4. Se les proyectó un DVD titulado “La genética del siglo XXI” elaborado por la National Geographic que explica como la genética está impactando en la vida del hombre así como sus aplicaciones actuales. Este documental toca de manera amena, los cinco temas que fueron desarrollados durante este trabajo.

5.4.2 Estrategias de enseñanza empleadas en el aula

El uso de los contraejemplos

Esta es una actividad crucial para la introducción de nuevos conceptos y que si bien es una técnica muy sencilla, el docente debe estar alerta de las preconcepciones de los alumnos, al tiempo de preparar un contraejemplo sencillo, entendible y sobre todo que ayude a que los alumnos se cuestionen sobre la veracidad de su preconcepción (Pozo, 1989).

Si la preconcepción detectada era “*el papel de la sangre en la transmisión de los caracteres*” entonces se les pidió que reflexionaran sobre como logran la transmisión de sus características los vegetales, insectos, bacterias y otros organismos que no tienen sangre.

Posteriormente se introdujo los conceptos deseados mediante el desarrollo de estrategias de enseñanza con enfoque constructivista en donde los conceptos más simples fueron los iniciales y sirvieron como base para explicar los más complejos. De acuerdo con Díaz- Barriga y Hernández, (2002) algunas de estas herramientas didácticas fueron:

La exposición como técnica didáctica. El abordaje de cada tema se inició con una introducción para captar la atención de los alumnos y despertar su interés por el contenido del tema.

En este momento se observó la activación de muchos preconceptos de los alumnos, lo que deliberadamente fueron relacionados con el contenido principal de la exposición y uso de los contraejemplos mencionados anteriormente. Así pues, la introducción sirvió como un “puente cognitivo” entre las preconcepciones de los alumnos y la información contenida en la exposición (Din-Yan, 1998).

La exposición de los temas se realizó en segmentos dando pausas para intercambiar opiniones con los alumnos y para involucrarlos en el tema. Esto permitió que los alumnos tuvieran tiempo para procesar los contenidos, y darne oportunidad de saber si algo no estaba quedando claro.

Uso de mapas conceptuales. Se tomó en cuenta la técnica de desarrollar mapas conceptuales para entender mejor los conceptos de genética, ADN, cromosomas, mutación y evolución ya que son instrumentos sencillos y prácticos de representación del conocimiento, que permiten transmitir con claridad mensajes conceptuales complejos y facilitar tanto el aprendizaje como la enseñanza (Novak y Gowin, 1988; Dursteler, 2010).

Preparación y exposición de temas por parte de los alumnos: A

los alumnos se les entrego materiales de lectura impresa y digital y se solicitó en lo posible ampliaran su búsqueda por internet para que pudieran crear sus presentaciones y discutir las dentro del aula, con la única condición que fuera de manera ordenada y respetando las opiniones de todos. El desarrollo y explicación del tema se dio de manera individual y por equipos de 4 integrantes en temas como “la genética como una ciencia”, “estructura y función del ADN”, “El almacenamiento del ADN en el núcleo” “El superenrollamiento del ADN y la formación de los cromosomas” etc, Para cada exposición se recomendó:

- a) El análisis y la reflexión de los textos.
- b) La delimitación del tema
- c) La consideración de 3 ó 4 ideas principales y
- d) Una secuencia lógica del tema a exponer.

Adicionalmente se solicitó a los alumnos un breve ensayo de una cuartilla por cada tema para ser discutido en el aula, así como la realización de mapas conceptuales para incentivar la ordenación y clasificación de la información adquirida.

5.5 Fase III. Evaluación del tema y reflexión

Para la evaluación del posible cambio conceptual, al finalizar cada uno de los temas (Genética, ADN, Mutaciones, Cromosomas y Evolución) se realizó una segunda entrevista grabada con los alumnos del grupo de trabajo y se le solicitó que definieran los conceptos tratados en el tema bajo la pregunta inicial del trabajo “que te significa la genética (....el ADN,.....que crees que son las Mutaciones.....los cromosomas.....que consideras como evolución.....). Esto, permitió observar el desarrollo de los conocimientos de los alumnos así como para mi reflexión y la preparación del siguiente tema, convirtiéndose el trabajo en una espiral de acciones (Elliot, 2000).

5.5.1 Permanencia de los conceptos al finalizar el curso.

Debido a que nuestro interés era conocer si los conceptos desarrollados en los temas específicos de genética permanecían, y no fueron solo un producto temporal e inclusive de memorización, se realizó al final del semestre una tercera entrevista grabada. La entrevista se desarrollo con las condiciones descritas con anterioridad y siguiendo la misma estructura simple de las preguntas antes mencionadas (Iñiguez- Porras, 2005).

CAPÍTULO VI RESULTADOS Y SU ANÁLISIS

6.1 Indicadores de los alumnos participantes

Una de las relaciones importantes, y a menudo olvidadas en el ámbito de la investigación educativa, es la que hay entre el rendimiento académico y el contexto familiar en los estudiantes del nivel medio superior y los realizados se han hecho en los otros niveles educativos, principalmente en los primarios. En estos trabajos parecen existir un consenso de que la lista de las causas del fracaso o del éxito escolar es amplia, ya que va desde una mezcla tanto de factores personales como sociales (Torres y Rodríguez, 2006).

6.2 Caracterización del grupo de estudio

En el ejercicio de esta investigación fue importante conocer el entorno de cada participante, ya que además de conocernos como grupo de trabajo, pudiera ayudarnos a encontrar escenarios para introducir los nuevos conceptos.

Al analizar la encuesta aplicada a los estudiantes integrantes del grupo de trabajo sobre algunos factores socioeconómicos y de su entorno social, se encontró que la pesca es la actividad en donde la mayoría trabaja, y esto es debido a que la familia se dedica a esa actividad; si se tiene un restaurante, los productos del mar son los platillos que se ofrecen. Si bien la religión católica es la predominante, los Testigos de Jehová tienen una importante presencia en la comunidad; dos alumnos manifiestan ser ateos o sin ninguna religión, y aunque no se les preguntó de la religión de sus padres, es posible que su contestación sea más una posición personal. Todos los alumnos estudiaron en la telesecundaria 237 del Sistema Educativo Estatal.

Los alumnos manifestaron utilizar computadoras aunque solo 4/9 la mencionan como propia. El uso de internet es ocasional dado que es necesario ir a un local que lo provea como servicio y hay que pagar por él. La mayoría de los libros que se consultan son los que tiene la biblioteca del EMSAD (Cuadro 1).

Durante el trabajo se identificó que en todos ellos existen responsabilidades familiares que pudieran impactar en los procesos de aprendizaje, ya que la situación económica de la familia repercute en el estudiante cuando, al no ser cubiertas las necesidades primarias de aquella, la educación o las tareas escolares son devaluadas y se da prioridad al trabajo remunerado; por lo tanto, la familia puede solicitar al estudiante que ayude económicamente para resolver dichas necesidades, también hay estudiantes que aunque no trabajen fuera de casa, se encargan de labores domésticas, y en ocasiones de la crianza de sus hermanos más pequeños, sobre todo las mujeres (De Olivera, 2000).

Cuadro 1. Concentrado de la encuesta aplicada a los alumnos que integraron el grupo de trabajo

Nombre del alumno	Trabajo	No de horas/semana	Tipo de trabajo	Nivel socioeconómico	Religión	No de hermanos	No de hermanos que estudian	Material escolar propio	Tipo de casa pared/techo
Jorge Antonio Cortés	Si	46	agricultura y pesca	medio bajo	testigo de Jehová	2	todos	computadora y libros	concreto/teja
Nolberto Vázquez Cruz	Si	30	pesca	medio bajo	testigo de Jehová	2	todos	libros	concreto/lámina
Pedro Lorenzana Román	Si	10	pesca	medio bajo	católico	2	todos	libros de la escuela	concreto/lámina
Pedro Miguel Castillo Jiménez	Si	14	agricultura y ganadería	medio	católico	3	todos	Libros	concreto/teja
Nora Isabel Cabrera Ramírez	Si	28	hogar	medio bajo	ninguna	3	2	computadora y libros	concreto/lámina
Uciel López Morgan	Si	21	pesca	medio bajo	ninguna	2	todos	libros	concreto/teja
Víctor Lujan Vázquez	Si	14	restaurant	medio	católico	3	todos	computadora	concreto/palma
Adrian Espinoza Clemente	Si	21	pesca	medio	católico	2	todos	libros	concreto/teja
Guadalupe Ovando Martínez	Si	14	hogar	medio	católico	1	todos	computadora y libros	concreto/concreto

6.3 Resultados y análisis de los temas desarrollados. Primera y segunda entrevista

Como se mencionó en el capítulo de métodos, el primer paso fue la identificación de las preconcepciones de los alumnos antes de iniciar el curso de biología II (fase I diagnóstica; primera entrevista); éstas se retomaron para planificar las estrategias didácticas (fase II Plan para la práctica docente) en cada uno de los temas tratados, y buscar el desarrollo de los conceptos científicos en los estudiantes (Fase III de evaluación y reflexión; segunda entrevista). Para una mayor comprensión del cambio de conceptos en los alumnos, los resultados de las entrevistas se presentan en esta secuencia. Las entrevistas grabadas fueron transcritas, pero se presenta únicamente su idea principal así como el análisis realizado y las reflexiones sobre ellas por cada uno de los temas desarrollados.

Posteriormente se incluye la elaboración conceptual de los alumnos al fin de curso escolar (tercera entrevista) sobre el concepto de genética; esta entrevista fuera de las actividades obligatorias semestrales ayudó a evitar las respuestas memorísticas y conocer de manera sintética la asimilación de los conceptos por parte de ellos.

6.3.1. TEMA 1: El concepto de genética

a) Fase I. Diagnóstico

Pregunta: ¿conoces que estudia o que es la genética?

Cuadro 2. Las preconcepciones de los alumnos sobre la genética

ALUMNOS	1ª Entrevista. Concepto de la Genética
A. Jorge A.	Es la unión de las moléculas sanguíneas dentro del cuerpo
B. Nolberto	Es la transformación de los genes que componen un cuerpo
C. Adrian	Es la relación de genes que existe de un padre a su hijo

D. Pedro L	Estudia el parentesco de un padre con su hijo
E. Guadalupe L.	Estudia la comparación de padres a hijos.
F. Pedro M	Los tipos de sangre compuestos por las moléculas
G. Uciel L	Es la evolución de cadenas de un mismo tipo de sangre
H. Nora I	Es la ciencia que estudia las formas de vida y las transformaciones
I. Guadalupe O	Estudia la estructura de la sangre de los seres vivos

En este tema los alumnos A, F, G y I, se refirieron a la genética como una molécula de la sangre o como la unión de sangre entre los seres humanos. La preconcepción de la relación de la genética con la sangre ha sido reportado por varios autores y es compartida por personas de diversas características (edad, país, formación...), a pesar de ser una construcción personal. Caballero Armenta 2008 la encontró en alumnos españoles en tanto que Audisio *et al* (1999) en argentinos. De manera general se utiliza el término “de pura sangre” a animales en especial caballos de carreras que descienden de individuos de la misma raza; “sangre de mi sangre” es una forma coloquial en México de referirse a las relaciones filiales de padres a hijos.

Los alumnos B, C, D y E, relacionaron a la genética con los genes que se heredan de padres a hijos. Aunque inicialmente pudiéramos pensar que es correcto, es un pensamiento solo de transmisión de caracteres que no incluye su variabilidad y mucho menos de su recombinación. El alumno H, es el único que dijo que la genética es una ciencia, que estudia las formas de vida y los cambios que en ella se dan.

En síntesis, aunque era la primera vez que los alumnos tenían contacto formal con el concepto de genética, ya tenían algunas explicaciones -más o menos intuitivas- y, desde luego, con diferentes grados de articulación y

consolidación, lo que concuerda con lo descrito por Banet y Ayuso (1995) en alumnos de secundaria y bachillerato en España.

Fase II. Planeación docente

A partir de los resultados de la primera entrevista sobre las preconcepciones de los alumnos, lo primero que incluimos fue la conceptualización de la genética como una ciencia. Mediante exposiciones y mapas conceptuales se llevó a los alumnos a que tuvieran una visión general de que su objeto de estudio incluye la estructura y función del material hereditario así como la variabilidad del material genético como un mecanismo para la evolución de las especies. También se ayudó a que los estudiantes identificaran algunas de sus aplicaciones en medicina, agricultura, alimentación etc.

Fase III. Evaluación y reflexión

Pregunta: ¿conoces que estudia o que es la genética?

Cuadro 3. El cambio de concepto en los alumnos sobre la genética

ALUMNOS	2ª Entrevista. Concepto de Genética
A. Jorge A	Es la ciencia que estudia las moléculas, su desarrollo, dándole vida a otra célula
B. Nolberto	Es la ciencia que estudia los genes, sus funciones, y sirve para encontrar cura.
C. Adrian	Se encarga del estudio de las evoluciones
D. Pedro L	Ciencia que ha estudiado y demostrado que existe un ADN
E. Guadalupe L	Es la que se encarga de estudiar los genes
F. Pedro M	Es la que estudia la estructura y función de los ácidos nucleídos
G. Uciel L	Podemos observar cómo estamos formados, como nos reproducimos etc.

H. Nora I	Es la que se encarga de estudiar los genes, y también podemos hacer cruces de especies
I. Guadalupe O	Es la ciencia que nos da a conocer sobre las mutaciones, la evolución, etc.

Al finalizar el tema, se observó de manera general un cambio importante al ser descrita la genética como una ciencia. Una mirada más cercana a sus respuestas permitió identificar la variedad de conceptos que incluyeron. Algunos solo la mencionaron como el estudio de la estructura y función del ADN (D y F), otros aplican la palabra “genes” asociada a la estructura del ADN (B y C) y su utilidad para encontrar curas a diversas enfermedades o cruzamientos (H).

Dos de los alumnos incluyeron la formación de los individuos o de las células y como éstos transmiten sus características (A y G) y dos tuvieron los conceptos más elaborados (D e I) asociando a la genética con las mutaciones y la evolución.

En este momento se platicó con el grupo y se les invitó a adentrarnos a lo que comprende y estudia la genética considerando el programa escolar. Por otro lado fue necesario como docente, reconocer que no todos los alumnos aprenden de la misma manera o llegan el mismo desarrollo del tema, pero la construcción del aprendizaje del alumno, es una tarea compartida entre docente y estudiante en donde el primero debe ser un facilitador de ese aprendizaje. Por ello, nuevamente se buscó crear conciencia en el grupo -no solo- de los temas que continuarían sino también de la manera en cómo los abordaríamos y la oportunidad de aprender para nuestra vida (Gutiérrez, 2008).

6.3.2. TEMA 2: Acido desoxirribonucleico (ADN)

Fase I. Diagnóstico

Pregunta: ¿sabes que es el ADN?

