



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

“El aprendizaje de temas relacionados con la Ingeniería Genética en el bachillerato: Factores que inciden en el rendimiento académico”

T E S I S
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

P R E S E N T A:
Biol. ARACELY ARANDAL MARTÍNEZ

TUTORA: Dra. Patricia del Carmen Covarrubias Papahiu
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

EDO.MÉX, OCTUBRE, 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPITULO I. EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA.....	8
El aprendizaje desde el constructivismo.....	8
El aprendizaje de la ciencia.....	12
El aprendizaje de la Biología en el CCH.....	16
CAPITULO II. EL RENDIMIENTO ACADÉMICO Y LOS FACTORES RELACIONADOS	20
Conceptualización del rendimiento académico.....	20
Factores relacionados con el rendimiento académico.....	25
a) Factores socioeconómicos.....	27
b) Estilos parentales.....	30
c)Prácticas de enseñanza.....	33
d) Las representaciones sociales.....	36
Las ideas previas y las representaciones sociales.....	39
CAPITULO III. LA INGENIERIA GENÉTICA Y SU ENSEÑANZA EN EL CCH.....	41
Programa de estudios del CCH.....	41
Tercera unidad ¿ Cómo se transmite y modifica la información genética?.....	44
La ingeniería genética y sus aplicaciones.....	44
Aspectos generales de la tecnología del ADN recombinante	46

Aplicaciones e implicaciones de la manipulación genética: Organismos transgénicos, terapia génica.....	47
Organismos transgénicos: plantas transgénicas.....	47
Organismos transgénicos: animales transgénicos.....	54
	58
Implicaciones bioéticas del Proyecto Genoma Humano.....	63
CAPITULO IV. ENFOQUE TEORICO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	68
Objetivo de la investigación.....	69
Enfoque metodológico de la investigación.....	70
Población objeto de estudio.....	72
Instrumentos de recolección de datos.....	73
CAPITULO V. RESULTADOS.....	76
a)Cuestionario Socioeconómico.....	76
b)Practicas de educación familiar.....	85
c) Cuestionario de conocimientos sobre la ingeniería genética.....	89
c.1) Rendimiento académico y factores socioeconómicos.....	95
c.2) Rendimiento académico y prácticas de educación familiar.....	99
d) Prácticas de enseñanza de los profesores.....	102
d.1) Rendimiento académico y prácticas de enseñanza.....	125
e) Representaciones de los estudiantes sobre la ingeniería genética.....	127
e.1) Rendimiento académico y representaciones de los estudiantes.....	150
CAPITULO VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	152
BIBLIOGRAFÍA.....	157

APENDICE.....	166
Anexo 1. Cuestionario Sociodemográfico.....	167
Anexo 2. Cuestionario de conocimientos.....	172
Anexo 3. Guión de entrevista a estudiantes.....	173
Anexo 4. Guión de entrevista a Profesores.....	174

RESUMEN

El rendimiento académico se define como el cumplimiento de metas, logros u objetivos establecidos en un área o materia, comparado con la norma de edad y nivel académico que adquiere un individuo a través del proceso de enseñanza y aprendizaje, por medio del cual el docente, en conjunto con el estudiante, puede determinar en qué cantidad y calidad, el aprendizaje facilitado, ha sido interiorizado por el alumno, y que suele ser expresado por medio de notas cualitativas o cuantitativas y se encuentra influenciado por diversos factores que pueden ser psicológicos, sociales y culturales.

Conocer algunas causas que intervienen en el desempeño de los alumnos es importante porque solo de esta manera será posible proponer alternativas que permitan disminuir el índice de reprobación y favorecer el aprendizaje de la ciencia en el nivel medio superior.

En el presente trabajo se evaluó la influencia que tienen los factores socioeconómicos, las prácticas de educación familiar, las representaciones que tienen los estudiantes acerca del conocimiento por aprender, y las prácticas de enseñanza de los profesores en el rendimiento académico de temas relacionados con la ingeniería genética. Para ello se utilizó un análisis colectivo de casos, en el que se trabajó con seis grupos de Biología (dos grupos de cada plantel) de tres planteles (Azcapotzalco, Naucalpan y Sur) del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH).

Los resultados muestran que existen diferencias estadísticamente significativas al comparar el rendimiento académico de los tres planteles, encontramos que los mejores resultados están en el plantel Azcapotzalco.

En cuanto a la relación entre el estilo de educación familiar, el nivel socioeconómico y el rendimiento académico, encontramos que no es estadísticamente significativa, no obstante, el hecho de que los alumnos estén rodeados de ambientes culturales y afectivos ricos, como lo indica la teoría e investigaciones al respecto, es un factor que favorece el rendimiento de los alumnos.

Finalmente pudimos conocer a través de entrevistas realizadas a los profesores sus prácticas de enseñanza, las cuales son muy apegadas al modelo de tipo expositivo, así como también, las representaciones que los alumnos tienen sobre temas relacionados con la ingeniería genética, ambas variables creemos tienen una influencia sobre el rendimiento académico.

INTRODUCCIÓN

El propósito del presente trabajo fue conocer los factores que inciden en el rendimiento académico. Aunque se sabe que éste es un problema multifactorial, para fines de la investigación, y dados los tiempos previstos para su realización y la posibilidad de acceso a un escenario educativo, se investigaron sólo algunos de estos factores que parecen ser los de mayor influencia en el rendimiento académico; a) nivel socioeconómico de la familia, b) el estilo de educación familiar o estilo parental, c) las prácticas de enseñanza de las que participan; y d) las representaciones que los estudiantes tienen sobre el aprendizaje de temas relacionados con la Biología.

El nivel medio superior en nuestro país enfrenta serios problemas, como son altos índices de reprobación, y deserción, ineficiencia terminal, bajo rendimiento escolar, insuficiente cobertura, entre otros, que implican retos inmediatos en los que la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) busca responder. En cuanto a los índices de reprobación, sabemos que existen ciertas asignaturas en las que el rendimiento académico de los alumnos es más bajo, tales asignaturas pertenecen a las ramas físico-matemática y químico-biológica, y es en esta última donde se localizan las asignaturas de biología. En el caso particular del Colegio de Ciencias y Humanidades, las asignaturas de Biología I y II registran un índice de reprobación elevado junto con Matemáticas de I a IV; y las materias del tercer y cuarto semestre, como Historia de México I y II, TLRIID III y IV, Física I y II.

En la asignatura de Biología I, que pertenece al área de ciencias experimentales y se cursa durante el tercer semestre de forma obligatoria, se pretende que los alumnos adquieran aprendizajes que les permitan entender y estudiar nuevos conceptos de la disciplina en los siguientes cursos, por lo que tener un bajo rendimiento en ella puede afectar su desempeño en los siguientes cursos; y para aquellos alumnos que decidan

no cursar las materias optativas de Biología III y IV, ésta es, junto con Biología II, el único acercamiento que tendrán con la biología a nivel medio superior.

Dentro de los contenidos de Biología I se encuentra el tema de la Ingeniería Genética y sus aplicaciones, ubicado en la tercera unidad:- ¿Cómo se transmite y modifica la información genética en los sistemas vivos?-. El propósito de este tema, según el programa de estudios, es que “el alumno valore los avances del conocimiento biológico en relación a la manipulación genética y sus repercusiones en la sociedad “ (CCH, 2004, p.16)

El aprendizaje de temas relacionados con la Ingeniería Genética no resulta sencillo debido a varios factores; entre ellos la falta de infraestructura en los laboratorios que permita ejemplificar de manera más explícita las técnicas utilizadas para desarrollar organismos genéticamente modificados. Además, al ser éste un tema relativamente reciente requiere del docente continua actualización y una visión objetiva sobre este tema para lograr en los alumnos una actitud crítica y reflexiva sobre el mismo, en tanto que en la actualidad es un tema polémico por sí mismo, que para el caso de nuestro país, resulta necesario para la toma de decisiones en cuanto a cuestiones legislativas y económicas en las que éstas repercuten.

Aunado a esto, frecuentemente los alumnos tienen concepciones, creencias, ideas o representaciones sobre el tema, basadas muchas veces en fuentes de información poco confiables y sin fundamento científico, que resultan en ocasiones en mitos o concepciones poco objetivas, parciales o erróneas, o bien, algunos estudiantes pueden desconocer totalmente el tema debido a una falta de interés o falta de información. Estas concepciones sin fundamento científico posiblemente influyen en su actitud hacia el aprendizaje del tema, lo que a su vez repercute en su rendimiento académico; sin olvidar que también participan otros factores, como son: psicológicos, sociales y culturales (Santrock, 2004).

Dentro de los factores sociales y culturales se encuentra la familia, que incluye la relación que establecen los alumnos con sus padres, así como los aspectos socioeconómicos.

En este sentido, algunas investigaciones reportan una relación directa entre un bajo rendimiento académico y un bajo nivel socioeconómico; sin embargo, otras si bien reportan la influencia de estos factores, señalan que no es la clase social en sí misma la que incide en el rendimiento escolar, sino a través de la familia y de la interacción social que promueve. Estas relaciones conforman una serie de rasgos en el individuo que luego serán cruciales para su comportamiento y rendimiento escolar y, por tanto, en su éxito o fracaso en la escuela.

Finalmente el espacio escolar es otro de los determinantes del fracaso o éxito escolar y por lo tanto de la permanencia en ésta. Por ello también es importante explorar cómo las propias escuelas se implican en prácticas o crean condiciones (horarios inflexibles; currículo fragmentado; estrategias de enseñanza inadecuadas, limitadas y rígidas; textos y otros materiales didácticos inadecuados; evaluación competitiva, creencias, actitudes y expectativas de profesores hacia los alumnos, entre otros), que afectan el rendimiento escolar. Si bien las escuelas pueden hacer poco en lo que respecta a las circunstancias socioeconómicas, los estilos parentales y características de los alumnos que recibe, si tiene la obligación de proporcionar ambientes educativos efectivos y ricos en experiencias para todos los alumnos.