Cuadro 4. Las preconcepciones de los alumnos sobre de ADN

ALUMNOS	1ª Entrevista. El ADN
A. Jorge A	Identificar el tipo de sangre
B. Nolberto	Qué tipo de sangre es y la composición de las células
C. Adrian	Estudia el tipo de sangre
D. Pedro L	Es el tipo de sangre de cada persona
E. Guadalupe L	Es una cadena de ácido nucleído
F. Pedro M	Con un cabello, sangre, saliva, se pueden obtener datos de compatibilidad
G. Uciel L	Saber el tipo de sangre de una persona y que se hereda
H. Nora I	Unión de moléculas internas
I. Guadalupe O	estudia las enfermedades del ser humano

En este tema los alumnos A, B, C, D, señalaron al ADN, como un tipo de sangre que tenemos cada uno de nosotros y uno de ellos (G) que puede heredarse. Nuevamente encontramos en los alumnos la reciprocidad entre la sangre con la herencia en las personas y la asociación con la consanguinidad familiar; así la sangre parece ser una representación social de linaje (“de sangre real”) o parentesco (Audisio, *et al*, 1999).

Los alumnos E, F, dieron una respuesta más concreta del ADN, ya que una de ellos mencionó que es una cadena de ácido “nucleído”, en tanto que el otro explicó que podemos encontrarlo en diversos tejidos del cuerpo. La expresión de que se puede obtener datos de “compatibilidad” podría provenir de diversas

películas o series de televisión en donde los análisis de ADN aplicados a la ciencia forense están de boga.

El alumno H, refirió que es una molécula interna, pero no estableció en donde localizarla en tanto que el alumno I, lo relacionó con el estudio de las enfermedades, entendiéndolo que a partir de una molécula de ADN podemos identificar algunas de ellas.

En general los alumnos habían oído el término de ADN y pudieron relacionarlo con características de los individuos, pero lo ubicaron en la sangre de las personas. Irónicamente los eritrocitos maduros (en sangre) de los mamíferos incluyendo los humanos, han perdido el núcleo y por lo tanto su ADN (Guyton y Hall, 2006). También existe la idea de la utilidad ya que el ADN “se utiliza” para detectar enfermedades o comparar individuos, finalmente se detectó la preconcepción antropocéntrica ya que el ADN se relacionó con la especie humana y ninguno de ellos la mencionó como una molécula que se encuentra en todos los seres vivos (Grau y de Manuel, 2002).

Fase II. Planeación de estrategias

A partir de lo expresado por los alumnos, se planeó una sucesión didáctica para que el ácido desoxirribonucleico o ADN (en muchas notas periodísticas como DNA por su nombre en inglés deoxyribonucleic acid) fuera reconocido como una molécula que se encuentra en todos los seres vivos (se introdujo ejemplos de vegetales, insectos, bacterias, algunos virus etc.), y que en base a la estructura y secuencia de las bases que la componen, es la depositaria de la información genética de un individuo o de una especie (una vaca tiene en su ADN información para ser una vaca y no para un delfín). Además de elaborar esquemas de su mecanismo de replicación semiconservativa, se introdujo el concepto de gen señalándolo como la unidad de almacenamiento de información genética y que estructuralmente corresponde a una secuencia de nucleótidos que son responsables de codificar una característica (el gen de color de ojos, rizado del cabello, el gen de la hemoglobina etc.).

Fase III. Evaluación y reflexión

Pregunta: ¿sabes que es el ADN?

Cuadro 5. El cambio de concepto en los alumnos sobre el ADN

ALUMNOS	2ª Entrevista. El ADN
A. Jorge A	Acido que guarda nuestras características fisiológicas y herencia
B. Nolberto	Es un ácido desoxirribonucleico que debe estar en todo el cuerpo
C. Adrian	El ADN se duplica y forma una cadena idéntica.
D. Pedro L	Constituye las unidades de herencia llamadas genes, constituidas por cadenas
E. Guadalupe L	Podemos encontrar la timina, guanina, citosina, y adenina, que forman la base del ADN
F. Pedro M	Acido desoxirribonucleico donde esta nuestro código
G. Uciel L	Sustancias que contienen los seres vivos en cada célula.
H. Nora I	ADN esta en cada célula del cuerpo
I. Guadalupe O	ADN es un ácido desoxirribonucleico en donde encontramos nuestra información genética

El ADN fue definido (memorísticamente) por su estructura (alumna E) y su mecanismo de replicación (alumno C). Conceptos más elaborados fueron elaborados por los alumnos B y H al indicar que esta molécula se encuentra en todas las partes de nuestro cuerpo y en todos los seres vivos (alumno G). Finalmente se definió como la responsable de almacenar nuestras características biológicas y de la herencia en unidades llamados genes (A, D, F, I).

De manera notoria, la asociación del ADN con la sangre se substituyó por su localización en todas las células del organismo, y se conceptualizó que contiene la información genética de los seres vivos en unidades denominadas genes que constituyen las unidades de la herencia, lo cual es acertado (Jiménez y Merchant, 2002). En ese momento fue posible pasar a la estructura y función de los cromosomas.

6.3.3. TEMA 3: Los cromosomas

Fase I. Diagnóstico

Pregunta ¿sabes que son los cromosomas?

Cuadro 6. Las preconcepciones de los alumnos sobre los cromosomas

ALUMNOS	1ª Entrevista. Los cromosomas
A. Jorge A	Son moléculas o partículas que están constituidas en la sangre
B. Nolberto	No sé su significado
C. Adrian	No lo se
D. Pedro L	No lo se
E. Guadalupe L	No lo se
F. Pedro M	No lo se
G. Uciel L	No me acuerdo
H. Nora I	Son células
I. Guadalupe O	No lo sé la pregunta

Los alumnos B, C, D, E, F, G, I, expresaron no saber la respuesta o no recordarlo. Los alumnos A, H, mencionaron que los cromosomas son moléculas que se encuentran dentro de la sangre o son células.

Fase II. Planeación de estrategias

Berthelsen (1999), señala que una de las confusiones en los alumnos es que no saben la relación que existe entre el ADN, el gen y los cromosomas por lo que se mediante esquemas se llevó a los alumnos a visualizar cómo se condensa el ADN en el núcleo de los organismos eucariotas, hasta la formación de los cromosomas durante la división celular (mitosis y meiosis); también se señaló que por tanto los genes forman parte de los cromosomas; Abril, *et al* (2002) menciona que los alumnos creen que los cromosomas sólo se encuentran en los gametos por lo que se insistió en que si el ADN se encuentra en todas las células de un organismo, entonces durante su división mitótica, las células hijas tendrán el mismo número de cromosomas que las progenitoras. Por último, fue importante marcar que en organismos diploides con reproducción sexual, uno de los cromosomas proviene del gameto femenino y el otro del masculino (reducción del número de cromosomas mediante la meiosis). Como ejemplo se mencionó los humanos en donde uno es aportado por la madre (a través del óvulo) y el otro del padre (a través del espermatozoide).

Fase III. Evaluación y reflexión

Cuadro 7. El cambio de concepto en los alumnos sobre los cromosomas

ALUMNOS	2ª Entrevista. Los cromosomas
A. Jorge A	Son los que contiene los genes
B. Nolberto	Son los que se encuentran dentro de las células y determinan el sexo.
C. Adrian	Son los que contienen los genes y se heredan
D. Pedro L	Son las estructuras que contiene los genes, estos son XX mujer y XY hombre
E. Guadalupe L	Es donde podemos encontrar los tipos de sexo, XX mujer, XY , hombre

F. Pedro M	Son los que están dentro del ADN
G. Uciel L	Son los que deciden el sexo de cada individuo en el momento de la concepción
H. Nora I	Son pequeñas moléculas que contienen el ADN
I. Guadalupe O	Estos determinan los alelos recesivos o dominantes así como las características

El alumno F contestó que están dentro del ADN en tanto que H señaló que el ADN forma parte de los cromosomas.

Los alumnos B, D, E, G, describieron los cromosomas como factor primordial en la determinación del sexo de los hijos, distinguiendo los cromosomas sexuales XX para las mujeres y los XY para los hombres.

Los alumnos A, C, observaron que dentro de los cromosomas están nuestros genes los cuales se heredan en tanto que la alumna I los refirió con alelos recesivos o dominantes que dan características.

Si quisiéramos ser laxos en nuestro análisis, pensaríamos que con excepción de uno de los alumnos (F) los demás están en lo correcto, pero en una autocrítica, 4 alumnos de 9 (B, D, E, G) se refirieron a los cromosomas sexuales y se olvidaron de los demás (cromosomas somáticos). Esto es referido por Abril, *et al* (2002) así como Banet y Ayuso, (1995) como una de las confusiones más frecuentes de los estudiantes, en particular creo que mucho es debido a que los docentes frecuentemente explicamos las nociones de la genética mendeliana con ejemplos de la determinación del sexo, y por otra, a que los estudiantes son particularmente receptivos para saber qué tipo de cromosomas sexuales portan y como puede ser su descendencia.

6.3.4. TEMA 4: Concepto de mutación

Fase I Diagnóstico

Pregunta: ¿Qué significa para ti una mutación?

Cuadro 8. Las preconcepciones de los alumnos sobre las mutaciones

ALUMNOS	1ª Entrevista. Las mutaciones
A. Jorge A	Creación de una especie
B. Nolberto	Creación de una especie que esta por desaparecer
C. Adrian	Es una enfermedad incurable
D. Pedro L	No lo se
E. Guadalupe L	No recuerdo
F. Pedro M	Donde habitan las especies y se degradan con el tiempo
G. Uciel L	Es una clonación del humano para investigar su comportamiento
H. Nora I	Creación de una especie
I. Guadalupe O	Mutar algo o alguien

En este tema los alumnos A, B, F, H, definieron la mutación como parte de la creación de nuevas especies (mutantes) en tanto que el alumno I tiene la intuición de cambio de algo o alguien. Esta idea es asociada al uso que dan los medios de comunicación (películas, cómics series de televisión) a algunos términos científicos. Así la palabra mutante, significa una especie extraña o deforme y de creación inmediata; por tanto los términos mutante y extraño se convierten en sinónimos. Ayuso y Banet (2002) en su revisión sobre las preconcepciones más frecuentes en los alumnos, señalan que el término de mutación es asociado como cualquier cambio que tiene un organismo o que se producen para sobrevivir a condiciones del ambiente, es un error lamarckista usual, ya que es más fácil

asociar una respuesta del ADN a los cambios y no a la posibilidad (intangibile) del cambio como producto de la variabilidad genética (Grau y de Manuel, 2002).

Los alumnos D, E, dijeron desconocer el concepto de mutación.

Los alumnos C, G, conceptualizaron a las mutaciones como causantes de enfermedades incurables, y que también forman parte de la clonación de los seres humanos. Graud y De Manuel (2002) así como Iñiguez Porras (2005) señalan que la preconcepción de que las mutaciones son dañinas o negativas y siempre se expresan en los individuos (fenotipo) es frecuente en los estudiantes españoles que cursan el nivel medio educativo.

Fase II. Planeación docente

Aquí fue necesario introducir el concepto de que las mutaciones son un cambio en los genes de un ser vivo y que si bien algunos factores como el cigarro y los pesticidas pueden llevar a alteraciones en las células somáticas de los individuos produciendo enfermedades (ejemplo el cáncer o leucemias) también estas mutaciones pueden no manifestarse. En los seres multicelulares, las mutaciones cuando afectan a los gametos son las que se heredan y junto con la recombinación de genes en la meiosis son la fuente de la variabilidad genética que posibilita la adaptación de las especies (Klug y Cummings, 2000)

Fase III. Evaluación y Reflexión

Cuadro 9 El cambio de concepto en los alumnos sobre las mutaciones

ALUMNOS	2ª Entrevista. Las mutaciones
A. Jorge A	Es un cambio notorio en cierta especie al suceder malas recombinaciones en los cromosomas
B. Nolberto	Es una deformación por una mala recombinación de ligaduras del ADN
C. Adrian	Deformación de los humanos al nacer.

D. Pedro L	Es un cambio brusco y repentino en el material genético causada por sustancias químicas en el embarazo
E. Guadalupe L	Son los cambios que se dan en las especies en cada recombinación de sus cromosomas.
F. Pedro M	Es un cambio en la función de las proteínas
G. Uciel L	Ocurre cuando se implantan genes de familiares, determinando una malformación
H. Nora I	Esto se produce por la mala recombinación de genes llamado de tipo directo
I. Guadalupe O	Son cambios que sufren las especies a través del tiempo

Las mutaciones como sinónimo de deformidad las mencionaron 3/ 9 alumnos (B, C, G) tomando como causa una recombinación errónea del ADN o por ser genes indeseables que se expresan en una familia. Otros las describieron como cambios notorios (sin calificarlas) debido a recombinaciones erróneas del material genético (alumno A) o exposición a sustancias químicas durante el embarazo (alumno D).

Un alumno la explico como el cambio en la función de una proteína (el cambio en la secuencia del ADN puede modificar la estructura de una proteína y por lo tanto su función) y dos las señalaron como las responsables de los cambios que se dan en las especies por recombinación genética (alumno E) y a través del tiempo (alumna I).

Varios alumnos aún mencionaron como idea central que todas las mutaciones producen individuos deformes o enfermedades, lo que de acuerdo con Ayuso y Banet, (2002) es una de las preconcepciones más difícil de modificar y que persiste debido a experiencias personales, o a la connotación que de mutación se hace en los medios informativos y la industria cinematográfica, historietas etc. Los cambios bruscos y notorios (en el fenotipo) sin precisar si

buenos o malos también puede ser asociado por los alumnos a “lo que se ve, es más fácil de comprender”, adicionalmente los ejemplos en el internet, en los libros y aún en la literatura de divulgación científica difunden este “concepto simplificado” en aras de su entendimiento por la población en general.

A pesar de ello, un avance importante fue que a las mutaciones se identificaran como cambios en el material genético y a errores en la recombinación (meiosis) y por lo tanto heredables e importantes para los procesos evolutivos de las especies (Watson, 2006).

6.3.5. TEMA 5: Concepto de evolución

Fase I. Diagnóstico

Pregunta: ¿sabes que es la evolución biológica?

Cuadro 10. Las preconcepciones de los alumnos sobre la evolución biológica

ALUMNOS	1ª Entrevista. La evolución biológica
A. Jorge A	Es un cambio
B. Nolberto	Cambio de pensamiento para mejorar nuestra capacidad
C. Adrian	Lo que haces de pequeño y luego lo que haces de grande
D. Pedro L	Cambio de nuestro cuerpo
E. Guadalupe L	Los seres vivos evolucionan con el tiempo
F. Pedro M	Algo que cambia con el tiempo como las plantas y los animales
G. Uciel L	Las películas de antes no tenían mucha acción
H. Nora I	Cambio para mejorar
I. Guadalupe O	Que nosotros somos parte de la evolución porque pensamos mejor

La evolución biológica definida como un cambio se expresó en todos los alumnos. En los alumnos B, C, y D existió la visión del cambio a nivel psicológico o fisiológico del hombre pero también del social (contenido de las películas) como señaló el alumno G; para la alumna H los cambios son para “crecer” o mejorar.

Estos preconceptos a menudo son de influencia cultural y derivadas del uso del lenguaje. Es común decir que hay que “cambiar o morir”, o que “necesitamos evolucionar” como sinónimo de realizar esfuerzos conscientes para solventar necesidades y deseos. Lo anterior es útil en usos y costumbres sociales, pero poco tiene que ver con su significado biológico (Iñiguez Porras, 2005).