En síntesis estamos ante una problemática compleja, y resulta muy arriesgado responsabilizar exclusivamente a los alumnos y sus entornos, como lo es responsabilizar en solitario a la escuela. Como señalan Hixson y Tinzamann (1990), aunque la responsabilidad primaria de la escuela es diseñar programas que satisfagan las necesidades de los estudiantes que reciben "...hacer a las escuelas las únicas responsables de responder a las condiciones en las vidas de los estudiantes sobre las que ellos tienen poco control absuelve igualmente a los alumnos de cualquier responsabilidad personal por su propio logro.

Hacer a la escuela la única responsable también absuelve a los padres de cualquier responsabilidad para apoyar y participar como socios en los esfuerzos que hace la escuela por sus hijos” (cit. por González, 2006, p. 6). Es por esto que resulta indispensable conocer la manera en que inciden estos factores para poder implementar acciones que permitan reducir este problema en el nivel medio superior.

Es importante enfatizar, que sólo hemos descrito algunos de los factores que parecen incidir con mayor preponderancia en el rendimiento académico, sin embargo, y también documentado en la literatura al respecto, existen otras variables que influyen en éste, como serían las relacionadas con otros espacios de socialización de los estudiantes, de su contexto local y su cultura.

Por los propósitos de la investigación que se presenta, el método elegido consistió en un estudio colectivo de casos, que de acuerdo a Stake (1998) es una herramienta para llegar a una comprensión general mediante un caso particular, por lo que su finalidad principal es llegar al conocimiento profundo del caso y sus particularidades más que a la generalización de los resultados. Es así que elegimos seis grupos de estudiantes de la misma institución (CCH) pero en contextos diferentes (Naucalpan, Azcapotzalco y Sur) por ser una metodología óptima para problemas prácticos o acontecimientos de la vida diaria, como es el rendimiento académico, para el que indagamos la influencia que tienen los factores socioeconómicos, las prácticas de educación familiar, las representaciones que tienen los estudiantes acerca de la ingeniería genética, y las prácticas de enseñanza de las que participan, en tanto consideramos son los que tienen una mayor influencia en el rendimiento académico de los alumnos.

En los siguientes capítulos se presentan los resultados de la investigación. En el primer capítulo se describe el concepto de aprendizaje desde el modelo constructivista, y se hace énfasis en la importancia que tiene el aprendizaje de la ciencia dentro del currículo escolar, problemas que enfrenta y propuestas que se plantean para su enseñanza y aprendizaje.

En el segundo capítulo se describen diferentes enfoques sobre el rendimiento académico, así como los factores que intervienen en él. Posteriormente, en el tercer capítulo, se hace una breve descripción del contenido disciplinario de la tercera unidad de la asignatura de Biología I, concerniente al tema de la ingeniería genética en el que se trabajó.

El enfoque metodológico de la investigación así como los instrumentos de recolección de datos que se utilizaron, se describen en el cuarto capítulo y en el quinto se presenta el análisis de los resultados; finalmente se presentan la discusión y conclusiones de los mismos.

CAPITULO I. EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA

EL APRENDIZAJE DESDE EL CONSTRUCTIVISMO

Muchos son los factores en juego dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje que se realiza en el espacio escolar, sin embargo el papel protagónico recae tanto en los profesores como en los estudiantes, éstos últimos adoptan mayor importancia si tomamos en cuenta que la función primordial de toda institución educativa es la formación de los alumnos para que cuenten con las herramientas necesarias que les permitan afrontar las diversas problemáticas sociales y requerimientos ocupacionales que la sociedad les demanda. En cuanto a los profesores, su función esencial es lograr el aprendizaje de ciertos conocimientos pertinentes para un nivel académico, pero además su importancia estriba en que a partir de los logros obtenidos por los alumnos muchas veces reflejados en las calificaciones que éstos obtienen se evalúa la eficacia de las prácticas educativas, de los programas de estudios y finalmente de las instituciones educativas.

El aprendizaje es una actividad inherente al ser humano, sin embargo en sentido amplio el aprendizaje no es una facultad exclusiva del humano, los animales también aprenden, en tanto pueden incorporar a la práctica ciertas pautas de comportamiento estables o duraderas. No obstante, en este trabajo tomaremos el concepto de aprendizaje como un sinónimo de aprendizaje humano

Aunque regularmente, cuando se habla de aprendizaje nos remitimos al ámbito educativo, el aprendizaje no solo ocurre dentro de las aulas, existe un aprendizaje que ocurre fuera de las instituciones educativas.

Con base en esto, se hace una primera clasificación entre el aprendizaje no formal, que comprende el conjunto de procesos, medios e instituciones específicas, diseñadas en función de objetivos de formación e instrucción pero desvinculadas del sistema educativo oficial; y el aprendizaje formal, que sucede dentro de un espacio escolar (Zapata-Ríos, 2012) siendo este tipo de aprendizaje en el que se enfocará este trabajo

La enseñanza y el aprendizaje que suceden en el espacio escolar se ajustan a un plan de estudio o currículum oficial, a un calendario escolar y son regulados por una serie de normas de obligado cumplimiento. Los aprendizajes cuyos logros se propicien de esta forma, son evaluados, acreditados y certificados en tiempo, plazo y formas precisas.

En el campo de la educación el aprendizaje constituye un objeto de estudio de naturaleza compleja que requiere para su comprensión y producción una perspectiva interdisciplinaria. Acontece en y entre individuos concretos, situado en un escenario y en un tiempo histórico preciso. Está orientado por fines y objetivos más o menos explícitos, asociados a contenidos específicos que le otorgan particular sentido y significación. El aprendizaje, así entendido, aparece estrechamente relacionado a la enseñanza que, en diversas formas y modalidades se ofertan en la cultura. Se le entiende configurado por diversos procesos entre los que destacan los mecanismos y vínculos intersubjetivos que se establecen entre quienes enseñan y quienes aprenden en los que ocupa un lugar relevante las representaciones y concepciones en torno al contenido en cuestión.

Existen diferentes enfoques que además de explicar los mecanismos por los cuales los individuos aprenden y son capaces de incorporar nuevos conocimientos también aclaran el modo en que se sugiere enseñar en tanto tienen una forma particular de definir el aprendizaje.

En este trabajo se abordará el aprendizaje desde el constructivismo, que si bien no puede ser considerado una corriente epistemológica, actualmente es una de las tendencias educativas más prominentes por su amplio reconocimiento y prestigio en el ámbito escolar y en el desarrollo del currículo, por lo que está a la vanguardia del discurso pedagógico.

De acuerdo con César Coll (1990), los enfoques psicológicos que convergen en una orientación constructivista de la educación son: el cognitivo, principalmente con los aportes de la teoría genética del desarrollo intelectual de Piaget (denominado constructivismo psicopedagógico); las teorías del procesamiento humano de la información como la de Gagné; la teoría del aprendizaje significativo de Ausbel y el enfoque sociocultural de Vygotsky (denominado constructivismo sociocultural).

Aunque estos enfoques parten de problemáticas de estudio, supuestos teóricos y prescripciones metodológicas distintas, coinciden en el papel constructivo del alumno en los aprendizajes escolares, en su actividad mental constructiva y en la importancia que se da a la organización de la enseñanza que contempla la ayuda ajustada para el aprendizaje a partir de sus conocimientos y experiencias (Coll, 1990)

El constructivismo sostiene que el aprendizaje es esencialmente activo. Una persona que aprende algo nuevo, lo incorpora a sus experiencias previas y a sus propias estructuras mentales. Cada nueva información es asimilada y depositada en una red de conocimientos y experiencias que existen previamente en el sujeto. Podemos decir que el aprendizaje no es ni pasivo ni objetivo, por el contrario es un proceso subjetivo que cada persona va modificando constantemente a la luz de sus experiencias.

En este proceso de aprendizaje constructivo, el alumno asume el papel fundamental en su propio proceso de formación. Es el alumno quien se convierte en el responsable de su propio aprendizaje, mediante su participación y la colaboración con sus compañeros.

Para esto habrá de automatizar nuevas y útiles estructuras intelectuales que le llevarán a desempeñarse con suficiencia no sólo en su entorno social inmediato, sino en su futuro profesional. Es el propio alumno quien habrá de lograr la transferencia de lo teórico hacia ámbitos prácticos, situados en contextos reales (Monroy, et al., 2009).

Los postulados básicos de la orientación constructivista se consideran como un marco referencial psicológico para la educación escolar, postulados que se derivan de la forma de entender las relaciones entre desarrollo, aprendizaje, cultura y educación, que para Coll (1990) se organizan en torno a tres ideas fundamentales:

- El alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje.
- El alumno construye y reconstruye objetos de conocimiento que ya están contruidos.
- El profesor sustituye su función clásica de transmisor de conocimiento por la del profesor como orientador y guía

Estos postulados constructivistas se oponen a la idea de que alumno es un simple receptor o reproductor de conocimientos, o que el desarrollo es una simple acumulación de aprendizajes determinados. Plantean, más bien, que la enseñanza preste ayuda pedagógica al alumno para que desarrolle la capacidad de realizar aprendizajes significativos por sí mismo, mediante una amplia gama de situaciones en las que se contemplen de manera integral los componentes intelectuales, sociales y afectivos del aprendizaje que enriquezcan su conocimiento del mundo físico y social que potencien su crecimiento personal (Coll, 1990)

Finalmente, con respecto al concepto de aprendizaje, tomando en cuenta los postulados del constructivismo, podemos definirlo como “un proceso de construcción y reconstrucción cognoscitiva del conocimiento llevada a cabo por procesos internos de los individuos, pero influenciado por el contexto socio-histórico al que pertenecen que le permiten otorgarle un significado e incorporarlo a su estructura cognoscitiva para aplicarlo a nuevas tareas que se presenten” (Pozo, 1997, Zapata-Ros, 2012;Orozco, 2009).