La alumna I puso de manifiesto que la especie humana ha evolucionado más y mejor que ninguna otra porque pensamos mejor. Esta preconcepción del hombre como la cúspide de la evolución es muy común en personas de diferentes condiciones sociales y educativas y se considera antropocéntrica (Graud y De Manuel 2002). Fue importante retomar esta última preconcepción al inicio del tema, haciendo ejemplos de que la capacidad de aprendizaje se ha desarrollado en los humanos más que en ningún otro ser vivo; pero si consideramos, la longitud del cuello, ¿podemos compararnos a una jirafa?; o nuestro olfato, ¿es comparable a la percepción olfativa de una mariposa nocturna o de los perros?

Los alumnos E y F mencionan términos importantes como la variabilidad de especies en el tiempo.

Fase II. Planeación docente

Se introdujo los conceptos básicos de la evolución tomando lo referido por los alumnos E y F y se analizó con el grupo la gran diversidad de seres vivos que habitan en nuestro planeta, pero que éstos, no han sido los mismos en la historia de la tierra (animales extintos como dinosaurios y mamuts), la formación de nuevas especies (¿cuántos tipos de insectos conoces?); su adaptación a diversos ambientes (como la de las aves al vuelo); entre otros procesos evolutivos (UNAM; 2010). Se propició el enlace para fomentar el concepto de que la base molecular de estos procesos es el material hereditario y la diversidad genética. También se

buscó introducir el beneficio de los conocimientos para interpretar y comprender diversos fenómenos que acontecen en su vida cotidiana (por ejemplo, la resistencia bacteriana a los antibióticos, la actual diversidad humana, las variedades entre las especies domésticas o de interés comercial etc.) (Grau y de Manuel, 2002).

Fase III. Evaluación y reflexión

Cuadro 11. El cambio de concepto en los alumnos sobre la evolución biológica

ALUMNOS	2ª Entrevista. La evolución biológica
A. Jorge A	Cambio que se da en una especie, ya sea por el cambio de alimento al cual sufre una adaptación
B. Nolberto	Teorías de cómo se han venido dando las especies
C. Adrian	Transformación del ser humano desde su reproducción.
D. Pedro L	Es la transformación de un ser vivo por su alimentación y el tiempo o por cambios de la naturaleza
E. Guadalupe L	Evolución que sufre una especie, como los caballos de ahora eran diferentes a los de antes.
F. Pedro M	Fueron las etapas en que hubieron cambios físicos
G. Uciel L	Especies que cambian su aspecto debido al entorno que los rodea.
H. Nora I	Esta nos explica como el hombre ha evolucionado conforme al tiempo.
I. Guadalupe O	Son los cambio que se dan a través del tiempo, en el cual se van transformando las especies

El alumno B expresó que la evolución es una teoría. La evolución como un proceso de modificación de las especies a través del tiempo fue considerada por

los alumnos C, E, F, H, I; esta transformación como consecuencia de una adaptación a modificaciones del ambiente lo manifestaron los alumnos A, D, y G.

La evolución de las especies como un hecho fue incluida en las construcciones de los alumnos. Éstas fueron menos centradas en la especie humana y si bien se mencionó al hombre y los cambios que ha sufrido en el tiempo, no fue el único actor señalado. En general los alumnos hablaron de las especies y sus transformaciones olvidando su asociación de “para mejorar” y finalmente algunos establecieron la adaptación al ambiente como un mecanismo evolutivo. Uno de los alumnos expresó que la evolución es una teoría (B) lo cual pudiera reflejar una resistencia al cambio de este concepto, posiblemente como menciona Gil *et al* (2003) por que proporciona seguridad y les facilitan la toma de decisiones ya sea por motivos religiosos (el alumno es Testigo de Jehová) o por el medio social en el que se encuentra.

6.4 Integración del conocimiento. Tercera entrevista.

Para conocer si los conceptos desarrollados se integraron en el aprendizaje de los alumnos, se realizó la tercera entrevista al final del curso bajo las condiciones descritas y se permitió que enlazaran los temas formulando una pregunta global: ¿podrías explicar de manera muy general que es la genética y sus aplicaciones?. A continuación se transcribe sus respuestas

Cuadro.12 Integración de los conceptos.

A. Jorge A

Genética pues como hemos venido aprendiendo es aquella que estudia los genes, que de ahí dependen las características de nosotros como seres humanos tales como, podrían ser: características físicas de nuestros padres, como son su fisonomía de la cara, los ojos el color de la piel. Tenemos ahí los alelos recesivos y dominantes ahí puede entrar eso en Biología y en genética.

Cuadro 13. Integración de los conceptos.

B. Nolberto

Lo que yo he aprendido, que la genética se encarga de estudiar los genes, y los genes contienen códigos genéticos o una información que no es igual a otros individuos, es la que nos dice cuáles van a ser nuestra característica o algo así..

La genética explica acerca de la herencia, ya sea que se hereden enfermedades o aspectos, cualidades, por ejemplo los papás que le hereden a sus hijos características.

También podría decir que la genética estudia el comportamiento de las poblaciones entre más pequeñas sean mayor riesgos tienen de, presentar alteraciones en su población, o sea se presentan mutaciones por recombinaciones entre parentescos.

La replicación del ADN es cuando una célula madre pasa por un ciclo donde forma una célula hija y de igual manera la hija se convierte en madre y así sucesivamente, teniendo entre si su misma información genética.

Cuadro 14. Integración de los conceptos.

C. Adrian

La genética se encarga del estudio de las características de los seres vivos, estudia sus genes y determina la adaptación y evolución que han sufrido las especies.

Atraves de de la genética molecular podemos estudiar el origen de una planta, animales o seres humanos, así mismo su descendencia de generación en generación, como se ha manifestado su evolución, su

adaptación entre el medio ambiente y su población. También desde la genética podemos conocer algunas enfermedades de tipo hereditarias o síndromes causados por las combinaciones de los cromosomas.

A partir de nuestro código genético y el ADN, podemos estudiar todas las enfermedades.

Cuadro 15. Integración de los conceptos.

D. Pedro

En la genética conocemos cuales son los, factores que tienen por ejemplo alguna persona, de sus antepasados se podría decir, que han venido evolucionando.

Bueno en lo que se refiere al estudio de la genética, por medio de ella sabemos los tipos de genes que contenemos cada uno de nosotros y la aplicaríamos en diversos campos de estudio. Por ejemplo, parámetros, de nuestra vida, uno sería por lo menos que en muchos surge la prueba de, ADN para ver si entre padres e hijos si hay una combinación de genes.

Dentro de la genética de poblaciones se podría decir que nuestros genes se combinan a lo cual es responsabilidad de nosotros con quien hacerlo ya que una mala recombinación puede llevarnos a un error genético.

Cuadro 16. Integración de los conceptos

E. Guadalupe L

Bueno, pues, en la genética nos podemos dar cuenta si en nuestros cromosomas tenemos un gen maligno, como por ejemplo el del cáncer,

también sobre las mutaciones, sobre la mala recombinación de los cromosomas, y ahí se dan las mutaciones directas, -porque hay dos tipos-, las indirectas se darían en el medio ambiente. También sobre el origen de las especies.

Cuadro 17. Integración de los conceptos

F. Pedro M

Bueno la genética antes, en lo que ha dicho ahorita hace 2 años yo consideraba que la genética solo estudiaba la sangre, ahora entiendo, las transformaciones de nuestras especies, la replicación del ADN, en donde tenemos que tener una buena alimentación y dictaminarse muy bien antes de la concepción y durante el embarazo. así pues comprendo que el ADN guarda nuestros genes que se vienen transmitiendo de generación en generación, ya que nosotros como seres humanos tenemos este entendido de las enfermedades la mayoría son hereditarias

Cuadro 18. Integración de los conceptos

G. Uciel

A través de la genética pudimos ver la composición del ADN el cual se compone por: Guanina, Citocina, Timina y Adenina, las cuales son consideradas dentro de la replicación del ADN. De igual manera dentro de nuestro código genético podemos encontrar una explicación a nuestros rasgos físicos, el por qué son tan parecidos con nuestros parentescos (papa,

mama, hermanos, abuelos, tíos, primos).

Cuadro 19. Integración de los conceptos

H. Nora

Bueno para mí la genética es algo muy importante porque mediante ello, nos hemos dado cuenta, que en las poblaciones pequeñas se pueden presentar problemas de mutación ya que se recombinan entre sí (familias). La genética da a conocer como son las reproducciones de las especies, o, humanas, en un determinado lugar; así mismo nos dice que todos venimos de un ancestro común, y que este a lo largo del tiempo se ha venido modificando, logrando nuevas especies.

La ciencia genética y la tecnología han hecho grandes aportaciones en el campo de la medicina, ya que gracias a ello hoy contamos con vacunas.

Nuestro ADN está compuesto por: Timina, Guanina, Citocina y Adenina, en este enlace se llegara a modificar su normalidad en sus combinaciones, lo llamamos errores genéticos.

Cuadro 20. Integración de los conceptos

I. Guadalupe O

Bueno para mí aprendí muchas cosas por que aprendí a ver las evoluciones de los seres vivos, las mutaciones que presentan los recién nacidos ya sea por las recombinaciones o falta de una buena alimentación y

vitaminas durante el embarazo, como se dio el origen de las especies dentro de la evolución la cual el factor importante considero que es el tiempo. Dentro del estudio del ADN da una explicación de cómo fueron extinguidos algunas especies, su alimentación, hasta su forma de vida.

6.5 Consideraciones finales

Los profesores hemos detectado que a pesar de planificar nuestra clase, algunas ideas o preconcepciones de los alumnos son difíciles de modificar a pesar de una enseñanza reiterada; muchas de ellas son producto de su interacción cotidiana con el mundo. Lograr que los alumnos construyan aprendizajes significativos a partir de sus preconcepciones, representa no solo un reto sino también una oportunidad para que a través de estrategias didácticas adecuadas, se modifiquen y se construyan conocimientos científicos con solidez; así, los docentes debemos de considerarlas como un punto de partida a veces difícil de superar y nuestra tarea será facilitar que los alumnos se encaminen en ese rumbo.

Como sostiene Giordan (1989), las preconcepciones no pueden solo desecharse, pues con ello privaríamos a los alumnos de “estructuras de acogida” que posibilitan que los conceptos en construcción se integren a la estructura cognitiva preexistente, acomodándose, asimilándose o incluso cambiando, o como Audicio *et al* (1999) mencionan “gracias a ellas”, “a partir de ellas”, “con ellas” o aun “contra ellas” los docentes podemos y debemos facilitar el aprendizaje significativo de nuestros alumnos (Giordan, 1989).

Los aportes de este trabajo consisten en la demostración de la existencia de preconcepciones en los alumnos, así como la posibilidad de utilizar esta estructura cognitiva preexistente como puente epistemológico para el desarrollo de conceptos científicos de genética, mediante estrategias didácticas constructivistas (Mahmud y Gutiérrez, 2010).

Las preconcepciones encontradas presentan varias de las características señaladas por diversos autores entre las que se encuentra, su importante grado

de estabilidad y persistencia, particularmente si conservan utilidad para explicar lo observado, y por ello dificultan el aprendizaje de determinadas conceptos - biológicos, en este caso- (Pozo *et al*, 1991). También se encontró una concepción antropocéntrica de la genética y, en definitiva, la confusión para identificar la localización del material genético, su vía de transmisión y como la genética aporta elementos para explicar la evolución de los seres vivos.

Una observación necesaria es la preconcepción de la herencia a través de la sangre que fue encontrada repetidamente en los alumnos y que en este caso, se trata de una verdadera representación de tipo social. Es decir, además de tratarse de ideas inducidas por el medio en que se desenvuelven los alumnos, el supuesto papel de la sangre en la herencia trasciende el de por sí relevante sentido figurado propio del habla cotidiana y halla incluso una amplia utilización en el lenguaje jurídico, como ocurre cuando se emplea el concepto de consanguineidad (Audicio *et al*, 1999). Este aspecto no debe ser soslayado, pues es probable que numerosos alumnos -aún fuera de contexto- puedan darle una utilidad práctica. En este sentido Pozo y Gómez Crespo (1998) sostienen que la educación científica debe propiciar a que las relaciones entre el conocimiento cotidiano y el científico se vean favorecidas, sin desterrar por completo al primero ya que permite el funcionamiento social.

Después de aplicación de diversas estrategias didácticas durante cada uno de los temas tratados, se encontró que es posible desarrollar nuevos conceptos, que si bien son más apegados a los establecidos como científicos, en muchos casos pudieran parecer incompletos. Sin embargo, dado que el propósito de estos temas es que el alumno asimile los niveles de organización en que se puede estudiar la genética y algunas de las aplicaciones que se han derivado de ella, podemos decir que se avanzó en ello, y que como menciona Gutiérrez, (2008), se debe evitar el almacenamiento de información y la repetición rutinaria y privilegiar la comprensión y transferencia de lo que se aprende.

La visión antropocéntrica persistió al término del semestre ya que al preguntarles ¿a lo largo del curso podrías explicar de manera muy general que es

la genética y sus aplicaciones? sus respuestas fueron sobre “nuestro ADN” , “nuestros padres”, “enfermedades genéticas” (de los humanos) etc. Mucho de ello pudiera ser indeseable, pero si los alumnos pueden aplicar los conceptos de la genética a su entorno o a su vida familiar, también quiere decir que ya los reconocen, que forman parte de su estructura cognitiva, y que les puede ser útiles para explicarse de manera más científica, algunos problemas relacionados con la genética que pudieran presentarse en su vida futura (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

En este trabajo se buscó involucrar a los estudiantes activamente en el proceso de enseñanza- aprendizaje resolviendo problemas relacionados con los temas discutidos y alejándonos de la educación tradicional. Entendiendo a la educación tradicional como aquella donde los educadores proveen la información y el conocimiento, mientras que los estudiantes son meros receptores de la misma (Leh, 2001). Krockover, *et al.* (2002) recomiendan la migración de los cursos tipo conferencia a un trabajo en grupo que se brinde la oportunidad de poder involucrar a los alumnos en las discusiones sobre el tema buscando el aprendizaje integral.

Durante el avance del curso aplicando el enfoque de investigación- acción en el aula, se me facilitó estar más cerca del desarrollo de los conocimientos de los alumnos, ya que al planear- desarrollar- evaluar y nuevamente planear- desarrollar y evaluar a lo largo de los temas tratados, fue posible apreciar continuamente su desempeño y también del mío, como parte integrante de ese grupo.

Fue cómodo como docente estructurar didácticamente los temas de manera que se entrelazaran formando una espiral y para que los alumnos pudieran relacionar la información previa con la nueva, dándole estructura al nuevo conocimiento. En mi opinión, no existe una cantidad específica de ciclos que deban llevarse a cabo para obtener un logro deseado ya que cada concepto dentro de un tema puede contener varios ciclos internos que lleven a un verdadero cambio conceptual. Esto es así, ya que como menciona Fleming, (2000) “cada

ciclo produce nuevos conocimientos, incluyendo la formulación de más y mejores preguntas que pueden ser aplicadas en ciclos subsiguientes. Una característica de la investigación-acción es que el aprendizaje nunca termina”.