Debido a que la investigación que se reporta es sobre el aprendizaje de temas relacionados al ámbito científico, es necesario hacer una breve descripción sobre la importancia que tiene el aprendizaje de la ciencia dentro del currículo escolar, los problemas a los que se enfrenta, y las propuestas que se plantean para su enseñanza y aprendizaje.

EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA

Vivimos en un mundo donde la ciencia y la tecnología juegan un papel primordial en todos los sentidos (económico, social y político), es por ello que resulta indispensable dotar a la población de las habilidades, conocimientos y actitudes de la cultura científica y tecnológica que le permita comprender y aproximarse a la complejidad y globalidad de la realidad contemporánea para poder relacionarse con su entorno. En este sentido, para el caso de las ciencias naturales, y particularmente de la biología, es necesario incorporar sus avances a la vida social, en tanto se han convertido en una clave esencial para comprender el mundo.

Es importante acceder a los conocimientos científicos por múltiples razones, pues como dice Claxton, 1994; en Niedo y Macedo, 1998; p10 "... importan en términos de la búsqueda de mejores maneras de explorar el potencial de la naturaleza, sin dañarla y sin ahogar al planeta...". Además el aprendizaje de la ciencia es necesario para lograr la alfabetización científica y la educación ciudadana; la primera hace referencia a que los individuos que forman parte de una población cuenten con los conocimientos científicos mínimos que les permitan participar dentro de la sociedad; y la segunda significa que la población sea capaz de comprender, explicar, interpretar y actuar en la sociedad participando activamente sobre los problemas del mundo, proponiendo soluciones y alternativas desde una perspectiva objetiva para lograr una relación óptima entre la sociedad y el ambiente (Martín- Díaz, 2002).

Asimismo, la enseñanza de las ciencias favorece en niños y jóvenes el desarrollo de sus capacidades de observación, análisis, razonamiento, comunicación y abstracción; permite que piensen y elaboren su pensamiento de manera autónoma. Además, al tener una cultura científica, el niño y el adolescente desarrollan su personalidad individual y social (Neida y Macedo, 1998). Los aportes de las Ciencias de la Naturaleza deberán facilitar la aproximación de los alumnos a la realidad natural y contribuir a su mejor integración en el medio social, haciéndolos conscientes de su papel en la conservación del medio ambiente, más capaces de conocerse y preocuparse por una mayor salud física y mental, y más responsables ante el impacto de la tecnología en el mundo actual (Lomelí, 1991).

Sin embargo, el aprendizaje de las ciencias no resulta una tarea sencilla debido a diversos factores. Lo primero que podemos apuntar es que muchas veces las prácticas escolares se centran en tareas rutinarias o carentes de significado científico lo que limita su utilidad o aplicabilidad por parte de los alumnos, o también su interés y relevancia, lo cual tiene como consecuencia la manifestación de actitudes inadecuadas o incompatibles con la ciencia, que se traducen en una falta de motivación o interés y relevancia por su aprendizaje y escasa valoración de sus saberes. Además de la falta de interés, los alumnos tienden a asumir actitudes inadecuadas con respecto a la ciencia, adoptando posiciones pasivas, esperando respuestas en lugar de formularlas, menos hacerse preguntas así mismos; o concebir los experimentos como demostraciones y no como investigaciones; o asumir que el trabajo intelectual es de tipo individual y no cooperativo y búsqueda conjunta; o bien, considerar la ciencia como un conocimiento neutro y desligado de sus repercusiones sociales (Campanario, y Moya, 1999).

El aprendizaje de la ciencia dentro de las aulas resulta una tarea compleja porque aunado a las dificultades que se describieron anteriormente, se suman las exigencias de la escuela a través de sus políticas, visión y misión, así como la forma en que se estructura el currículo, los horarios y hasta el espacio dentro de las aulas. Es bien sabido que son pocas las escuelas que cuentan con espacios de laboratorios, y en muchos casos cuando se tienen éstos son precarios en material y reactivos, la cantidad de sesiones que se destinan al laboratorio son insuficientes lo cual también limita la acción de los docentes.

Aunado a esto, existen las concepciones, creencias, ideas o representaciones sobre el tema, que han sido elaboradas muchas veces en fuentes de información poco confiables y sin fundamento científico. O bien, algunos estudiantes pueden desconocer totalmente el tema, debido a una falta de interés o falta de información. Estas concepciones sin fundamento científico posiblemente influyen en su actitud hacia el aprendizaje del tema, lo que a su vez repercute en su rendimiento académico.

Sin embargo en los últimos años se han realizado múltiples investigaciones que tienen como objetivo indagar acerca de las estrategias necesarias para optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la ciencia. Dentro de estas estrategias podemos mencionar al aprendizaje por descubrimiento, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje por investigación y finalmente el aprendizaje a través del cambio conceptual, sobra decir que cada una de estas estrategias se encuentra sustentada en alguna de las teorías del aprendizaje y que cada una de ellas presentan tanto ventajas como desventajas, que no son motivo de este trabajo, pero coinciden en descartar el modelo de aprendizaje por transmisión, así como en:

- a) Buscar unir el aprendizaje escolar con el contexto en que se encuentra inserto el estudiante lo cual garantiza la utilidad y funcionalidad de los conocimientos que se adquieren

- b) Insertar al alumno en el medio escolar haciéndolo participante activo de su proceso de aprendizaje y de su propia formación.
- c) Implicar al personal docente en la propia tarea del aprendizaje al diseñar, adaptar, ajustar y corregir las actividades de aprendizaje, de acuerdo con las características de los alumnos a los que van dirigidas
- d) Indagar las preconcepciones que tienen los estudiantes y utilizarlas como punto de partida para la integración y asimilación de los nuevos conocimientos.
- e) Fomentar las habilidades de búsqueda, interpretación y análisis de información, así como guiar a los alumnos para que logren el contraste de las diversas fuentes de información.
- f) Utilizar actividades que planteen un problema o una situación que hagan que el alumno entre en un conflicto entre sus preconcepciones y las teorías científicas, que lo motive a aprender y esforzarse (Campanario y Moya, 1999; Lomelí, 1991).

Finalmente cabe señalar que aunque ninguna de estas estrategias resulta ser una panacea para el aprendizaje, si ofrecen más beneficios que las prácticas tradicionales, que si bien en determinado momento éstas resultan más cómodas y rápidas de realizar tanto para alumnos como profesores, es necesario pensar en el tipo de aprendizajes que logran obtener los estudiantes. El fomentar en los alumnos estrategias de aprendizajes y habilidades de pensamiento es una tarea compleja y no solo eso, implica en el caso de los profesores, dejar de lado el protagonismo y sentir que con ello se merma su autoridad; Y en el caso de los alumnos, exigirles ser responsables de su aprendizaje y mantener siempre una actitud proactiva. En pocas palabras se trata de dejar de lado el conservadurismo y la resistencia al cambio.

EL APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA EN EL CCH

Con respecto a la enseñanza de la biología en nivel medio superior, sobra decir que resulta necesaria durante el bachillerato, pues durante esta etapa que los alumnos pueden asimilar y enriquecer conscientemente elementos básicos de la cultura del medio y particularmente, la cultura que se imparte en este nivel educativo no puede reducirse a repetir los datos elementales o básicos que se transmiten en la educación elemental o básica, ni pretender ambiciosamente, agotar las especificaciones o determinaciones de la más alta calidad, es decir, no pretender que el alumno conozca todo, sino que aprenda en primer lugar, lo que le sirve de manera individual y socialmente, así como las habilidades, las técnicas y los procedimientos del trabajo intelectual.

Con el estudio de la biología se pretende que el alumno pueda redondear e incorporar a sus esquemas previos de conocimiento, nociones sobre: la regularidad y la diferenciación; entre lo estable y lo mutable, entre lo característico y distintivo; entre el cambio y la transformación, entre la ruptura y la continuidad, entre el equilibrio y el desajuste, entre el cambio cuantitativo y cualitativo; entre la colaboración y la competencia (Lomelí, 1991).

La enseñanza de biología, desde sus inicios en el sistema educativo, ha enfrentado la problemática de entender y explicar el mundo vivo desde el punto de vista científico. Del mismo modo la enseñanza de esta materia en el bachillerato debe incorporar los avances alcanzados por las nuevas líneas de investigación biológica, tanto en el nivel teórico como en el experimental. La tarea docente consiste, por un lado, en ampliar y profundizar los conocimientos sobre los procesos básicos que operan la vida y por otra parte, promover una actitud investigadora, científica y crítica en el alumnado. Dentro del contexto de cómo se conciben la ciencia y el conocimiento científico en el bachillerato, el Colegio de Ciencias y Humanidades, se propone ofrecer a los alumnos una serie de aprendizajes que consideren aspectos básicos del quehacer científico.

Bajo este planteamiento, los programas de estudios de biología del CCH consideran la enseñanza de la biología bajo dos aspectos: el disciplinario y el didáctico. El enfoque disciplinario propone una visión integral de la biología teniendo como eje estructurante a la biodiversidad y cuatro ejes complementarios, para construir el conocimiento biológico, que permean en las distintas unidades y temáticas de los programas: el pensamiento evolucionista, el análisis histórico, las relaciones sociedad-ciencia-tecnología y las propiedades de los sistemas vivos.

Con respecto al aspecto didáctico, los programas de estudio del CCH hacen referencia a que para facilitar la construcción del conocimiento, es importante la utilización de estrategias didácticas que promuevan el aprendizaje significativo, pero además el profesor tiene el reto de que los alumnos adquieran y desarrollen habilidades que les permitan enfrentar con éxito no sólo los problemas relacionados con la biología sino que también puedan comprender la relación que existe entre ciencia, sociedad y naturaleza y así desarrollen una ética de responsabilidad individual y social.

En este sentido, el programa del Colegio de Ciencias y Humanidades para el caso específico de las ciencias experimentales en que se comprende a la química y la biología busca que al egresar el estudiante:

Comprenda la naturaleza, sus cambios y los principios que los explican
(...) Adquiera una visión de la ciencia coherente con la cultura de nuestra época (...)
Se interese en la ciencia y valore el desarrollo científico y tecnológico (...)
Aplique adecuadamente los conocimientos (...)
Desarrolle una ética de responsabilidad y compromiso con la naturaleza y el hombre mismo (CCH, 2004, p.8)

Como podemos ver, lo que se pretende con la enseñanza de la ciencia no es solo que los alumnos aprendan conceptos propios de la asignatura, si no también dotarlos de habilidades de carácter social, para que adquieran seguridad en el momento de debatir ciertos temas de actualidad.

Asimismo, introducirlos en el valor funcional de la ciencia, capaz de explicar fenómenos naturales cotidianos, y dotarlos de los instrumentos necesarios para indagar la realidad natural de manera objetiva, rigurosa y contrastada, y con ello evitar que la información y las decisiones sobre la ciencia estén cada vez en menos personas; además se pretende que los ciudadanos puedan opinar, participar y votar sobre temas científicos.

Desde esta perspectiva, resulta importante el aprendizaje de los contenidos de la asignatura de Biología I ya que le permitirán al alumno poder estudiar y entender nuevos conceptos de la disciplina en los siguientes cursos, por lo que tener un bajo rendimiento en ella puede afectar su desempeño en los siguientes cursos, y por otra parte, para aquellos alumnos que decidan no cursar las materias optativas de Biología III y IV, lo aprendido en Biología I y II será el único acercamiento que tendrán con estos contenidos disciplinarios a nivel medio superior.

Como hemos mencionado, al desarrollarse los procesos de aprendizaje dentro del espacio escolar, éste debe de ser evaluado, y los logros adquiridos están estrechamente relacionados con la asignación de una calificación numérica, lo que se supone revela el nivel de aprendizaje adquirido, que se refleja en el rendimiento académico del alumno. Sin embargo, el rendimiento académico va más allá de la sola responsabilidad del alumno o de los maestros, pues se encuentra influenciado por múltiples factores, tanto biológicos, como los procesos de maduración cognoscitivos, y sociales, dentro de los cuales se incluyen a la familia, los amigos y la propia escuela. En ésta última se incluyen las políticas educativas, la forma en que se estructura el currículo, las prácticas de enseñanza del docente, y los psicológicos como son las representaciones que tiene los sujetos de ellos como estudiantes y de los conocimientos que se presentan en el aula.

La forma en que estos factores influyen e interactúan se refleja en el éxito o fracaso escolar, que de manera tradicional se expresa en las calificaciones que el profesor y el mismo sistema educativo exigen y asignan a través del proceso de evaluación.

En el caso particular del nivel medio superior, en nuestro país, el bajo rendimiento escolar es uno de los muchos problemas que enfrenta, y particularmente el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) el problema de bajo rendimiento se agudiza en algunas asignaturas que de manera constante registran un mayor índice de reprobación, en primer lugar Matemáticas de I a IV semestres; en las materias del tercer y cuarto semestre, Historia de México I y II, Taller de Lectura Redacción e Iniciación a la Investigación Documental III (TLRIID III) y IV, Física I y II y Biología I y II, y se incrementa con la no presentación (NP), lo que acentúa la irregularidad en las trayectorias escolares. Según el modelo de acreditación, al no aprobar, concretamente más de dos materias al término del primer semestre, el egreso en tres años resulta para el alumno, cada vez más improbable

Por último, es importante considerar que los estudiantes de educación media superior, cuyas edades fluctúan entre los 15 y 19 años, inclusive algunos hasta los 22, se encuentran en la etapa de la adolescencia, caracterizada por cambios significativos en todas las áreas de su desarrollo. En relación al ámbito escolar, el rendimiento académico se convierte en algo mucho más serio, en tanto que la mayoría empieza a percibir los éxitos y fracasos actuales como predictores de cómo les irá en la vida cuando sean adultos (Santrock, 2004).

Durante esta etapa el fracaso escolar tiene efectos delicados, ya que para los alumnos que fracasan las consecuencias suelen ir más allá del aumento del ausentismo escolar, de la aparición de los “desertores escolares” o del repudio del sistema educativo, pues pueden alterar y/o determinar las expectativas de vida y las oportunidades de empleo a las que aspiran (Osorio, Mejía y Navarro, 2009). En tal sentido, se dice que los adolescentes empiezan a sentir que el juego de la vida tienen que jugarlo de verdad. Es por esto que resulta importante el poder conocer los factores que mayormente inciden en el rendimiento académico pues lo importante no solo es conocer cuántos alumnos fracasan o son exitosos en el ámbito escolar, sino también saber quiénes son y qué factores están incidiendo en su rendimiento académico.

CAPITULO II. EL RENDIMIENTO ACADÉMICO Y LOS FACTORES RELACIONADOS

CONCEPTUALIZACIÓN DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO.

Probablemente una de las dimensiones más importante en los procesos de enseñanza y aprendizaje lo constituye el rendimiento académico del alumno porque es finalmente lo que refleja la forma en que fue interiorizado el aprendizaje y por lo tanto lo poco o mucho que el alumno logró aprender.

La complejidad del rendimiento académico inicia desde su conceptualización, en tanto que los autores que analizan el tema lo denominan de diferentes formas, como aptitud escolar, desempeño académico o rendimiento escolar, sin embargo, las diferencias parecen ser solo en las denominaciones, pues al analizar sus significados éstos son similares y son utilizados por los investigadores de manera indistinta.

Dentro de la escuela existen objetivos específicos en los programas de estudio que indican hasta dónde el estudiante tendrá que alcanzarlos para que se considere que ha logrado un rendimiento académico adecuado. De acuerdo con Carranza y Carrera (2007), desde un punto de vista normativo “el rendimiento académico se impone generalmente como una exigencia del docente y de la institución. De manera común, el maestro parte de la base de que el rendimiento es una exigencia” (p. 9)

Bajo esta misma concepción normativa y evaluativa se encuentran las siguientes dos definiciones; la primera es la propuesta por Edel (2003), quien menciona que el rendimiento académico es “el grado de conocimientos que a través de la escuela, reconoce el sistema educativo que posee un individuo el cual es expresado por medio de las calificaciones asignadas por parte del profesor”.

La segunda, es la que menciona Álvarez (1996; en Osornio *et al.*, 2008, p. 3), definiéndolo como “el cumplimiento de metas, logros y objetivos establecidos en el programa o asignatura cursado por el alumno que desde un punto de vista operativo este indicador se limita a la expresión de una nota cuantitativa o cualitativa”)

Como se puede ver, el contenido evaluativo y normativo de estas dos conceptualizaciones hace que el rendimiento académico sirva como una herramienta o medio para la selección y clasificación de individuos de la escuela, es decir, las calificaciones designadas por el profesor y respaldadas por la institución educativa permite valorar las capacidades y habilidades que el alumno haya adquirido y con base en esto hacer la distinción entre el fracaso y el éxito escolar.

De acuerdo con las dos definiciones anteriores, se encuentra la propuesta por Jiménez (2000; en Edel, 2003, p. 2) la cual postula que el rendimiento escolar es un “nivel de conocimientos demostrado en un área o materia comparado con la norma de edad y nivel académico” . Aunque como vemos este autor no menciona de manera explícita la asignación de notas o calificaciones como reflejo del desempeño del alumno, deja claro que el nivel de conocimientos adquiridos debe ser acorde a los tiempos que marcan las normas de la institución, es decir, aquellos alumnos que repiten años o bien tardan más tiempo en terminar un nivel académico, pueden ser clasificados como alumnos de bajo rendimiento pues se encuentran desfasados en tiempo y nivel académico que dictan las normas educativas, pero esto no depende exclusivamente de su capacidad, aptitudes o competencias.

Acorde con esto se encuentran las actuales tendencias educativas encaminadas a medir los logros escolares y en general la calidad y eficiencia de la educación a través de pruebas estándares dictadas por organismos internacionales como lo es el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE (PISA, por sus siglas en inglés), y que tiene por objeto medir hasta qué punto los alumnos cercanos al final de la educación obligatoria han adquirido algunos de los conocimientos y habilidades necesarios para la participación plena en la sociedad del saber.

Por otra parte, a nivel nacional se lleva a cabo la Evaluación Nacional de Logro Académico en los Centros Escolares –mejor conocida como **ENLACE- de Primaria, Secundaria y Media Superior** que tiene como objetivo medir el aprendizaje de los alumnos de diferentes niveles, así como la forma en que se lleva a cabo la enseñanza y los materiales didácticos que se emplean. Ambas pruebas se asumen como la única dimensión analítica para formar criterios sobre el rendimiento académico. Sin embargo, la simple medición de los rendimientos alcanzados por los alumnos no provee por sí misma todas las pautas para la acción destinada al mejoramiento de la calidad educativa (<http://www.oecd.org/>, <http://www.enlace.sep.gob.mx>).