En general los alumnos del grupo expresaron que muchas ocasiones ya conocían algo (de un tema) o tal vez habían escuchado hablar sobre algunas de las aplicaciones, pero no tenían claro el concepto de una manera integrada. Según los estudiantes, al exponer sus preconcepciones pudieron reflexionar y estructurar mejor su conocimiento y entrelazar lo nuevo con lo previo. Las implicaciones que esto conlleva para la enseñanza-aprendizaje en estos cursos, es crear conciencia en los estudiantes y quizás hasta en algunos profesores que los cursos de biología (y los demás) deben tratarse como conocimientos entrelazados en vez de temas separados. De esta forma se facilitará la comprensión de nuevos conceptos.

Existieron aspectos sobresalientes de este proceso de enseñanza – aprendizaje, que básicamente consistió en un cambio de rutina dentro del aula; esto fue comentado repetidamente por los alumnos como beneficioso tanto en las conversaciones reflexivas individuales y grupales, como en el ensayo reflexivo propio. Algunos parecen responsabilizar a este cambio como el motor que logró que salieran del aburrimiento y lo transformaran en un ambiente de armonía y aprendizaje, con la constante de que llegaran con ánimos a la siguiente clase. En general la percepción fue que se logró una mayor integración del grupo lo que permitió una mayor interacción de los conocimientos.

Otros estudiantes comentaron que este proceso les brindó la confianza para preguntar y sentir que estaban aprendiendo. Esto último se constató en el cambio de conceptos que se vertieron en las entrevistas con cada uno de ellos al final de cada tema y del curso.

Una de las apreciaciones fue que durante las actividades en equipo como las exposiciones o las discusiones grupales, los alumnos pudieron comunicarse

más efectivamente entre ellos, y al momento de estudiar temas nuevos para ellos, como genética, ADN, cromosomas, evolución y mutaciones, les resultó más cómodo y con menos ansiedad el que sea un compañero quien les explicara por lo menos lo básico, y que solo utilizaran al profesor cuando hay dudas, discrepancias de criterio o de información.

Cabe mencionar que en el desarrollo de la tercera entrevista algunos estudiantes comentaron que los conocimientos adquiridos serían de gran importancia y utilidad lo largo de sus vidas, entendiendo esto como un aprendizaje significativo. Otro aspecto que resalta fue que ellos entendieron perfectamente mi labor como profesor-investigador ya que nunca se presentó alguna objeción en el desarrollo de la investigación-acción, la cual fue evidenciando los conocimientos de cada uno de ellos. De acuerdo con Díaz Barriga y Hernández, (2002) podemos decir que la construcción del conocimiento escolar fue un proceso de elaboración, en donde el alumno seleccionó, organizó y transformó la información, estableciendo relaciones entre dicha información y sus ideas o preconcepciones, atribuyéndole un significado.

Al final de la tercera entrevista los alumnos expresaron su agradecimiento entorno a como se trabajó y que sintieron siempre la confianza de preguntar y dejaron atrás el miedo, a cometer errores o que sus propios compañeros se burlaran de sus trabajos realizados.

“DESCRIBO ESTE COMENTARIO YA QUE SUS ROSTROS REFLEJARON UN SENTIDO DE ALEGRÍA Y LIBERTAD CUANDO SE CONCLUYÓ EL CURSO, ELLOS MISMOS SE SORPRENDIERON COMO HABÍAN APRENDIDO”

CAPÍTULO VII CONCLUSIONES

1. Se identificó las preconcepciones relacionadas con la genética así como las concernientes al material genético y la herencia en los alumnos que formaron parte de este estudio.
2. La preconcepción de la sangre asociada a la genética fue el más frecuente y constituye una representación social de parentesco, consanguinidad o herencia.
3. El concepto de mutación deberá ser reforzado como un cambio en la secuencia de ADN que permite la variabilidad genética en la poblaciones y no solo como el resultado de “malas combinaciones o que producen enfermedades.
4. La preconcepción más difícil de modificar y que persistió al final del curso fue la visión antropocéntrica de la genética debido a tiene una utilidad en el entorno social del estudiante.
5. A partir de las preconcepciones de los alumnos, fue posible estructurar didácticamente los temas de manera que se entrelazaran formando una espiral para que los alumnos pudieran relacionar la información previa con la nueva.
6. Al final del curso los alumnos retomaron, el significado de genética como una ciencia que estudia la transmisión de caracteres hereditarios desde el concepto de ADN, los genes y la diversidad genética y como esta última influye en la diversidad de fenotipos de una población, olvidando el preconcepto de la sangre.
7. Se logró que al final del curso los alumnos asociaran los temas de genética a los cambios evolutivos de las especies.
8. El método incentivó la reflexión del alumno en su aprendizaje y esa misma reflexión ayudó a la planificación de las estrategias de enseñanza-aprendizaje

9. El enfoque de investigación- acción permitió observar como los alumnos construyeron nuevos aprendizajes, lo que me ayudo a determinar la velocidad en el avance del programa de estudio.
10. Se alcanzó en los alumnos un nivel de conocimiento cada vez más alejado de sus preconcepciones a partir de las estrategias de enseñanza utilizados.
11. El entorno de confianza propiciado por el enfoque de investigación-acción ayudó a la integración y mayor participación de los alumnos, favoreciendo su aprendizaje.

CAPÍTULO VIII BIBLIOGRAFÍA CITADA

Abril, A. M., Muela, F. J. y Quijano, R. Herencia y genética: concepciones y conocimientos de los alumnos (1ª FASE). En "XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales Relación Secundaria Universidad". 2002. Ed. Elortegui, Medina, Fernández, Varela y Jarabo. pp. 200-206.

Adúriz-Bravo, A. (2007). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias?. Una cuestión actual de la investigación didáctica. En <http://www.educared.pe/modulo/upload/130077622.pdf>

Alighiero M. 2006. Historia de la educación 1: De la antigüedad al 1500, Novena edición. Siglo XXI. 305 pp.

Alonso, C., Gallego, D., Honey, P. 1997. Los Estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora. 6a ed. Edit. Mensajero. Bilbao. pp. 18-37.

Audicio, E., Comba, J., Delgado, C, García, N., Lamas, C., Tahuil, A. 1999. Representaciones sobre la generación de seres vivos y su incidencia en el aprendizaje de principios biológicos. Revista de Investigación en Salud (Municipalidad de Rosario) Vol. 2 N° 1 y 2, 42- 51 pp.

Audicio, E; Delgado, C; García, N; Scaglia, R; Tahuil, A; Terradez, M; Lamas, C. 2005 Concepciones sobre caracteres biológicamente hereditarios en estudiantes de segundo año de psicología. III encuentro de investigadores en didáctica de la biología". 9 y 10 de diciembre de 2005 en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Consultado en enero 2011 en: <http://www.fpsico.unr.edu.ar/congreso/mesas/Mesa%205/delgado.pdf>

Audisio, E.; Comba, J. ; Delgado, C.; García, N.; Lamas, C.; Tahuil, A. 1999. Representaciones sobre la generación de seres vivos y su incidencia en el aprendizaje de principios biológicos. Investigación en salud, Municipalidad de

Rosario - Argentina Vol. 2 - Nº 1 y 2, consultado en enero de 2011 en http://www.rosario.gov.ar/sitio/salud/Revista_Inv_Web/vol2n1y2_art4.htm#34pie

Ausubel, D.P., Novak, J. y Hanesian, H. 1983 Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. Ed. Trillas, México 623 pp.

Ayuso, G.E. Y Banet, E. 2002. Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. Enseñanza de las Ciencias, 20 (1), 133-157 pp.

Bachelard, G. 1976. La formación del espíritu científico. 5 ed. México: Siglo Veintiuno, editores, 300 pp.

Banet, E.' y Ayuso, E. 1995. Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: 1. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. Enseñanza de las Ciencias, 13 (2), 137-153 pp.

Bazant, M. 1985. Debate pedagógico durante el porfiriato: Antología Secretaría de Educación Pública, Subsecretaría de Cultura, Dirección General de Publicaciones. México. 157 pp.

Beltrán, J. 1990. Aprendizaje, En diccionario de la educación, Madrid. ed. paulinas, pp.139.

Bermudez J.G. 2007. El diseño de la instrucción a la luz de las teorías del aprendizaje. Revista electrónica de la UPN. 291. Pp 102-118. Consultado el 20 de enero de 2012 en: http://www.upn291.edu.mx/revista_electronica/JoseGpeDiseno.pdf .

Berthelsen, B. (1999). Students Naive Conceptions in Life Science. MSTA Journal, 44(1):13-19 pp.

BUAP, 1986. Revista UNIVERSIDAD Año VI /núm. 29, 2-8 pp. http://www.alfonsocalderon.buap.mx/hist1.html#_Hlt472260546

- Bugallo Rodriguez A. 1995. La didáctica de la genética. Enseñanza de las Ciencias, 13 (3) 375-385 pp.
- Bunge M. 1995. La Ciencia su Método y su Filosofía. Edit. Grupo Patria Cultural, México. 100 pp.
- Caballero, M. J. y Giménez, I. 1992. Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. Enseñanza de las Ciencias. 10 (2), 172-180 pp.
- Caballero Armenta, Manuela 2008. Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética Enseñanza de las Ciencias, 26(2) 227–244 pp.
- Carrascosa J. 2005. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que las originan y/o mantienen. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias. 2(2): 183-208 pp.
- Carbajal, E. y Gómez, M.R. (2002). “Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia”, *revista mexicana de Investigación Educativa*, vol. 7, núm. 16, pp. 577-602. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/140/14003217.pdf>
- Cereijido, M. 1994. Ciencia sin seso. Locura doble. México, Edit. Siglo XXI, 287 pp.
- Carrera. B. y Mazzarella, C. 2001. Vygotsky: enfoque sociocultural. Educere 13:41-44.
- Chalmers, A. (1982) ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Edit. Siglo XXI. Madrid, España. Pp.232
- Cho, H., Kahle, J.B. y Nordland, F.H., 1985. An investigation of high school Biology textbooks as sources of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics, Science Education. 5, 707-719 pp.

COBACH, 2009. Programa de estudio de Biología II. DGB/DCA/2005-07.
http://www.cobaed.mx/docs/programas/TRONCO_COMUN/TC_BIOLOGIA_II.pdf

COBACH. 2011. <http://www.cobach.edu.mx/principal/historia>

Colmenares A.M. y Piñero, M.L. 2008. La investigación acción. Una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socio-educativas. *Laurus*, 14 (27) 96-114 pp.

Davis, R.H. 1983. Diseño de sistemas de aprendizaje, México, ed. Trillas 404 pp.

Días, B.J., y Martins A. 1986. Estrategias de enseñanza- aprendizaje, San José Costa Rica, ed. IICA. 379 pp.

Díaz-Barriga, F y Hernández- Rojas G. 2002. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. 2ª Edición. Edit. McGraw-Hill, México. Pp. 13 a 19.

Din-Yan Y. (1998) 'Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning', *International Journal of Science Education*, 20 (4): 461-477pp.

Dobzhansky, T. 1973. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher* 35: 125-129 pp.

Driver, R. 1986. Psicología cognitiva y esquema conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1): 3-15 pp.

Driver, R. y Erickson, G. 1983. Theories in action: some theoretical and empirical issues in the study of students conceptual frameworks. *Studies in science Education*, 10, 37-60.

Dursteler, J. C 2010. Mapas conceptuales. *Inf@Vis!*. Consultado en febrero 2011 en <http://www.infovis.net/printMag.php?num=137&lang=1>

Elliot, J. 2000. La investigación acción en educación. Cuarta edición. Ediciones Morata. Madrid. 337pp.

Ertmer, P. y Newby, T. 1993. Behaviorism, cognitivism, constructivism: comparing critical features from an instructional design perspective. Performance Improvement Quarterly. 6(4) pp. 50-72.

Escobar, E. 1978. Gabino Barreda. La educación positivista en México. Edit. Porrúa, México 281 pp

Fierro, C., Fortoul, B., Rosas L. 1999. Transformando la práctica docente: una propuesta de investigación acción. Paidós. México. 248 pp.

Fleming, D. S. (2000). The AEL Guide to Action Research. Charleston, West Virginia: AEL, Inc. 92 pp.

Galván, L E (coord.) (2002). Diccionario de historia de la educación en México, CD, México: CONACyT /CIESAS /DGSCAUNAM. En: <http://biblioweb.tic.unam.mx/diccionario/>

García, M., Jiménez, C., Fonfría, J., Fernández, J., Torralba, B. 2002. Evolución de conceptos relacionados con la estructura y función de membranas celulares en alumnos de enseñanza secundaria y universidad. Anales de Biología, 24 (1): 201-207pp.

Gil Julia Llinás. 2003. Preconcepciones y errores conceptuales en Óptica. Propuesta y validación de un modelo de enseñanza basado en la Teoría de la Elaboración de Reigeluth y Stein". Tesis Doctoral. Departamento de Física. Universidad de Extremadura, España. 410 pp.

Gil, D y de Guzmán, M. 1993. Enseñanza de las ciencias y la matemática. Tendencias e innovaciones. Organización de los Estados Iberoamericanos para la educación la ciencia y la cultura. Editorial popular. 89 pp.

Gimeno-Sacristán, J. y Pérez-Gómez, A.I. 1996. Comprender y transformar la enseñanza. 5ª edición. Editorial Morata. Madrid, 34-62 pp.

Giordan A.1989 Representaciones sobre la utilización didáctica de las representaciones. Enseñanza de las Ciencias 7(1): 53- 62 pp.

González- Valenzuela, J. 2004. V. El ADN y la filosofía. Gac. Méd. Méx. 140 (2) 255-256 pp.

Grau, R. y de Manuel, J. 2002. Enseñar y aprender evolución: una apasionante carrera de obstáculos. Alambique Didáctica de las ciencias experimentales, 32, 56-64 pp..

Gutiérrez, O. A. 2008. El profesor como mediador o facilitador del aprendizaje: En Enfoques y modelos educativos centrados en el estudiante. ANUIES, México: consultado febrero de 2011 de: http://docencia.izt.uam.mx/sgpe/files/users/virtuami/file/El_profesor_como_mediador.pdf

Guyton, A. C. y Hall. J. E. 2006. Fisiología Medica. Ed. Elsevier Saunders. España. 1104 pp-

Hanawalt, P.C. 2004. Density matters: The semiconservative replication of DNA. Proc Natl Acad Sci (PNAS). 101(52): 17889-17894.

Hewson, P.W. (1981): A Conceptual Change Approach ti Learning Science. European Journal of Science Education. 3, (4), 383-396 pp.

Hilgard, 1979. Teorías del aprendizaje, México. Ed. Trillas, pp. 5.

IAP, Chiapas. 2011. Plan de desarrollo municipal 2011-2012. Municipio de Tonalá, Chiapas consultado en julio de 2011 en <http://www.tonala.chiapas.gob.mx/media/plan/plan-de-desarrollo.pdf>

INEGI, 2006. Cuaderno Estadístico Municipal de Tonalá, Chiapas. Consultado julio de 2011 en: <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem06/info/chs/m097/mapas.pdf>.

INEGI, 2010, http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter/consultar_info.aspx

Iñiguez Porras, F.J. 2005. La enseñanza de la genética: Una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista. Tesis doctoral, Departamento de didáctica de las ciencias experimentales y de matemáticas. Universidad de Barcelona. 440 pp.