Desde una aproximación más constructivista de la educación se encuentra la definición proporcionada por Alves y Acevedo (1999; en Armenta *et. al.*, 2008, p. 156), ellos asumen que el rendimiento académico es “el resultado del proceso de aprendizaje, a través del cual el docente en conjunto con el estudiante puede determinar en qué cantidad y calidad, el aprendizaje facilitado, ha sido interiorizado por este último”. Esta conceptualización del rendimiento académico contrasta con las anteriores en las que se pueden apreciar prácticas evaluativas más tradicionales, en las que las calificaciones son asignadas únicamente por el profesor.

Armenta, Pacheco y Pineda (2008) proponen una definición operativa del rendimiento académico cuando se refieren al nivel superior, que de forma esquemática se establece a través de los siguientes criterios:

- 1) Rendimiento inmediato: Resultados y calificaciones que obtienen los estudiantes a lo largo de sus estudios hasta obtener el título correspondiente.
 - a) Rendimiento en sentido amplio: Éxito (finalización puntual de titulación en los años previstos en el plan de estudios); retraso (finalización empleando más tiempo) y abandono de estudios.
 - b) Regularidad académica: Tasa de presentación o no a los exámenes.
 - c) Rendimiento en sentido estricto: Notas obtenidas por los estudiantes.

- 2) Rendimiento diferido: Se refiere a la aplicación o utilidad que la formación recibida tiene en la vida laboral y social. La valoración de éste es mucho más compleja, ya que entran en juego otras variables de índole personal de los sujetos, difíciles de cuantificar.

En esta definición, se aprecia la diferenciación de criterios con la que se puede comprobar el rendimiento académico en diferentes momentos de la enseñanza, ya no solo puede ser evaluado con base en números aprobatorios o reprobatorios, si no que puede ser evaluado en función de su desempeño laboral y social que desarrolle el individuo.

Otra definición de rendimiento académico que contrasta con las anteriores es la propuesta por Gómez (1992; en Carranza y Carrera, 2007:8), quien considera al rendimiento escolar como “la capacidad (la cual se entiende como las posibilidades histórico-sociales) que se manifiesta de manera diferenciada entre los distintos individuos que están ubicados en el ámbito educativo, que se plasma a través de la ejecución individual y puede ser clasificada, a partir del cumplimiento o no de los objetivos del programa educativo oficial, los exámenes y las normas escolares”. Al definir al rendimiento académico como una capacidad parecería que es inherente a los seres humanos y por lo tanto determinantes, es decir, aquellos individuos que poseen baja capacidad están predestinados al fracaso escolar independientemente de otros factores extraescolares que podrían afectar o favorecer su rendimiento.

Sin embargo, al conceptualizar al rendimiento académico desde un punto de vista evaluativo, resulta necesario considerar no solo el desempeño individual del estudiante sino la manera como es influido por el grupo de pares, el aula o el propio contexto educativo.

En este sentido, Morales (1999; en Armenta, Pacheco y Pineda, 2008, p. 155) menciona que “el rendimiento académico es la resultante del complejo mundo que envuelve al estudiante determinado por una serie de aspectos cotidianos (esfuerzo, capacidad de trabajo, intensidad de estudio, competencias, aptitud, personalidad, atención, motivación, memoria, media relacional), que afectan directamente el desempeño académico de los individuos. Otros factores pueden ser psicológicos y emocionales, y otros referentes del contexto sociocultural”.

No obstante, y como se ha mencionado, uno de los criterios más empleados por los investigadores para estudiar y medir o cuantificar el rendimiento académico son las calificaciones escolares, esto debido a cuestiones prácticas y a que éstas parecen ser en muchos casos la única forma de observar los logros alcanzados por los alumnos. Aunque debemos aclarar que no siempre existe una relación proporcional entre las calificaciones y el nivel de conocimientos adquiridos.

Para los fines que tiene esta investigación, y tomando en cuenta las propuestas antes descritas por los autores, concebimos al rendimiento académico como el cumplimiento de metas, logros u objetivos establecidos en un área o materia, comparado con la norma de edad y nivel académico que adquiere un individuo a través del proceso de enseñanza-aprendizaje, por medio del cual el docente, en conjunto con el estudiante, puede determinar en qué cantidad y calidad, el aprendizaje facilitado, ha sido interiorizado por el alumno, y que suele ser expresado por medio de notas cualitativas o cuantitativas (Alves y Acevedo, 1999; Edel, 2003 y Jiménez, 2000).

FACTORES RELACIONADOS CON EL RENDIMIENTO ACADÉMICO

En la actualidad existen numerosas investigaciones que intentan explicar diversos factores que intervienen en el desempeño académico de los estudiantes, aunque la mayoría de las investigaciones se enfocan a explicar el extremo negativo de éste, es decir el denominado fracaso escolar; son esos mismos factores los que propician el éxito escolar.

De manera general, parece existir un consenso en la lista de los factores asociados al rendimiento académico que van desde lo personal hasta lo sociocultural, habiendo la mayoría de las veces una mezcla tanto de factores personales como sociales. Dentro de los factores personales que se han estudiado, se encuentran la inteligencia o aptitudes intelectuales, el autoconcepto, la autoestima, el esfuerzo, la memoria, las competencias, el nivel de pensamiento formal y la disposición del propio alumno. Y en los aspectos socioculturales, se mencionan el ambiente familiar, los factores socioeconómicos, la amplitud de los programas de estudio, las metodologías de enseñanza utilizadas, los conceptos previos que tienen los alumnos, el funcionamiento del sistema educativo, entre otros.

Diferentes autores pretenden explicar el acto educativo de forma directa o referencial a partir de tales factores, los resultados de dichos estudios acerca del rendimiento académico son de distinto peso. Por ejemplo, Sánchez (2009) encuentra relación entre las características individuales (el sexo, la edad, el estado civil, la situación laboral) y el promedio del bachillerato con las altas tasas de deserción y bajo rendimiento académico. Ovejero, Álvarez y Fernández (1994) relacionan el fracaso escolar con la clase social de pertenencia, el nivel de aspiración educativo y las aptitudes intelectuales. Santín (2001) analiza la relación entre el nivel de estudios de los padres y los hábitos de estudio de los hijos con su rendimiento académico.

Torres y Rodríguez (2006) describen la relación entre el apoyo que los estudiantes reciben de su familia y su ejecución académica. Osorio, Mejía y Navarro (2009) estudian la relación entre los factores psicosociales y el rendimiento académico en asignaturas como la Física. Cárdenas y Cortés (2009) analizan la relación entre los estilos parentales y atribuciones causales con el rendimiento académico. Méndez (2009) analiza las aspiraciones académicas de los padres sobre los logros futuros de sus hijos dentro del sistema escolar como una variable predictiva de su rendimiento académico.

Osornio y colaboradores (2008) analizan la relación entre diversos factores sociodemográficos con el rendimiento académico de estudiantes particularmente de la carrera de médico cirujano. Sotelo, Echeverría y Ramos (2009) describen la relación entre la autoeficacia y el rendimiento escolar. Galicia, Sánchez y Robles (2009) estudian la relación entre aprovechamiento escolar y depresión en adolescentes. Rojas, Moreno y Naranjo (2006) analizan la relación entre las atribuciones causales de los alumnos y su rendimiento en la asignatura de matemáticas.

Como se puede ver, los estudios sobre rendimiento académico no solo consideran el análisis de las percepciones de los alumnos sobre la habilidad y el esfuerzo, como tampoco se reducen a la simple relación entre inteligencia y actitudes del estudiante. Es importante entonces analizar el escenario y la población a la cual va dirigida la educación, considerar el contexto sociocultural y educativo en el cual se han desarrollado los estudiantes; evaluar sus necesidades, intereses y problemas para poder desarrollar políticas que apoyen un mejor rendimiento académico.

Es por ello que en los siguientes apartados se abordarán solo algunos de estos factores que parecen ser los de mayor influencia en el rendimiento académico, y son los que se consideraron en la investigación realizada; a) nivel socioeconómico de la familia, b) estilo de educación familiar, c) las prácticas de enseñanza de las que participan los estudiantes; y sus representaciones sobre la ingeniería genética

a) Factores socioeconómicos

De acuerdo con Benítez y colaboradores (2004) el nivel socioeconómico se refiere a “la cantidad y calidad de los recursos económicos, familiares y de grupo, y está relacionado con los estilos de vida, con el nivel de estudios de los padres, la importancia que se le da a los estudios y los medios socioeconómicos que se destinen”. De esta manera los factores socioeconómicos son parte importante del ambiente en el que los alumnos se desenvuelven y por lo tanto un factor preponderante en su desempeño académico. Así mismo el origen y el capital cultural representan un papel importante en esta variable.

Chain (1995) los clasifica de acuerdo a su dimensión como:

1. Condiciones económicas de la familia, representado por los indicadores de nivel de ingreso y número de personas que dependen de él, tipo de vivienda y número de hermanos, así como también el medio de transporte.
2. Escolaridad de los padres, siendo el indicador el grado de estudios máximo de ambos.
3. Ocupación del jefe de la familia, cuyos indicadores son rama, posición y ocupación en que se ubica la cabeza de la familia.
4. Expectativas familiares en torno a los estudios universitarios, cuyos indicadores son interés por el ingreso al nivel superior, prioridad de los estudios y consideración de la familia sobre la calidad de la institución.
5. Medios económicos para el estudio, cuyo indicador es la opinión de los estudiantes en torno a la suficiencia de los medios económicos (cit. por Cú y Aragón, 2006)

Diversas investigaciones realizadas en los últimos años han constatado la relación existente entre el nivel socioeconómico y las trayectorias educacionales, encontrando que los grupos menos favorecidos (bajos niveles económicos y culturales) presentan mayores dificultades con el rendimiento académico y registran mayores índices de reprobación y deserción escolar que aquellos con mayores recursos económicos.