Jiménez, L. F. y Merchant H. 2002. Biología celular y molecular, Edit. Pearson Education, México. 1080 pp.

Kemmis, S. y McTaggart, R. (1988). Cómo planificar la investigación acción. Edit.Laertes. Barcelona. España. 200 pp.

Klug, W.S. and Cummings, M.R. 2000) Concepts of genetics. Sexta edición. Prentice Hall. 699 pp.

Krockover, G.H., Shepardson, D.P., Eichinger, D., Nakhleh, M., & Adams, P.E. (2002). Reforming and Assesing Undergraduate Science Instruction Using Collaborative Action-Based Research Teams. School Science and Mathematics 102(6), 266-284 pp.

Latapí, S.P. 1999. Un siglo de Educación Nacional: Una sistematización. En: Un siglo de Educación en México I. Ed Fondo de Cultura Económica, p.277.

- Leh, A.S.C. (2001). Action research on the changing roles of the instructors and the learners. *TechTrends*, 46(5), 44-47 pp.
- Lewis, S. 1990. *The Rainforest Book: How You Can Save the World's Rainforests*. Living Planet Press, Los Angeles, CA., USA: 112 pp.
- Mahmud, M. C y Gutiérrez O. A. 2010. Estrategia de enseñanza basada en el cambio conceptual para la transformación de ideas previas en el aprendizaje de las ciencias. *Formación Universitaria*. 3(1): 11-20 pp.
- Martínez J.R. 2004 Concepción de aprendizaje, metacognición y cambio conceptual en estudiantes universitarios de psicología. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona. Facultat de Psicologia. En <http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=3417>
- Martínez Y. A., 2007. Certificación del proceso enseñanza – aprendizaje aplicando la norma ISO 9001: 2000 en el nivel medio superior. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. 2007. p.162
- Mergel, B. Diseño instruccional y teoría del aprendizaje. 1998. Consultado en enero de 2012. Disponible en http://144.202.254.202/dts_cursos_md/ME/DE/DES02/ActDes/DES02LectComl_DisenoTeorias.pdf
- Meselson, M. S. & Stahl, F. W. (1958) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **44**, 671–682.
- Moreira, M, A. 2003. Conferencia de cierre del IV Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, Maragogi, AL, Brasil, 8 a 12 de septiembre de 2003. En <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/lenguaje.pdf>
- Muñoz, J. F., Quintero, J. y Munévar, R. A. 2002. Experiencias en investigación-acción- reflexión con educadores en proceso de formación en Colombia. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 4 (1). Consultado noviembre de 2011 en: <http://redie.uabc.mx/vol4no1/contenido-munevar.html>

Novak, J. D. y Gowin, D. B. (1988): Aprendiendo a aprender. Ed. Martínez Roca. Barcelona, España. 228 pp.

OECD (2010), PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I). Consultado en: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264091450-en>

Olivera, O. 2000. Transformaciones socioeconómicas, familia y condición femenina. En: M López y V Salles (comps): Familia, género y pobreza. Porrúa, México 135-172 pp.

Pérez Alcocer A. 1977. Introducción histórica a la filosofía. 2ª Edición. Edit. Tradición, 294 pp.

Pérez de Laborda, A. 2002. Filosofía de la ciencia: una introducción Edit. Encuentros. 150 pp.

Pérez Gómez A. 1989. Análisis didácticos de las teorías de aprendizaje, Malaga. Edit. Spicum, p.74

Pérez-Tamaño R.1987. Acerca de Minerva. Fondo de Cultura Económica, México 202.pp

PNUMA 2000. Conservación y aprovechamiento sustentable de los bosques tropicales húmedos de América Latina y el Caribe. Comité Técnico Interagencial del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. Documento para la XII Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. Bridgetown, Barbados, marzo de 2000. 18 pp

Popper, K. 1995 Cap. I. La teoría de la ciencia desde un punto de vista teórico-evolutivo y lógico. En: La responsabilidad de vivir. Escritos sobre política, historia y conocimiento. Edit. Paidós. Barcelona. 282 pp.

- Pozo, J. I. (1989): Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Edit. Morata. 289 pp.
- Pozo, J. I.; Sanz, A.; Gómez, M. A. y Limón, W. 1991. Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la Psicología cognitiva. Enseñanza de las Ciencias, 9 (1), 83-94 pp.
- Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. 1998. El aprendizaje de conceptos científicos: del aprendizaje significativo al cambio conceptual. En: Aprender y enseñar Ciencia, Edit. Morata/ MEC, Madrid 84-127 pp.
- Ravanal, E y Quintanilla M. 2010. Caracterización de las concepciones epistemológicas del profesorado de Biología en ejercicio sobre la naturaleza de la ciencia. Enseñanza de las Ciencias. 9(1): 111-124 pp.
- Rose MR, Oakley TH, 2007. The new biology: beyond the Modern Synthesis. Biology Direct 2(30) 1-17 pp. <http://www.biology-direct.com/content/pdf/1745-6150-2-30.pdf>
- Scade, John. 1992. Cereales. Edit. Acribia. Zaragoza, España, 93 pp.
- Skinner, B. F. 1938. The behavior of organisms: An experimental analysis., edit. Appleton-Century, New York. pp. 753-760.
- Suárez, M. 2002. Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en la educación. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 1, Nº 1, 40-56 pp.
- Taylor, S. J. y Bogdan, R. 1996, Introducción a los métodos cualitativos de investigación. ed. Paidós, Barcelona. 343 pp.
- Toffler, A. 1991. El cambio del Poder, ed. El Roure, Barcelona. p.491.

Torres L. E. y Rodríguez, N.Y. 2006. Rendimiento académico y contexto familiar en estudiantes universitarios. Enseñanza e investigación en psicología vol. 11, num. 2: 255-270pp.

UNAM. 2010. La evolución Biológica. Consultado en marzo 2011 en: <http://blog-evolucion.unam.mx/wp-content/uploads/2010/07/Evolucionweb.pdf>

Vázquez J, Tanck de Estrada D, Staples A y Arce F. 1981. Ensayos sobre historia de la educación en México. El Colegio de México. México. 234 pp.

Watson J. D. 2006. Biología Molecular del Gen. 5 Ed. Edit. Médica Panamericana, España 776 pp.

ANEXOS

FOTOGRAFIAS DEL PLANTEL

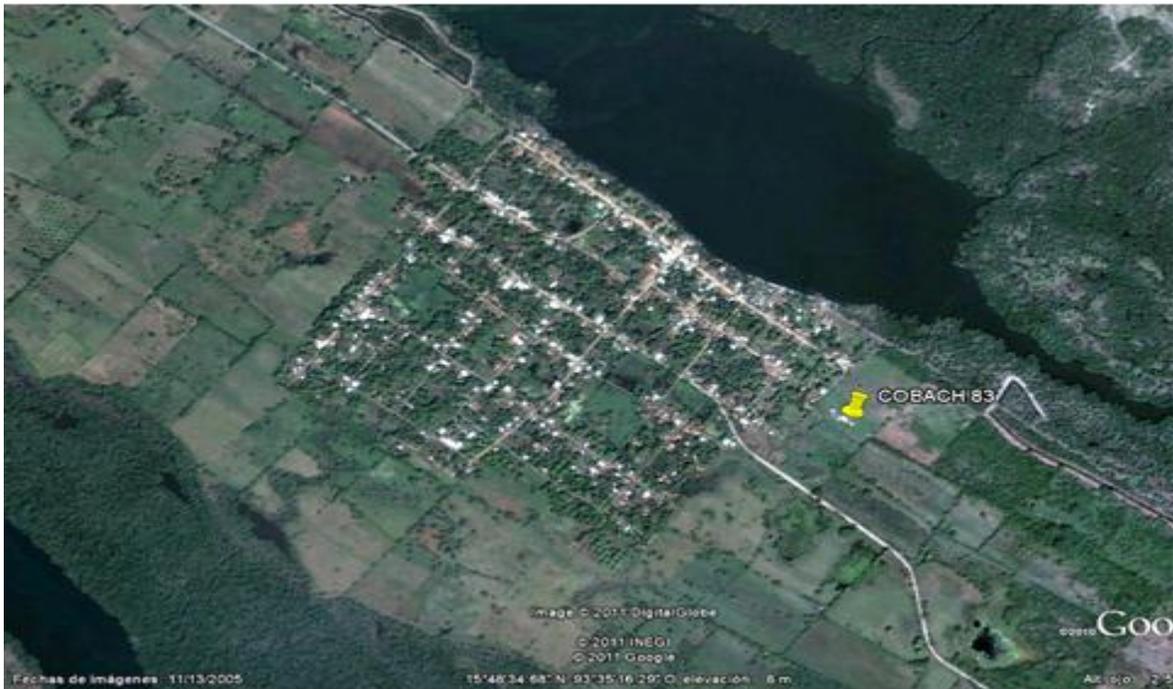


Personal docente y alumnos de plantel 83 COBACH



Aulas del plantel COBACH # 83

FOTOS DE LA COMUNIDAD



Fotografía tomada en Google Earth



Lugar donde se lleva a cabo las actividades pesqueras

FOTOGRAFÍAS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS ALUMNOS DURANTE EL CURSO DE BIOLOGÍA II



Presentación de una maqueta y explicación de la molécula de ADN



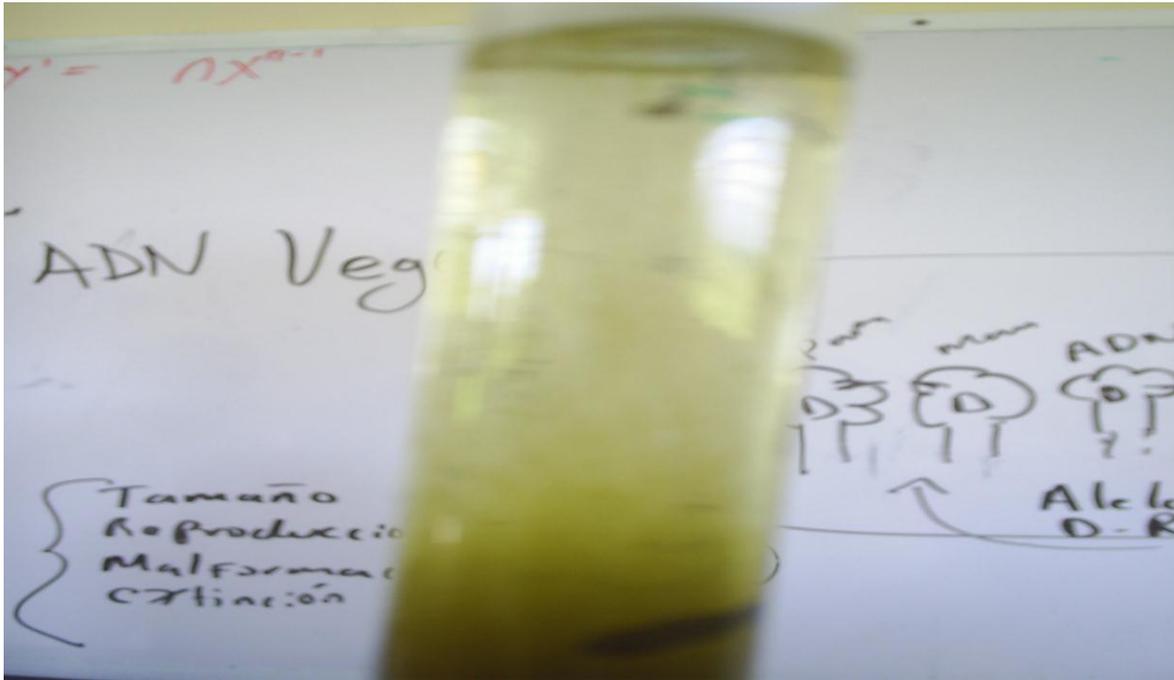
Extracción casera de ADN vegetal



Explicación de la extracción del ADN vegetal

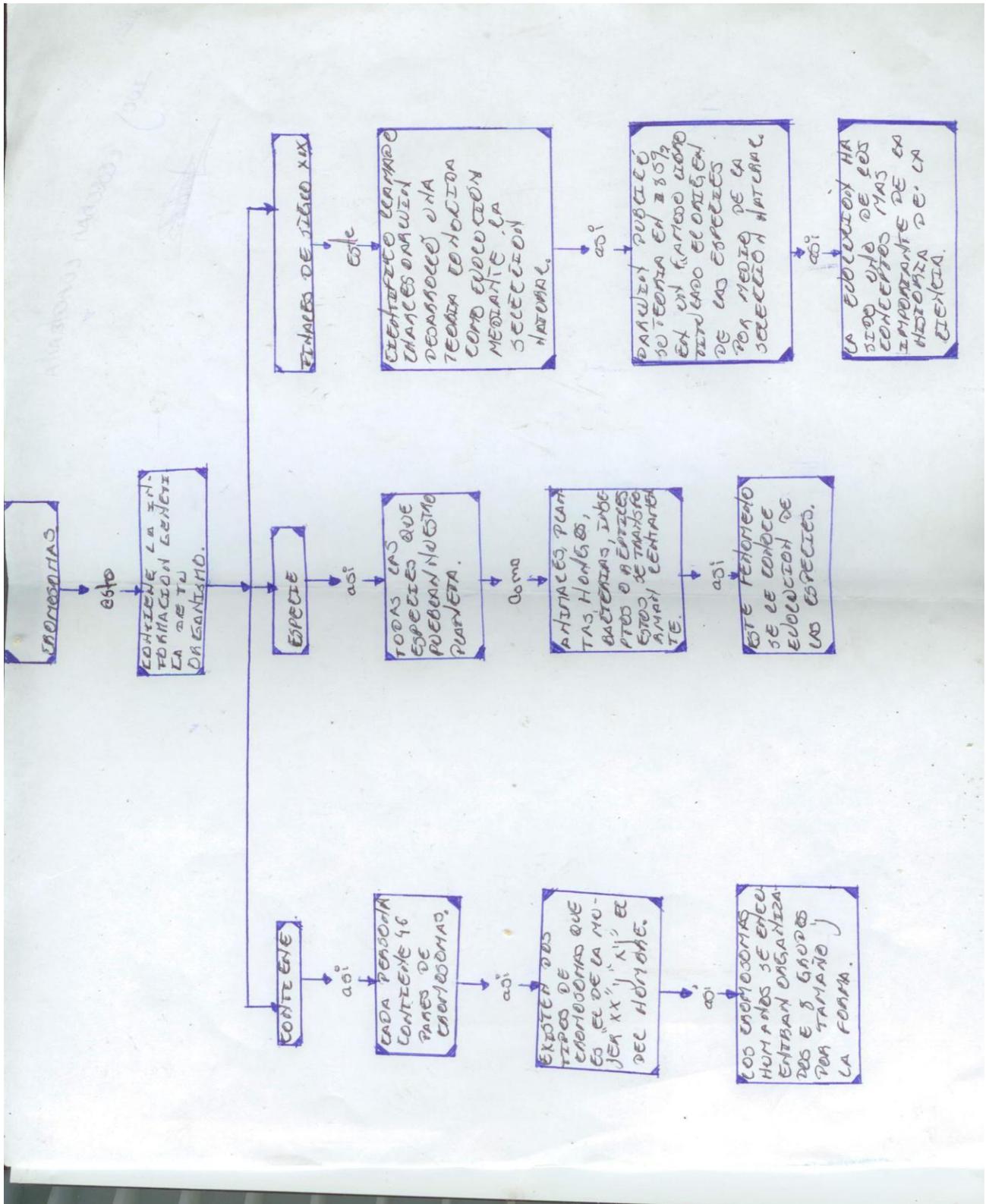


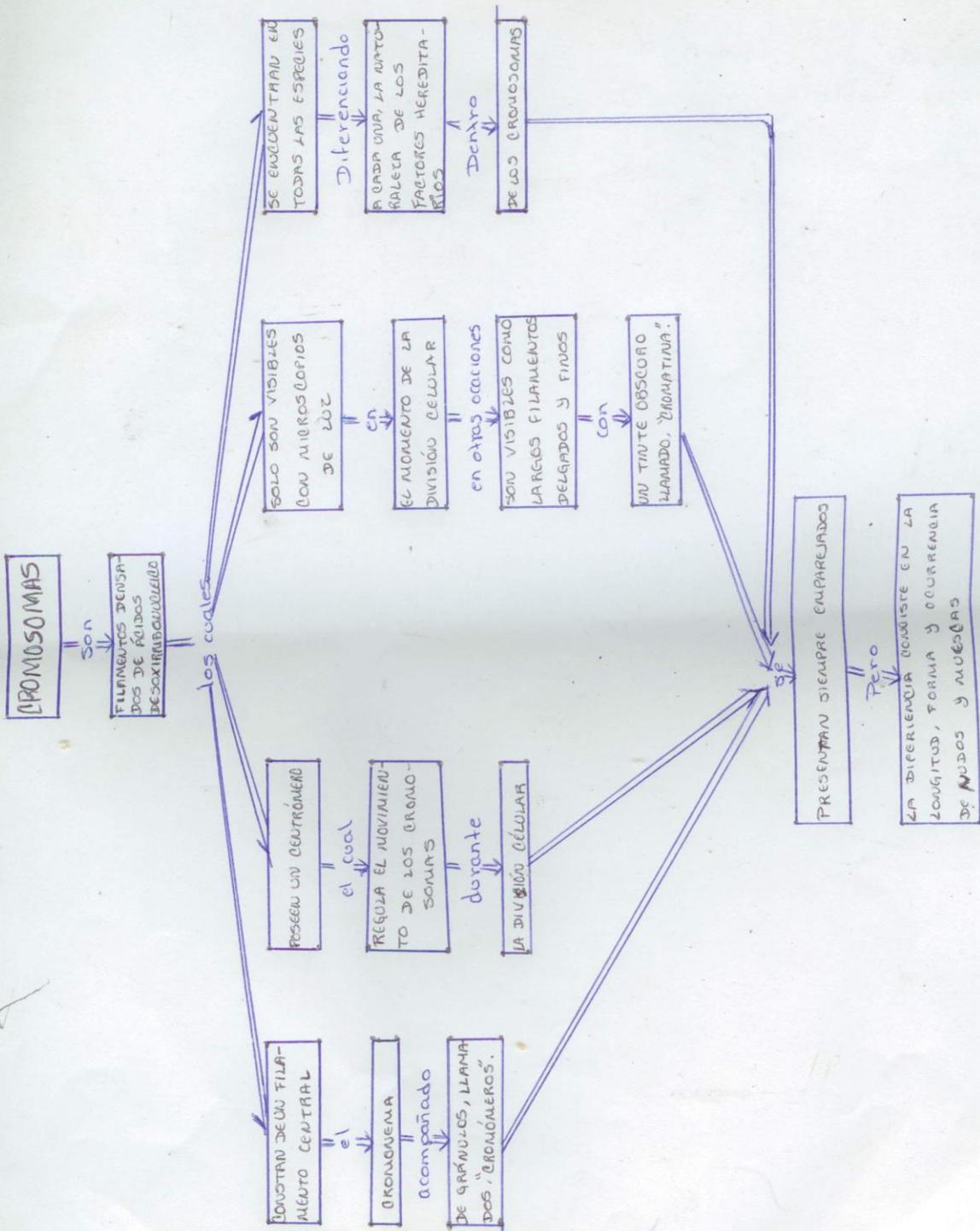
Revisión de la práctica del ADN vegetal

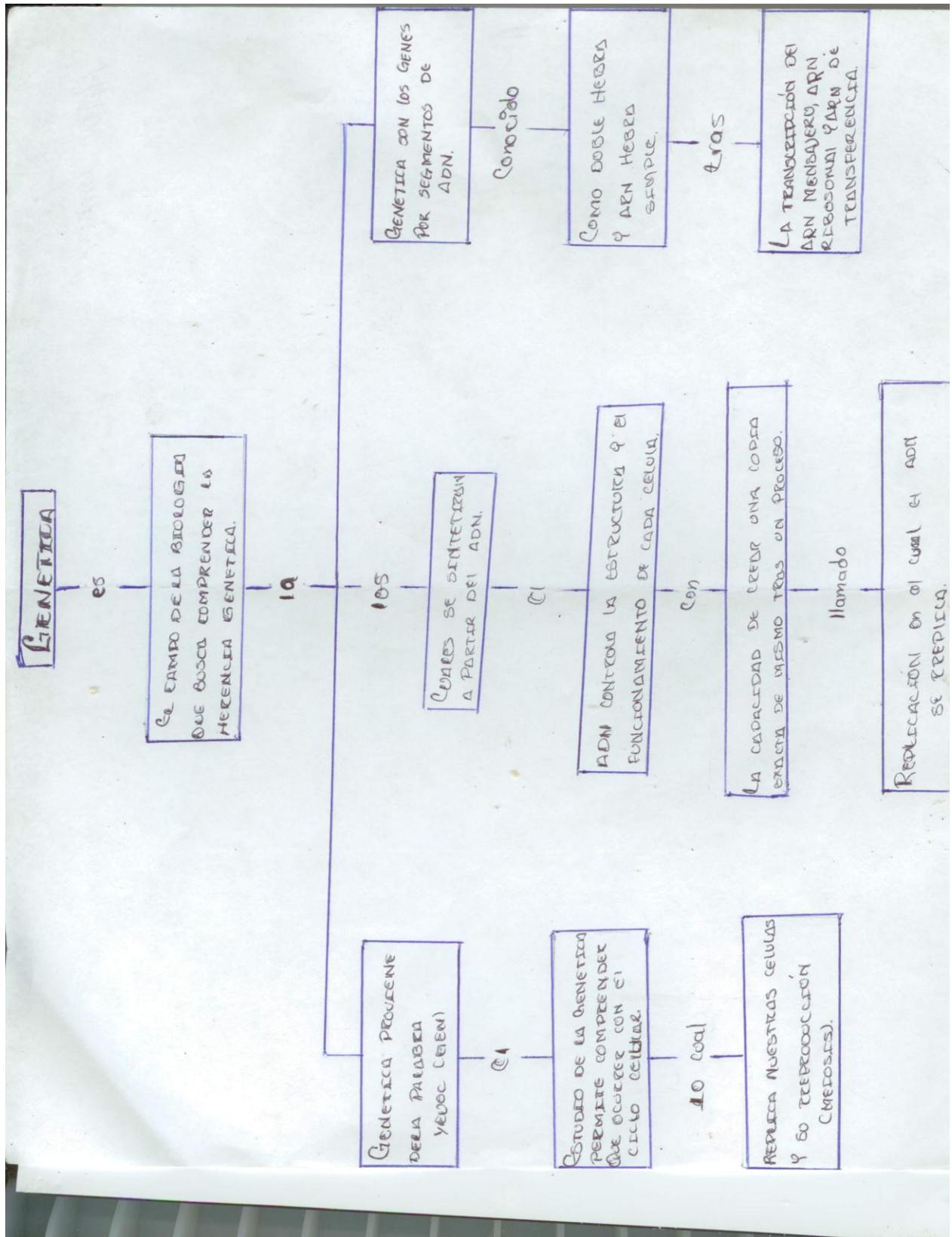


ADN vegetal en tubo de ensayo

MAPAS CONCEPTUALES HECHOS POR LOS ALUMNOS







GENÉTICA

aquí
TODO SE INICIA EN EL JARDÍN DE UN MONJASTERO DONDE SACRIFICAR MURIE DECIDIDO MORIR AUSTRIACOS DE DEDICAR A CUIDADO DE LAS PLANTAS

DONDE ESTÁN LOS GENES

hasta

EN ESE MOMENTO LOS DESCUBRIMIENTOS DE MENDEL SE REFEREN A CARACTERES HEREDITARIOS.

esto

RESPUESTA LA DIO WILLIAM SUTTON, UN ESTUDIANTE DE LA UNIVERSIDAD DE COLUMBIA QUE HACIA EXPERIMENTOS CON SALTAMONTES.

esto

ENCAMARA PERFECTAMENTE CON LA IDEA DE MENDEL DE QUE CADA HIJO RECIBE UN PAIRO O ELEMENTO DE CADA TRAZO.

así

HACIO LA TEORIA CROMOSOMICA DE LA HERENCIA QUE FUE PROPUESTA EN 1902 POR SUTTON.

SE PUEDE HACER UN MAPA GENETICO

así

THOMAS HUNT MORGAN FUE UNO DE LOS GRANDES PIONEROS DE LA GENÉTICA EL FORMO EL FAMOSO GRUPO DE LA MOSCA.

Como

MORGAN ERA ZOOLOGO QUE EN LA DEMOSTRA QUE LAS LEYES DE LA GENÉTICA NO SON SEPARADAS A LAS PLANTAS, SINO TAMBIEN A LOS ANIMALES.

esto

RESULTADOS DE MORGAN ESTABLECIERON DE MANERA FORMAL LA TEORIA CROMOSOMICA DE LA HERENCIA.

así

ELABORACION MAPAS GENETICOS DE LOS CROMOSOMAS DE DROSOPHILA Y DETERMINACION LA HERENCIA LIGADA AL SEXO.