El estudio de las variables socioeconómicas y su influencia en el rendimiento se ha estudiado a través de planteamientos que relacionan las condiciones materiales de vida y las condiciones culturales. Las primeras se observan a través de los ingresos, tipo de vivienda y la composición familiar, categorías laborales de los padres. Las segundas se operativizan a través del nivel de escolaridad de los padres, valoración de la educación, patrones lingüísticos, hábitos de estudio y esparcimiento así como el acceso a bienes culturales como libros, revistas, juegos, etc. (Pérez, s/f).

Desde esta perspectiva, De Olivera (2000; en Osorio, Mejía y Navarro, 2009) menciona 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 exige al estudiante que ayude económicamente para resolver dichas necesidades y que no pierda el tiempo estudiando. Asimismo, hay estudiantes con hijos, por lo que sus obligaciones prioritarias son otras, o estudiantes que aunque no trabajan fuera de casa, se encargan de todas las labores domésticas, y en ocasiones de la crianza de sus hermanos más pequeños, sobre todo las mujeres.

Otro estudio por Santini (2001) reporta una relación significativa entre el número de libros existentes en casa y el contar con computadora, con un buen desempeño académico. Así mismo Ovejero, García y Fernández (1994) confirman la correlación entre estas dos variables, tomando en cuenta el nivel académico de estudiantes de bachillerato. De igual forma, en un estudio realizado por Osornio y colaboradores (2008) concluyen que a mayor nivel educativo de los padres, mayor rendimiento académico, y que a mayor ingreso familiar menor índice de reprobación en estudiantes de medicina.

En otro estudio con estudiantes universitarios de la Universidad Autónoma de Baja California, Armenta y colaboradores (2008) encontraron que el promedio de los alumnos cuyos padres estudiaron hasta el nivel secundaria-preparatoria se encuentran dentro del rango promedio del rendimiento escolar de la Universidad, pero que existe una relación directamente proporcional entre la cantidad de ingreso económico y mejor rendimiento escolar.

Esto puede ser explicado tanto por la cantidad de recursos culturales a la que pueden acceder los estudiantes, como por la disponibilidad de tiempo que tienen para desarrollar las tareas escolares, pues la mayoría de estos estudiantes no tienen que dividir su tiempo entre la escuela y el trabajo y además el nivel de aspiración de los padres hacia los logros académicos de sus hijos, así como el capital cultural con el que cuenta la familia es mayor que en los alumnos de estratos socioeconómicos más bajos. Así lo exclusivamente económico no tiene por qué ser determinante en el rendimiento escolar.

Sin embargo, no todos los autores están de acuerdo con las relaciones entre rendimiento académico y la posición socioeconómica; hay quien afirma que, el nivel social no tiene influencia sobre la calificación y que el éxito académico depende exclusivamente de la inteligencia del individuo (Carabaña, 1979). Asimismo Sánchez (2009) reporta la inexistencia de la relación entre el rendimiento académico y los factores socioeconómicos, concluyendo que el hecho de provenir de un hogar de escasos recursos económicos y materiales, así como contar con padres que no tuvieron acceso a la educación superior, no explica los altos niveles de deserción escolar que se presentan en el primer año de estudios en la UAM-Azcapotzalco. De igual forma los resultados reportados por Osornio, Mejía y Navarro (2009) mostraron que no existía correlación significativa entre condiciones materiales de vida y el rendimiento académico de estudiantes del nivel medio superior.

Como se puede observar, los factores socioeconómicos influyen en el aprovechamiento escolar de los estudiantes, sin embargo, no parecen ser determinantes, por lo que también es necesario tener un acercamiento a las condiciones de estudio, a los recursos con que cuentan los alumnos para mejorar su aprovechamiento escolar, a los espacios que ofrece la escuela, a los apoyos institucionales, actividades culturales y recreativas, permite identificar la influencia de cada uno de éstos y en conjunto observar su impacto en la trayectoria escolar.

b) Estilos parentales

Los resultados escolares de los alumnos son producto de la interacción entre los recursos socio-afectivos que aporta la familia a la educación de los hijos y los aportados por la escuela, dichas contribuciones son diferentes; por un lado, el ambiente familiar favorece a la formación de determinadas actitudes, promueve el autoconcepto y fomenta las atribuciones de esfuerzo, por su parte, la escuela lo que hace es proporcionar oportunidades, formular demandas y reforzar comportamientos. Y dado que en los procesos de enseñanza-aprendizaje influyen todos los aspectos emocionales que afectan al individuo, desde una perspectiva holística (en la que la persona y su entorno se influyen mutuamente) resulta necesario tomar en cuenta todos los ambientes que rodean al individuo a la hora de explicar su rendimiento escolar, en el que la familia tiene un peso muy importante (Covadonga, 2001).

El estudio de la influencia del contexto familiar sobre el rendimiento académico de acuerdo con Covadonga (2001) puede hacerse en torno a dos aspectos: por un lado, el que hace referencia a las características estructurales que engloba a los aspectos socioeconómicos, formación de los padres, recursos culturales de la familia y estructura familiar. Por otro lado, los aspectos dinámicos que engloban a todo lo que tiene que ver con el clima familiar.

El clima familiar, definido por Estévez y colaboradores (2008) como la percepción compartida que tienen padres e hijos acerca de las características específicas del funcionamiento familiar, como la presencia e intensidad de conflictos familiares, la calidad de la comunicación y expresividad de opiniones y sentimientos entre otros miembros de la familia, y el grado de cohesión afectiva entre ellos“. Dentro del clima familiar existen diversos componentes que lo configuran tales como: el ambiente cultural, las relaciones entre padres e hijos y los estilos educativos de los padres o estilos parentales.

El clima familiar favorable es un elemento esencial para que los estudiantes logren un buen desempeño académico. Los aspectos que definen un ambiente familiar positivo son la comprensión, el respeto, el estímulo y la exigencia razonable; es probable que el alumno que crece en un clima así, se siente integrado y adaptado a la familia, aceptado a sus normas, valores y actitudes, lo que es importante para el desarrollo de actitudes positivas hacia las tareas intelectuales y académicas.

Una de las dimensiones más características del ambiente familiar es el estilo educativo de los padres o estilo parental, constructo introducido por Diana Baumrid (1991) y que hace referencia a los esquemas prácticos de actitudes y conducta que los padres comunican a sus hijos y que dan lugar a diversos tipos de educación familiar. Las dimensiones sobre las cuales se determinan los diferentes estilos son la dimensión de implicación y de supervisión. La combinación de estas dos dimensiones generan diferentes estilos de paternidad que a continuación se describen (Covadonga, 2001; Vallejo y Mazadiego, 2006; Cárdenas y Cortés, 2009; Santrock, 2004):

- a) **Estilo autoritativo o democrático.** Se caracteriza por padres exigentes, con niveles altos de control conductual y de afecto e implicación, apoyan la independencia e individualidad de sus hijos. Dando como resultado hijos competentes social y académicamente, con buena autoestima y un ajuste psicológico adecuado a su edad.

- b) **Estilo autoritario.** Se caracteriza por altos niveles de control y manejo inadecuado de afecto, se centra en el control, el respeto a la autoridad y la falta de comunicación y negociación. Los hijos que son educados bajo este estilo son obedientes, aunque parecen carentes de espontaneidad, curiosidad y originalidad.
- c) **Estilo permisivo negligente.** Se distingue por bajos niveles de control con altos niveles de afectividad e implicación. Los hijos que crecen en este tipo de familia presentan poco control de la impulsividad, lo que frecuentemente los hace ser inmaduros para su edad y con pocas habilidades socio-cognitivas. En este tipo de estilo se encontraron conductas frías y distantes de algunos padres y a partir de aquí Maccoby y Martín (1983), construyeron el estilo parental indulgente.
- d) **Estilo indulgente.** Al igual que en el estilo permisivo los padres se caracteriza por tener bajos niveles de control, sin embargo también existe bajo nivel de afectividad. Los individuos criados bajo este estilo parental suelen presentar problemas de autocontrol, bajo rendimiento académico y problemas de conducta.

En diversos estudios se ha encontrado que los estilos parentales se asocian con el rendimiento académico. Resumiendo esta línea de investigación, se pone de manifiesto la incidencia de los estilos parentales extremos sobre el bajo rendimiento académico. Por un lado los hijos de padres autoritarios, presentan moderados niveles de problemas de ajuste psicológico debido a las altas expectativas que los padres tienen y causan ansiedad y frustración e impotencia en sus hijos. En cambio los hijos de padres permisivos de manera general, tienen mayores niveles de problemas de conducta, tendencia a las adicciones, baja motivación de logro y menor rendimiento, ya que los hijos perciben el desinterés y poca valoración hacia ellos y las tareas escolares.

Por el contrario, el estilo democrático tiende a producir resultados positivos ya que los padres se involucran más en las tareas escolares, fomentando el desarrollo de un mejor autoconcepto y autoestima de sus hijos y esto ayuda a que estos alumnos obtengan un mejor desempeño académico (Cárdenas y Cortés, 2009 y Covadonga, 2001).