RELACION DEL ADN Y GEN

Demanda

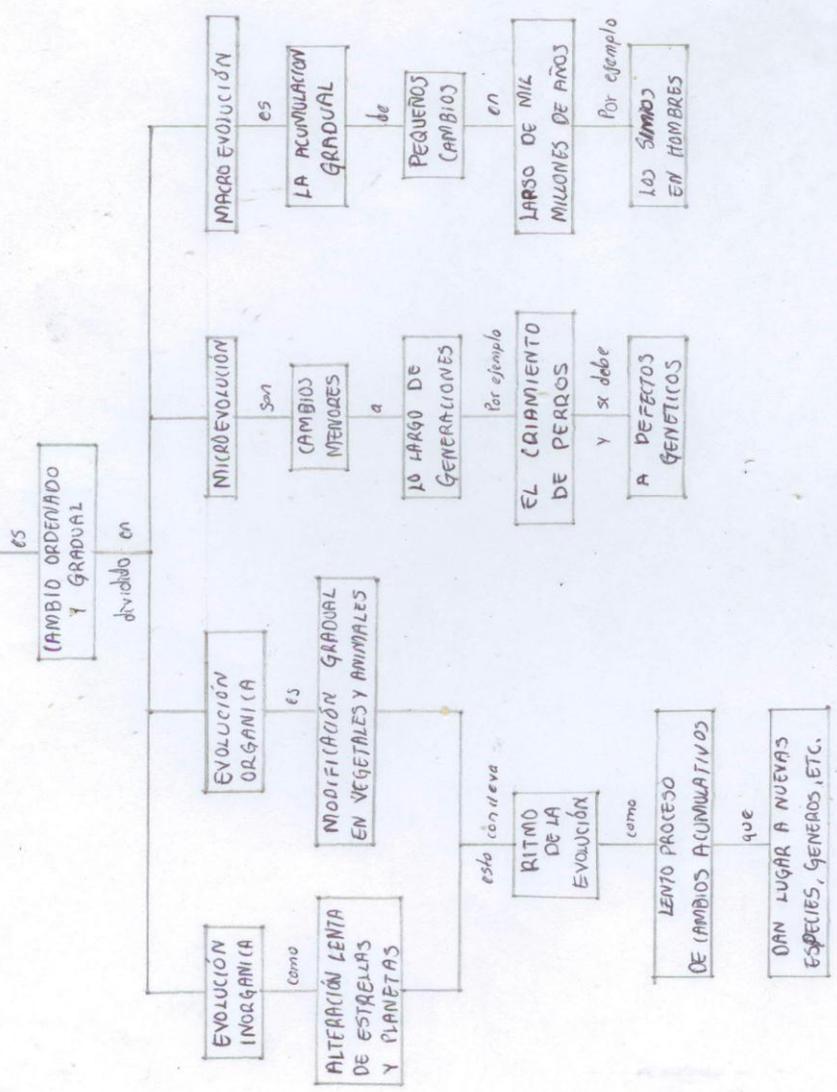
QUE EL TIEN SE ENCUENTRA EN EL ADN, QUE ES E ACIDO DESOXIRIBONUCIEICO

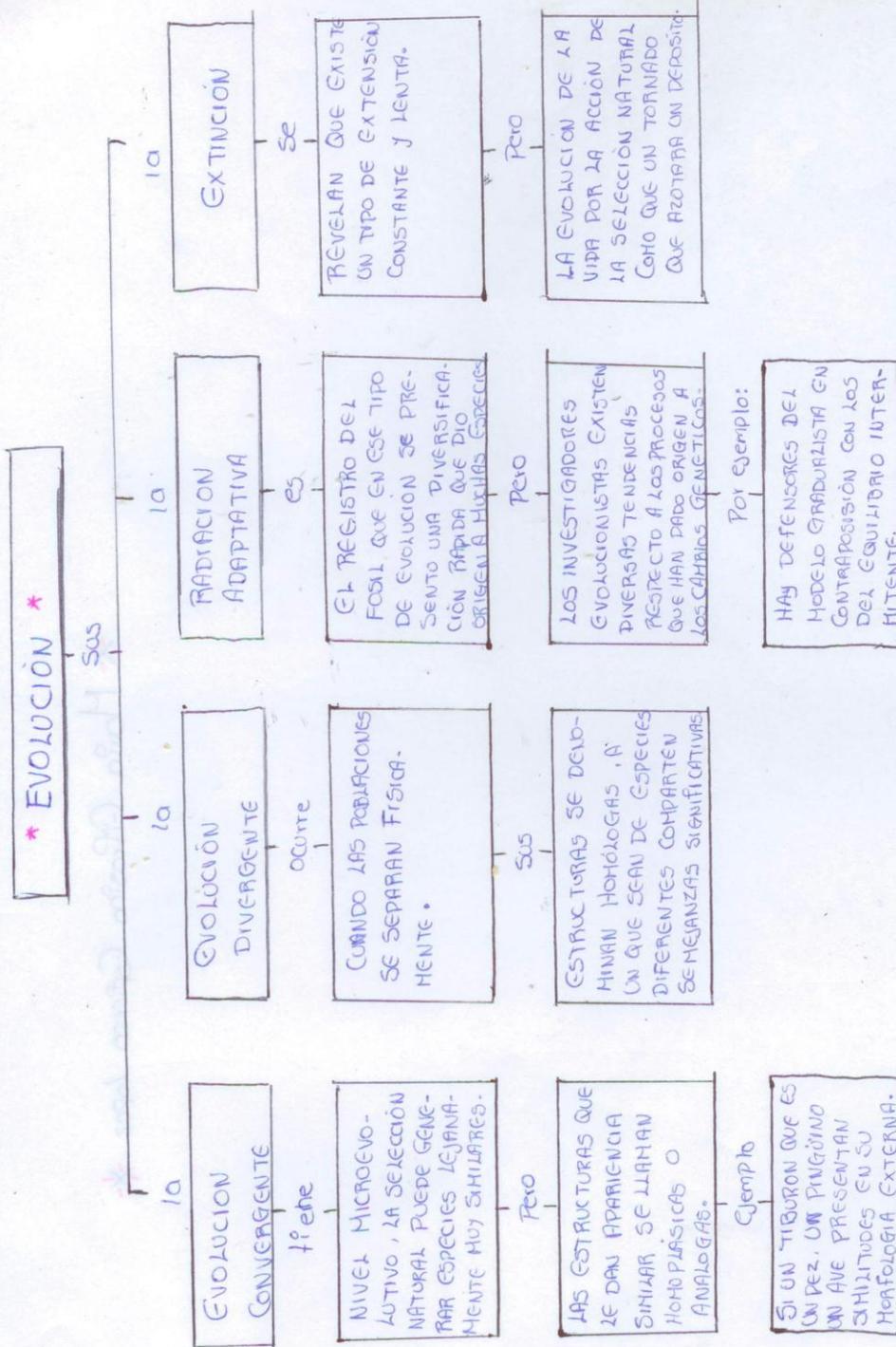
esto

LEGA A FORMAR PARTE DEL "ADN" QUE ES MUY IMPORTANTE AL ESTUDIE QUE LOS CROMOSOMAS

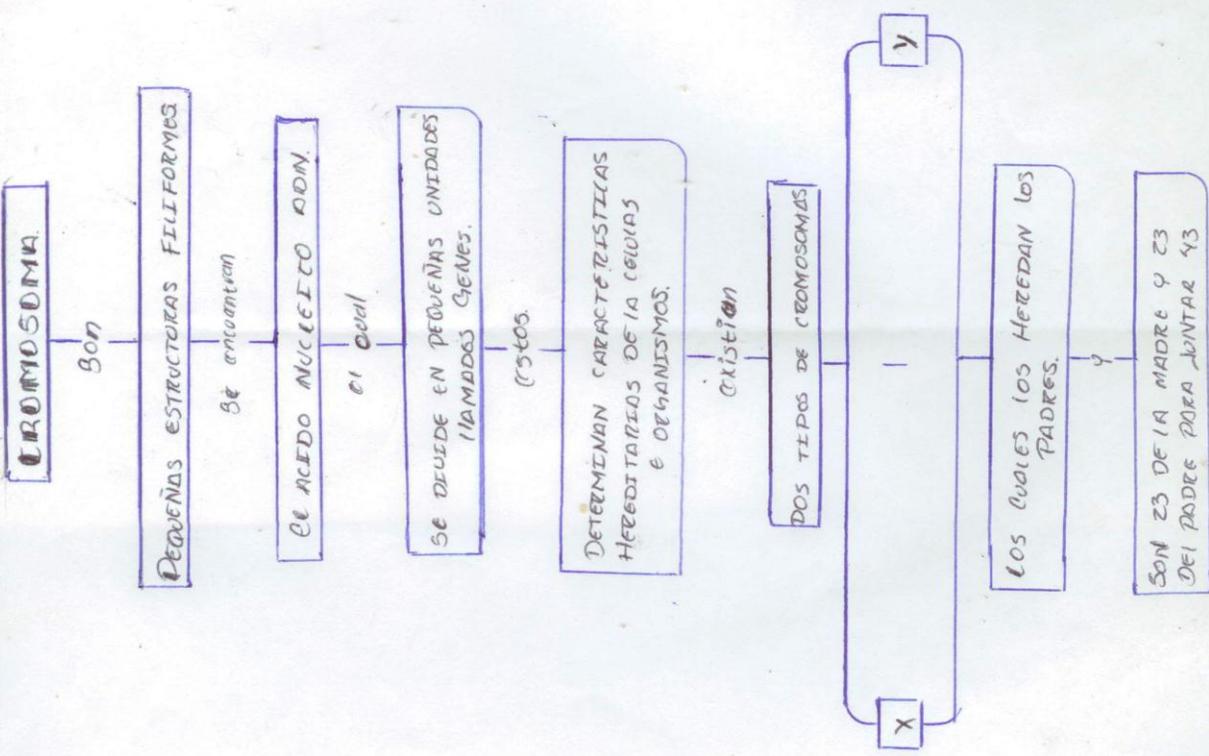
WWW.VIBRO1.COM/ARTICULOS

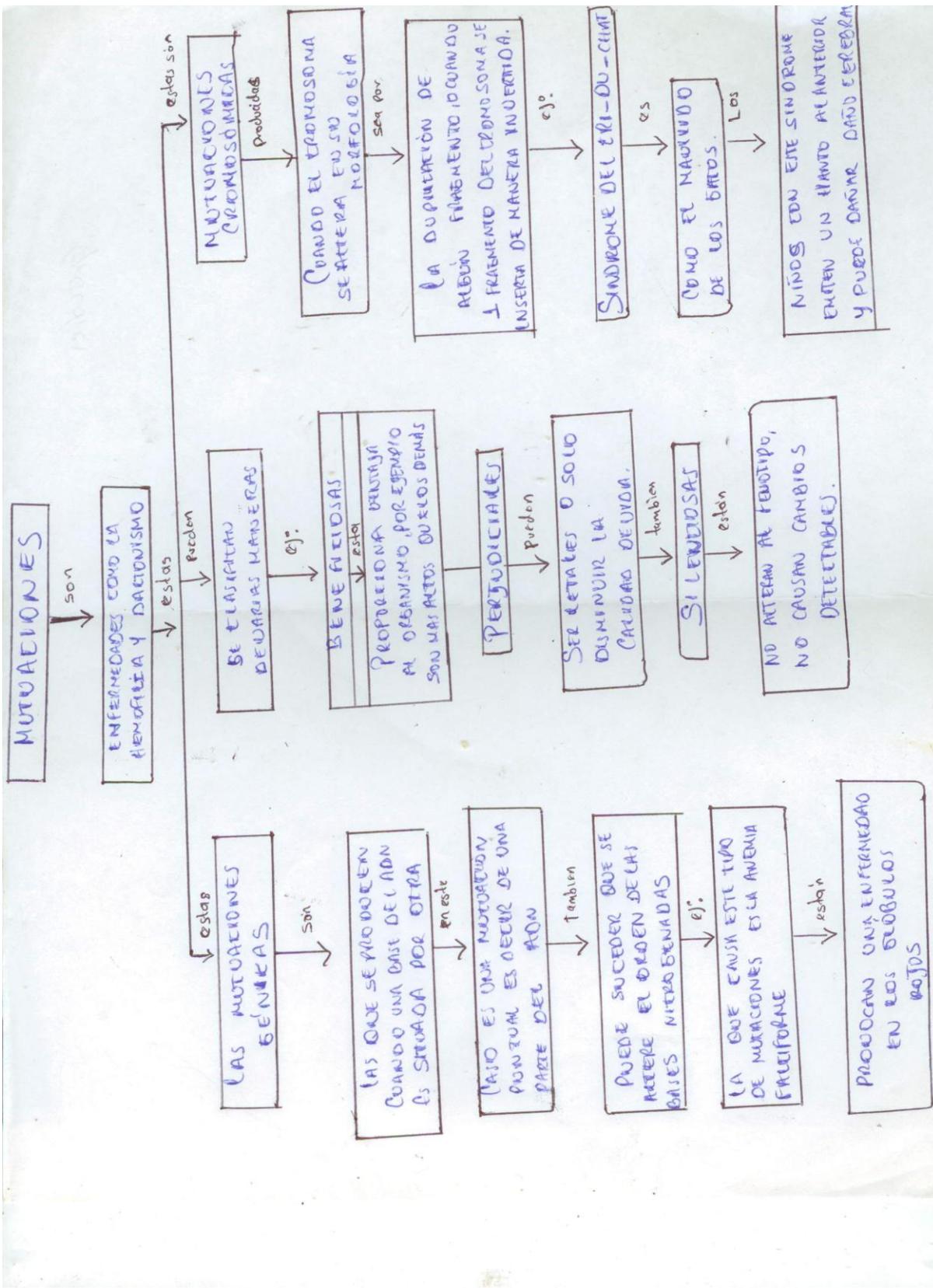
EVOLUCIÓN





COLOMBIA ALJANA
ACTIVIDAD NOVA





MUTACIONES

Son

ERRORES EN LA REPLICACION DEL ADN

Existen 2 tipos

GENETICA

se presenta

EN LA REPLICACION DEL ADN

por ejemplo

LA MALA COMBINACION DE LAS PROTEINAS

o

SUSTITUIR UN NUCLEOTIDO POR OTRO

o

PRESENTA EFECTOS POCOS NOTABLES

CROMOSOMICA

se presenta

EN LOS CROMOSOMAS

por ejemplo

LA ALTERACION DEL NUMERO DE CROMOSOMAS

o

SE ALTERA LA FORMA DE LOS CROMOSOMAS

además

DE QUE FALTE ALGUNA PROTEINA

Es D

CAUSA SINDROME (EL DE DOWN)

que

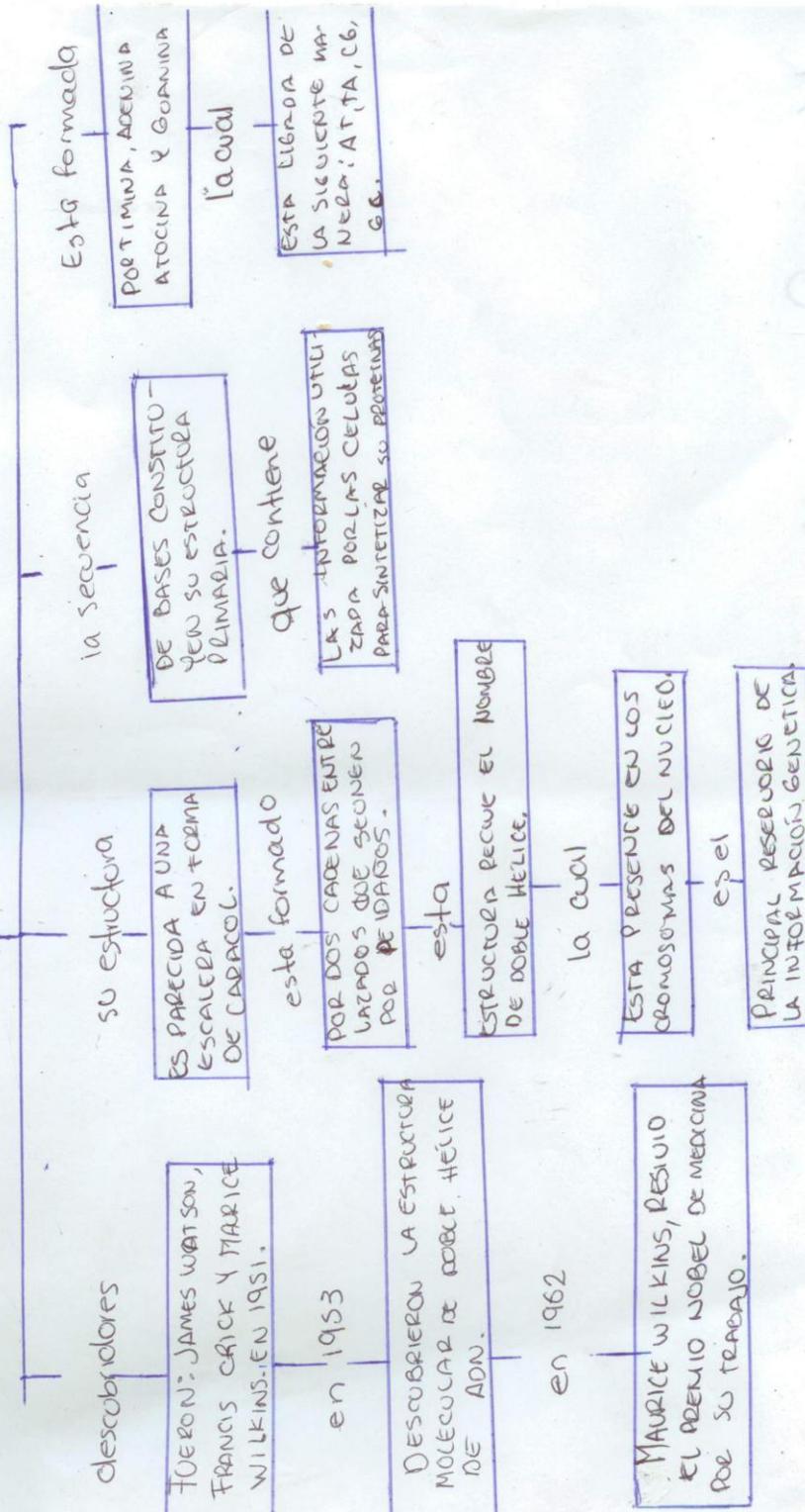
SON MAS NOTABLES QUE

Mutaciones
A-B
C-D

ADN

es

UN ADN NUCLEICO QUE TIENE EL ASPECTO DEL UN FICAMENTO TUY LARGO ENROLLADO. ESTE FICAMENTO ESTA FORMADO POR MOLECULAS.



-200M el ADN de Watson & Crick
-ADN-

-pigada P-

PLAN DE ASESORIAS PARA ABORDAR LOS TEMAS DE BIOLOGIA II

No. Plan de Asesoría: 01, 02, 03, 04, 05

UNIDAD I: Reproducción y herencia

OBJETIVO: el alumno planteara la importancia de la continuidad a partir del análisis descriptivo de los procesos genéticos que se suceden en los seres vivos, en el nivel molecular y de organismos y su relación con el código genético, infiriendo los beneficios y riesgos de las aplicaciones de la genética actual.

OBJETIVO TEMÁTICO: explicara la genética molecular mediante el análisis descriptivo de la estructura y función del ADN, la síntesis de proteínas y secuencia de aminoácidos que se relacionen con el código genético.

CONTENIDOS TEMÁTICOS NIVELES DE DOMINIO DEL CONOCIMIENTO	CONEXIÓN		DESARROLLO-EVALUACIÓN				CALIFICACIÓN		
	ATENCIÓN-MOTIVACIÓN-RECUERDO		ADQUISICIÓN-CODIFICACIÓN-RECUPERACIÓN				EVIDENCIAS ²		
	ESTRATEGIA DE RECUPERACIÓN DEL CONOCIMIENTO	TA	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA	TA	ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE	TA	DESEMPEÑO	PRODUCTO	CONOC.
1.1.- genética molecular 1.1.1.- estructura del ADN 1.1.2.- replicación del ADN N: D C N: P O	Primera entrevista: (preconcepciones de los alumnos) Pregunta: ¿Qué entiendes por ADN ? - Realizar una discusión guiada a partir de una lectura general. - Aplicación de la técnica lluvia de ideas.	40 min	Muestra de un video de la genética del siglo xx Guiar una consulta en los medios de comunicación que estén a su alcance para entender a la genética de la actualidad.	50 min	Analizar y sintetizar la información Aclarar todas las dudas que se generen	160 Min	Investigación de forma individual 3% Comentar el punto menos claro de las investigaciones 4%	Construcción de ADN casero como una práctica de cierre para evaluar los conocimientos sobre ADN 4%	

ELABORO: ING. OCTAVIO GONZALEZ OCAÑA
 ASESOR DE CIENCIAS NATURALES PLANTEL 83

UNIDAD I: Reproducción y herencia

OBJETIVO: el alumno planteara la importancia de la continuidad a partir del análisis descriptivo de los procesos genéticos que se suceden en los seres vivos, en el nivel molecular y de organismos y su relación con el código genético, infiriendo los beneficios y riesgos de las aplicaciones de la genética actual.