En México, la investigación sobre estilos parentales y rendimiento escolar no es abundante y sus resultados solo coinciden parcialmente con la de otros países. Aguilar, Valencia y Romero (2004) encontraron, por ejemplo, que el mayor rendimiento académico en una muestra de estudiantes de bachillerato se asocia efectivamente con el estilo democrático, pero también encontraron altas correlaciones con el estilo permisivo, lo cual puede indicar diferencias culturales que es necesario explorar (cit. por Cárdenas y Cortés, 2009).

d) Las prácticas de enseñanza

La escuela, como un espacio social es otro de los factores que influyen en el fracaso o éxito escolar y por lo tanto de la perseverancia escolar. Se asume, entonces, que el rendimiento académico no depende solamente del individuo y por lo tanto de acciones individuales como no estudiar ni hacer deberes, no ir a la escuela con regularidad, comportarse mal en el aula, etc., sino cabe también entender que la propia escuela, su cultura, su estructura y las dinámicas desarrolladas en ella contribuyen a ello. González (2006) menciona que existe también la necesidad de explorar cómo las propias escuelas se implican en prácticas o crean condiciones tales como horarios inflexibles; currículo fragmentado; estrategias de enseñanza inadecuadas, limitadas y rígidas; textos y otros materiales didácticos inadecuados; evaluación competitiva, creencias, actitudes y expectativas de profesores hacia los alumnos, entre otros. Si bien las escuelas pueden hacer poco en lo que respecta a las circunstancias socioeconómicas, los estilos parentales y características de los alumnos que recibe, si tiene la obligación de proporcionar ambientes educativos efectivos y ricos para todos los alumnos, no solo para los que responden al modelo ideal

Para el caso que nos ocupa, de las prácticas y condiciones que corresponden a la escuela generar para impulsar el adecuado rendimiento académico de los alumnos, se eligieron las prácticas de enseñanza, en tanto éstas:

...representan el espacio social en el que se gestan y promueven la motivación por aprender, el compromiso con las exigencias escolares, las estrategias de aprendizaje, la misma enunciación y aceptación de las prácticas de evaluación, que entre otros componentes, son indispensables para alcanzar la calidad en la educación; de aquí la importancia de su estudio (Covarrubias y Perusquia, 2009, p. 2).

Actualmente la docencia enfrenta grandes retos y demandas, exigiéndole al docente que su tarea no se limite exclusivamente a la transmisión de conocimientos y por lo tanto que no solo domine los contenidos disciplinarios sino también que cuente con conocimientos del campo didáctico, así lo menciona Camarena (2009):

...lo que sostiene a un sujeto dentro del ejercicio docente y lo convierte en autoridad pedagógica en su trabajo escolar son, por lo menos, dos conocimientos fundamentales: primero, el campo disciplinario -contenido- (estructura conceptual) del cual será traductor-constructor en el programa escolar por desarrollar y en el campo didáctico; segundo, el saber sobre la intervención de su ejercicio -enseñanza- en un propósito -finalidad- constituido hacia una otredad -alumnos- (estructura cognitiva) dentro de un espacio regulado y ordenado -estrategias- (estructura metodológica) (p.24)

De esta manera, el acto de educar implica una serie de interacciones, las cuales involucran cuestiones simbólicas, afectivas, comunicativas, sociales, de valores. Por lo que un profesional de la docencia debe ser capaz de ayudar a otros a aprender, pensar, sentir, actuar y desarrollarse como personas (Ramírez, 2005).

Existen diversos enfoques para definir a la enseñanza dependiendo del enfoque teórico desde el cual se aborde a este concepto. Sin embargo, podemos decir que la tarea central de la enseñanza es posibilitar que el alumno realice las tareas de aprendizaje. Por lo tanto existe una relación de dependencia entre enseñanza y aprendizaje pero no es de tipo causal, sino de dependencia ontológica, mediada por el flujo de tareas que establece el contexto institucional y dentro del cual se descubre el modo de realización de las tareas de aprendizaje. Es decir, lo que sucede en las aulas no solo depende de lo que desean sus protagonistas; está en relación con la estructura organizativa y administrativa de la institución y con los recursos físicos y sociales disponibles (Contreras, 1994).

Sin embargo, las prácticas de enseñanza no se reducen solo al momento de realizar la clase, involucra fases previas (pre activa) y posteriores (pos activa) a este momento. Dentro de la fase pre activa se distinguen dos etapas: 1) referida a la planificación que hace el docente al elegir y seleccionar las actividades, los contenidos y materiales que utilizará en la clase y 2) que son las tareas que realiza después de planear pero antes de ejecutar la clase. Al momento de realizar la planificación de la clase se toman en cuenta tres aspectos: el contenido, las características de los alumnos y los medios utilizados (Cib-Sabucedo, Pérez-Abellas y Zavala, 2009)

La manera en que los docentes organizan, seleccionan y estructuran la clase, está directamente influida por lo que los profesores piensan, conocen y creen. En sus actuaciones expresan su forma de concebir la naturaleza humana, lo que piensan de cómo es el aprendizaje y sus creencias y preferencias sobre cómo es posible organizar la enseñanza (Cib-Sabucedo, Pérez-Abellas y Zavala, 2009; Ojeda y Alcalá, s/f). Sin embargo, existen diferentes enfoques sobre la enseñanza, en términos generales, se ubican dos grandes tendencias, aun cuando existe un continuo entre éstas dos; el enfoque centrado en el profesor, el cual comunica el contenido teórico y el alumno lo recibe tal como está dado. Y el enfoque centrado en el alumno, aquí, se busca que los alumnos creen su propio conocimiento y desde esta concepción, la enseñanza es una manera de facilitar el aprendizaje (Monroy, Contreras y Desatnik, 2009).

Los profesores, al desarrollar las prácticas de enseñanza conforman ciertos tipos de interacciones con las que se relacionan con sus estudiantes y configuran así los ambientes destinados a la educación, permitiendo identificar ciertas prácticas constantes que conforman modalidades de enseñanza, que influyen enormemente en la capacidad de los estudiantes para educarse a sí mismos, es decir, para aprender (Ojeda y Alcalá, s/f).

En el cómo enseñar se conjugan e interactúan varios elementos que tienen que ver no sólo con la formación, la historia personal, el significado de la propia docencia, y las búsquedas, creatividad y capacidad de reflexión e innovación de cada docente, entre otros aspectos, sino también con el contexto institucional y político en que se enmarcan la docencia y las características propias de los estudiantes (Ordoñez, 2006).

d) Las representaciones sociales

El estudio de las Representaciones Sociales (RS) resulta importante en el ámbito de la educación, de manera específica en la enseñanza de las ciencias, como una forma de reinterpretar de forma más integral, fenómenos como las preconcepciones que los alumnos tienen en el aula y que muchas veces repercuten también en una actitud negativa hacia el aprendizaje de los conceptos científicos.

Las representaciones sociales tienen un origen social y desempeñan funciones específicas, orientando la interpretación y construcción de la realidad y guiando las conductas y las relaciones sociales entre los individuos. Para poder entender la manera en que las concepciones de sentido común se enraizan en el pensamiento de los alumnos e inciden en la construcción de conceptos que se trabajan en clase, me parece necesario hacer una breve revisión sobre lo que son las representaciones sociales.

Desde una perspectiva histórica, tenemos que las RS fueron inicialmente desarrolladas por Serge Moscovici (1961; en Arbesú, 2008, p. 23), para este autor la representación social es “una modalidad particular de conocimiento cuya función es la elaboración de comportamientos y la comunicación entre individuos” esa modalidad a la que se refiere Moscovici es el conocimiento “espontáneo” o “de sentido común” que es una forma legítima de conocer, que funciona como mediador en la comunicación social. Las fuentes de este conocimiento son las experiencias propias, la información, los modelos de pensamiento que se reciben y transmiten a través de la tradición, de la educación y la comunicación social.

Este conocimiento es socialmente elaborado y compartido e intenta comprender, explicar y construir una realidad común para un conjunto social, sin embargo las representaciones sociales también involucran dentro de su naturaleza, una actividad mental desplegada por individuos o grupos que les permite fijar una posición en relación a diversas situaciones y acontecimientos, por lo tanto las representaciones sociales responden a una doble lógica: la cognitiva y la social (Vergara, 2008; Arellano y Martínez, 2009).

De esta forma podemos decir que las representaciones sociales son una forma en la que la mayoría de los individuos no instruidos en cuestiones científicas se manejan en la vida cotidiana ante una gran difusión de términos y teorías científicas, y como este bagaje se transforma en “ciencia popular” que incide sobre la manera de ver el mundo y de actuar de los que pertenecen a determinada sociedad.

Las representaciones sociales involucran una relación entre el sujeto y el objeto; éste último, bien puede ser una persona, una cosa, un acontecimiento material, psíquico o social, un fenómeno natural, una idea, una teoría, etc., y puede ser real, imaginario o mítico.

Sin embargo no todo objeto social comprende una representación, existen una serie de condiciones necesarias para ser considerado como tal, como son: debe aparecer en las conversaciones cotidianas y estar presente en los medios de comunicación, se apoya en valores variables dependiendo del grupo social que asigna su significado y debe ser un objeto socialmente discutible y relevante para el grupo, así el objeto es un elemento indispensable para que pueda llevarse a cabo la relación de simbolización e interpretación por parte del sujeto con respecto a éste, y dicha significación se encuentra influenciada por el contexto social e ideológico, la clase social a la que éste pertenezca y su historia o la del grupo (Arbesú, 2008). Por lo tanto las representaciones sociales son creadas constantemente por los individuos pues éstas surgen cuando un nuevo objeto surge y es considerado como no familiar y deber ser incorporado a los universos conceptuales preexistentes, convirtiéndolo mediante diversos procesos en algo familiar, socialmente conocido y real.