OBJETIVO TEMÁTICO: explicara la genética molecular mediante el análisis descriptivo de la estructura y función del ADN, la síntesis de proteínas y secuencia de aminoácidos que se relacionen con el código genético.

CONTENIDOS TEMÁTICOS NIVELES DE DOMINIO DEL CONOCIMIENTO	CONEXIÓN		DESARROLLO-EVALUACIÓN				CALIFICACIÓN			TA ¹ :100
	ATENCIÓN-MOTIVACIÓN-RECUERDO		ADQUISICIÓN-CODIFICACIÓN-RECUPERACIÓN				EVIDENCIAS ²			
	ESTRATEGIA DE RECUPERACIÓN DEL CONOCIMIENTO	TA	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA	TA	ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE	TA	DESEMPEÑO	PRODUCTO	CONOC.	
1.1.3.- ARN y síntesis de proteínas 1.1.4.- Código genético N: D C N: P O	- Realizar un recordatorio de la clase anterior - Aplicación de la técnica lluvia de ideas	10 min.	- Exposición docente. - Investigación documental guiada.	25 min.	- Elaboración de un resumen. - Elaboración de fichas de trabajo. - Exposiciones voluntarias	65 min.	participación en debates 2% Investigación individual 2 %	Entrega de una maqueta donde se explique la estructura del ADN Realizar un mapa conceptual de manera individual 10 %	.evaluación escrita 10%	

ELABORO: ING. OCTAVIO GONZALEZ OCAÑA
 ASESOR DE CIENCIAS NATURALES PLANTEL 83

UNIDAD I: Reproducción y herencia

OBJETIVO: el alumno planteara la importancia de la continuidad a partir del análisis descriptivo de los procesos genéticos que se suceden en los seres vivos, en el nivel molecular y de organismos y su relación con el código genético, infiriendo los beneficios y riesgos de las aplicaciones de la genética actual.

OBJETIVO TEMÁTICO: explicara la genética molecular mediante el análisis descriptivo de la estructura y función del ADN, la síntesis de proteínas y secuencia de aminoácidos que se relacionen con el código genético.

CONTENIDOS TEMÁTICOS NIVELES DE DOMINIO DEL CONOCIMIENTO	CONEXIÓN		DESARROLLO-EVALUACIÓN				CALIFICACIÓN			TA ¹ :200
	ATENCIÓN-MOTIVACIÓN-RECUERDO		ADQUISICIÓN-CODIFICACIÓN-RECUPERACIÓN				EVIDENCIAS ²			
	ESTRATEGIA DE RECUPERACIÓN DEL CONOCIMIENTO	TA	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA	TA	ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE	TA	DESEMPEÑO	PRODUCTO	CONOC.	
1.2.- reproducción celular 1.2.1.- ciclo celular y cáncer 1.2.2.- mitosis 1,2,3,. Reproducción asexual N: D C N: P O	segunda entrevista: (preconcepciones de los alumnos) Pregunta: ¿Qué entiendes por GENETICA? -recordatorio de la clase anterior Realizar una discusión guiada a partir de una lectura general	15 min	- Proporcionar información acerca del ciclo celular y del cáncer Mostrar un esquema del GENETICA, ADN y cromosoma.	50 min	- Elaboración de un resumen. - Identificar las diferentes partes que conforman el ciclo celular - Exposiciones grupales.	135 min	Exposición en binas de los temas y mostrar su dominio del tema así como lo más importante para cada equipo 5%	Entregar su exposición a cada equipo para analizar y debatir al termino de las exposiciones Realizar un mapa conceptual de manera individual. 5%		

ELABORO: ING. OCTAVIO GONZALEZ OCAÑA
 ASESOR DE CIENCIAS NATURALES PLANTEL 83

UNIDAD I: Reproducción y herencia

OBJETIVO: el alumno planteara la importancia de la continuidad a partir del análisis descriptivo de los procesos genéticos que se suceden en los seres vivos, en el nivel molecular y de organismos y su relación con el código genético, infiriendo los beneficios y riesgos de las aplicaciones de la genética actual.

OBJETIVO TEMÁTICO: explicara la genética molecular mediante el análisis descriptivo de la estructura y función del ADN, la síntesis de proteínas y secuencia de aminoácidos que se relacionen con el código genético.

CONTENIDOS TEMÁTICOS NIVELES DE DOMINIO DEL CONOCIMIENTO	CONEXIÓN		DESARROLLO-EVALUACIÓN				CALIFICACIÓN			TA ¹ :150
	ATENCIÓN-MOTIVACIÓN-RECUERDO		ADQUISICIÓN-CODIFICACIÓN-RECUPERACIÓN				EVIDENCIAS ²			
	ESTRATEGIA DE RECUPERACIÓN DEL CONOCIMIENTO	TA	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA	TA	ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE	TA	DESEMPEÑO	PRODUCTO	CONOC.	
1.2.4.- meiosis 1.2.5.- reproducción sexual 1.2.6. ventajas de la reproducción sexual y asexual. N: D C N: P O	Tercera entrevista: (preconcepciones de los alumnos) Pregunta: ¿Qué entiendes por CROMOSOMAS? Recordatorio de las exposiciones por parte de los alumnos - Realizar una discusión guiada a partir de una lectura general. - Aplicación de la técnica lluvia de ideas	15 min.	- Exposición docente. - Investigación documental guiada. - .documental en DVD “LA EVA CROMOSOMICA” discoveri chanel - Investigación bibliografía y visual del comportamiento de la mitosis y la meiosis - Dar ejemplos de las reproducciones sexuales y asexuales	35 min.	- Elaboración de un resumen. Del documental “LA EVA CROMOSOMICA” - Elaboración de fichas de trabajo. - Exponer mediante un esbozo el punto menos claro del tema explicado.	100 min	participación en debates 3%	Entrega de los reportes que se generaron en los temas explicados de forma individual elaborar un mapa conceptual de manera individual.	evaluación escrita cinco preguntas 10%	

ELABORO: ING. OCTAVIO GONZALEZ OCAÑA
 ASESOR DE CIENCIAS NATURALES PLANTEL 83

UNIDAD I: Reproducción y herencia

OBJETIVO: el alumno planteara la importancia de la continuidad a partir del análisis descriptivo de los procesos genéticos que se suceden en los seres vivos, en el nivel molecular y de organismos y su relación con el código genético, infiriendo los beneficios y riesgos de las aplicaciones de la genética actual.

OBJETIVO TEMÁTICO: explicara la genética molecular mediante el análisis descriptivo de la estructura y función del ADN, la síntesis de proteínas y secuencia de aminoácidos que se relacionen con el código genético.

CONTENIDOS TEMÁTICOS NIVELES DE DOMINIO DEL CONOCIMIENTO	CONEXIÓN		DESARROLLO-EVALUACIÓN				CALIFICACIÓN			TA ¹ :250
	ATENCIÓN-MOTIVACIÓN-RECUERDO		ADQUISICIÓN-CODIFICACIÓN-RECUPERACIÓN				EVIDENCIAS ²			
	ESTRATEGIA DE RECUPERACIÓN DEL CONOCIMIENTO	TA	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA	TA	ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE	TA	DESEMPEÑO	PRODUCTO	CONOC.	
1.3.- la herencia 1.3.1.- herencia mendeliana 1.3.2.- Herencia pos mendeliana 1.3.3.- teoría cromosómica 1.3.4.- herencia ligada al sexo 1.3.5.- mutaciones N: D C N: P O	cuarta entrevista: (preconcepciones de los alumnos) Pregunta: ¿Qué entiendes por MUTACION? - Realizar una discusión guiada a partir de una lectura general. - Aplicación de la técnica lluvia de ideas	25 min	- Exposición docente. - Mostrar los primeros experimentos de Mendel y sus resultados de las cruzas - -presentación de los síndromes mas comunes en power point . explicar la mutación desde el punto genético y no por errores de la medicina	35 min	- Elaboración de un resumen. - Exposiciones sobre las mutaciones que consideran sean relevantes en su comunidad -manipulación de los alelos AA y aa en fichas de combinaciones de genotipo y fenotipos	190 min	Realizar entrevistas y documentarla Para entregar un reporte con datos reales sobre la herencia genética	Elaborar un mapa conceptual de manera individual 3%	.evaluación 10%	6%

ELABORO: ING. OCTAVIO GONZALEZ OCAÑA
 ASESOR DE CIENCIAS NATURALES PLANTEL 83

UNIDAD I: Reproducción y herencia

OBJETIVO: el alumno planteara la importancia de la continuidad a partir del análisis descriptivo de los procesos genéticos que se suceden en los seres vivos, en el nivel molecular y de organismos y su relación con el código genético, infiriendo los beneficios y riesgos de las aplicaciones de la genética actual.

OBJETIVO TEMÁTICO: explicara la genética molecular mediante el análisis descriptivo de la estructura y función del ADN, la síntesis de proteínas y secuencia de aminoácidos que se relacionen con el código genético.

CONTENIDOS TEMÁTICOS NIVELES DE DOMINIO DEL CONOCIMIENTO	CONEXIÓN		DESARROLLO-EVALUACIÓN				CALIFICACIÓN			TA ¹ :150
	ATENCIÓN-MOTIVACIÓN-RECUERDO		ADQUISICIÓN-CODIFICACIÓN-RECUPERACIÓN				EVIDENCIAS ²			
	ESTRATEGIA DE RECUPERACIÓN DEL CONOCIMIENTO	TA	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA	TA	ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE	TA	DESEMPEÑO	PRODUCTO	CONOC.	
1.4.- la genética del siglo XXI 1.4.1- logros y limitaciones : proyecto genoma 1.4.2.- biotecnología <ul style="list-style-type: none"> • Industria • Agricultura • Ganadería • Medicina 1.4.3.- Bioética N: D C N: P O	Recordatorio de las clases anteriores -	15	.-Exposición docente. - Muestra de videos documentales de los beneficios que se obtienen con el manejo de la genética moderna Exposición de los avances de la genética y como ha evolucionado la ciencia medica.	60 min	- Elaboración de un resumen. - Elaboración de fichas de comparación genética - Exposición de los textos relacionados con los avances de la genética y como nos han beneficiado hasta hoy	100 min	Entrega de las investigaciones de forma individual 5% Porcentajes Desempeño 30% <u>Primer</u> <u>parcial</u>	Elaborar un mapa conceptual de manera individual 3% De evaluación Producto 30%	Evaluación final con ocho reactivos 10% Examen De con. 40% Total: 100%	

ELABORO: ING. OCTAVIO GONZALEZ OCAÑA
 ASESOR DE CIENCIAS NATURALES PLANTEL 83

UNIDAD II: Evolución

OBJETIVO: El estudiante planteara sobre los procesos evolutivos que han dado lugar a la Biodiversidad actual, a partir del análisis de las principales teorías evolucionistas, reconociéndose a sí mismo como parte de esta diversidad biológica y asumiendo una actitud de respeto.

OBJETIVO TEMÁTICO: caracterizara las primeras teorías evolucionistas y la de la selección natural mediante el análisis de las evidencias que dieron apoyo a dichas teorías.

CONTENIDOS TEMÁTICOS NIVELES DE DOMINIO DEL CONOCIMIENTO	CONEXIÓN		DESARROLLO-EVALUACIÓN				CALIFICACIÓN		
	ATENCIÓN-MOTIVACIÓN-RECUERDO		ADQUISICIÓN-CODIFICACIÓN-RECUPERACIÓN				EVIDENCIAS ²		
	ESTRATEGIA DE RECUPERACIÓN DEL CONOCIMIENTO	TA	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA	TA	ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE	TA	DESEMPEÑO	PRODUCTO	CONOC.
2.1.- teorías evolutivas 2.1.1.- primeras ideas sobre la evolución 2.1.2.- evidencias de la evolución 2.1.3.- teoría de Darwin Wallace. N: D C N: P O	Lluvia de ideas Recopilación de datos	30 min	Presentar por medios visuales DVD, ejemplos de evidencias de la evolución.	50 Min	Identificar las diversas evidencias de evolución presentados Discutir la importancia de la teoría de Darwin Wallace	170 min	Exposición individual de las clases anteriores 5%	Traer muestras de imágenes donde se manifiesta una evolución 10%	Contestar preguntas después de los temas desarrollados 5%

ELABORO: ING. OCTAVIO GONZALEZ OCAÑA
ASESOR DE CIENCIAS NATURALES PLANTEL 83

No. Plan de Asesoría: 28, 29, 30

UNIDAD II: Evolución

OBJETIVO: El estudiante planteara sobre los procesos evolutivos que han dado lugar a la Biodiversidad actual, a partir del análisis de las principales teorías evolucionistas, reconociéndose a sí mismo como parte de esta diversidad biológica y asumiendo una actitud una actitud de respeto.

OBJETIVO TEMÁTICO: caracterizara las primeras teorías evolucionistas y la de la selección natural mediante el análisis de las evidencias que dieron apoyo a dichas teorías.

CONTENIDOS TEMÁTICOS NIVELES DE DOMINIO DEL CONOCIMIENTO	CONEXIÓN		DESARROLLO-EVALUACIÓN				CALIFICACIÓN			TA ¹ :150
	ATENCIÓN-MOTIVACIÓN-RECUERDO		ADQUISICIÓN-CODIFICACIÓN-RECUPERACIÓN				EVIDENCIAS ²			
	ESTRATEGIA DE RECUPERACIÓN DEL CONOCIMIENTO	TA	ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA	TA	ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE	TA	DESEMPEÑO	PRODUCTO	CONOC.	
2.2.- la genética y la evolución 2.2.1.- teoría sintética 2.2.2.- concepto de poza genética 2.2.3.- fuentes de variabilidad y factores causantes de cambio en las poblaciones. N: D C N: P O	quinta entrevista: (preconcepciones de los alumnos) Pregunta: ¿Qué entiendes por EVOLUCIÓN BIOLÓGICA? Recordatorio de las clases anteriores	25 min	Exponer el concepto de poza genéticas así como sus características evolutivas Que tanta relación hay entre genética y evolución	40 min	Analizar la teoría sintética y la poza genética Describir mediante una presentación en power point la evolución genética delos equinos	85 min	Elaborar mapas conceptuales De genética y evolución 10%	Entrega de tareas de investigación 10%	Evaluación para recuperar conocimientos 5%	

ELABORO: ING. OCTAVIO GONZALEZ OCAÑA
 ASESOR DE CIENCIAS NATURALES PLANTEL 83