Eso ocurre por ejemplo cuando se dan a conocer nuevas teorías científicas, invenciones o desarrollos tecnológicos, también cuando se producen determinados hechos políticos o económicos, o cuando se introduce cualquier conocimiento que resulta nuevo a la sociedad no instruida en esos aspectos.

De acuerdo con Abric (2004), las representaciones sociales cumplen un papel fundamental en las prácticas y dinámicas de las relaciones sociales debido a que responden a cuatro funciones esenciales: 1) Funciones de conocimiento: permiten comprender y explicar la realidad; 2) Funciones de identidad: permiten situar a los individuos en el campo social, permitiendo la elaboración de una identidad personal y social; 3) Funciones de orientación: constituyen guías potenciales de los comportamientos y las prácticas a través de tres factores esenciales: definiendo la finalidad de la situación, como un sistema de anticipaciones y expectativas y prescriptiva de comportamientos y prácticas obligadas. 4) Funciones justificadoras: permiten a los actores explicar y justificar sus conductas en una situación o en consideración a sus colegas.

Otros autores como Jodelet (1986), distinguen otras funciones como son: función cognitiva de integración de la novedad, función de interpretación de la realidad y función de orientación de las conductas y las relaciones sociales. Ibañez (1994; en Arbesú, 2008) , destaca el papel de las representaciones sociales en la conformación de identidades sociales y personales, en la expresión y configuración de grupos y en la integración de las personas a su condición social

Como se puede ver, las diversas funciones que cumplen las representaciones sociales como sistema de interpretación de la realidad que rigen las relaciones de los individuos con su entorno físico y social determinando sus comportamientos, orientando sus acciones y creando anticipaciones y expectativas, ha hecho a esta teoría una forma de estudiar y comprender nuestra sociedad moderna y por supuesto los fenómenos sociales.

Ideas previas y representaciones sociales

La teoría de las representaciones sociales, también puede ser aplicada a las aulas pues los estudiantes forman parte de una realidad sociocultural, y llevan al aula las representaciones de muchos conceptos que han sido forjadas en su sociedad de pertenencia cercana, que han sido filtradas por diversos canales de comunicación y difusión, y suelen manifestarse en diferentes dominios de conocimiento, en este caso en el ámbito de la ciencia y por lo tanto deben ser tomadas en cuenta.

Jodelet (1986) menciona que las representaciones sociales se constituyen a partir de nuestra propia experiencia y se podría decir que las ideas previas también y ambas cumplen funcione similares, es decir permiten interpretar los fenómenos del mundo cotidiano y se conforman a través de los conocimiento que se reciben del exterior a través de la tradición, la educación y la comunicación social.

L

as ideas previas han sido estudiadas desde los años 70's en diversos países, poniendo de relieve la importancia que éstas tienen en el proceso de enseñanza- aprendizaje. En la literatura podemos encontrar gran cantidad de términos referentes a las ideas previas como son: preconceptos, esquemas o concepciones alternativas, representaciones, ideas de los niños, errores conceptuales (misconceptions), etc. Estas diferencias en la terminología dependen de la postura epistemológica y psicológica adoptada por los distintos autores (Trejo, 2010; Bello, 2004).

De acuerdo con Bello (2004) las ideas previas son

...construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones. Son construcciones personales, pero a la vez son universales y muy resistentes al cambio; muchas veces persisten a pesar de largos años de instrucción escolarizada.

Por lo tanto, cuando los alumnos llegan al salón de clases, llegan con una serie de ideas construidas a lo largo de su vida a través del contacto con otras personas, los medios de comunicación, es decir surgen de la interacción con el medio social y natural. De manera regular estas ideas difieren significativamente del contenido formal de las asignaturas o bien con el llamado conocimiento científico, pero al sujeto le resultan completamente satisfactorias ya que le permiten explicar y comprender el mundo en el que vive.

CAPITULO III. LA INGENIERÍA GENÉTICA Y SU ENSEÑANZA EN EL CCH

PROGRAMA DE ESTUDIOS DEL CCH

El modelo educativo del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) se encuentra basado en la cultura básica y está orientado a la formación intelectual, ética y social de los alumnos considerados como sujetos de la cultura y de su propia educación. El plan de estudios se basa en 4 principios pedagógicos: “aprender a ser”, “aprender a aprender”, “aprender a hacer” y “aprender a convivir”. A lo largo del tiempo el Colegio ha experimentado diversos cambios con la finalidad de elevar la calidad de enseñanza como lo fue la actualización del plan de estudios en 1996, pero manteniendo los puntos esenciales de su concepción que lo caracterizan por ser un bachillerato de tipo propedeúutico, general y único.

Dentro del programa de estudios, las materias se dividen en cuatro grandes áreas como son: matemáticas, histórico-social, taller de lenguaje y comunicación y ciencias experimentales. Dentro de esta última se encuentran las materias de biología que tienen como objetivo que los alumnos sean capaces de comprender los fenómenos naturales que ocurren en su entorno y en ellos mismos con base en explicaciones racionales y científicas.

Las asignaturas de Biología I y Biología II se cursan en el tercer y cuarto semestre, respectivamente y son de tipo obligatorio, mientras que las asignaturas de Biología III y Biología IV son optativas y se cursan en el último año del bachillerato.

Dado que el tema que da pie a este trabajo se encuentra dentro del temario de Biología I, es pertinente hacer una revisión del contenido de la materia.

La asignatura de Biología I se imparte en el tercer semestre del plan de estudios actualizado del CCH, y está dirigida a contribuir a la cultura básica del estudiante. En el programa indicativo del CCH, para esta asignatura se propone diseñar estrategias que estén dirigidas a favorecer la creatividad de los alumnos, con el fin de que sean capaces de construir sus propias estrategias de aprendizaje y razonamiento.

Los propósitos generales de la asignatura especifican que el alumno:

- Relacione las evidencias que fundamentan la teoría celular y el reconocimiento de la célula como unidad estructural y funcional de los sistemas vivos.
- Examine los procesos de regulación, conservación y reproducción en diferentes niveles de organización.
- Examine los mecanismos que permiten la transmisión y modificación de la información genética en los sistemas vivos.
- Relacione los conocimientos adquiridos sobre tecnología del ADN recombinante con algunas aplicaciones de la manipulación genética.
- Interprete los fenómenos biológicos con base en explicaciones científicas relativas a la unidad de los sistemas vivos, los procesos que los caracterizan y los mecanismos que permiten su continuidad y diversidad genéticas.
- Aplique habilidades, actitudes y valores para la obtención, comprobación y comunicación del conocimiento, al llevar a cabo investigaciones.
- Desarrolle una actitud científica, crítica y responsable ante el avance y aplicación de los conocimientos biológicos en el campo de la genética.
- Desarrolle una actitud científica, crítica y responsable ante el avance y aplicación de los conocimientos biológicos en el campo de la genética.
- Desarrolle actitudes y valores relativos a una relación armónica con la naturaleza al asumir que comparte aspectos con los demás sistemas vivos
(<http://www.cch.unam.mx/principal/plandeestudios>)

Los contenidos temáticos para la materia de Biología I son:

- Primera Unidad. ¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los sistemas vivos?
- Segunda Unidad. ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?
- Tercera Unidad. ¿Cómo se transmite y modifica la información genética en los sistemas vivos?
(<http://www.cch.unam.mx/principal/plandeestudios>)

La primera unidad centra su estudio en la célula como unidad estructural y funcional de los sistemas vivos. Para tal fin parte del contexto histórico social en el que se construyó la teoría celular. Los aprendizajes que se pretende adquieran los alumnos incluyen el conocimiento de la constitución química de las células a nivel molecular, las estructuras celulares y sus funciones, así como el conocimiento de los diferentes tipos de células (<http://www.cch.unam.mx/principal/plandeestudios>).

En la segunda unidad se centran los aprendizajes en los procesos de la regulación y reproducción con el fin de que los alumnos comprendan cómo funcionan y se perpetúan los sistemas vivos. Para ello se estudia la membrana celular y se relaciona con los procesos que se llevan a cabo a través de ella para la regulación celular. Se promueve la comprensión de cómo los seres vivos pueden mantenerse gracias a su capacidad de transformar la energía, a través de procesos como: la síntesis de proteínas, la fotosíntesis, la respiración y la fermentación. Que los seres vivos pueden perpetuarse gracias a las propiedades del ADN, de replicar y transcribir su información, para que finalmente se traduzca en proteínas. Se estudian el ciclo celular y los sucesos que se llevan a cabo en él (<http://www.cch.unam.mx/principal/plandeestudios>).

La tercera unidad centra su estudio en la transmisión y modificación de la información genética en los seres vivos. Contiene dos temas principales, el primero se refiere a los mecanismos de la herencia, que tiene la finalidad de que los alumnos comprendan cómo se lleva a cabo la transmisión y modificación de la información genética en los seres vivos; el segundo tema se refiere a la ingeniería genética y sus aplicaciones, que tiene como propósito que los alumnos identifiquen los avances que se han logrado en la tecnología del ADN recombinante, sus aplicaciones y sus implicaciones bioéticas. (<http://www.cch.unam.mx/principal/plandeestudios>)

TERCERA UNIDAD ¿CÓMO SE TRANSMITE Y MODIFICA LA INFORMACIÓN GENÉTICA EN LOS SISTEMAS VIVOS?

Para esta unidad, como para las dos restantes, se propone una serie de estrategias para que los alumnos participen activamente en la adquisición de conocimientos a través de las actividades desarrolladas dentro y fuera del aula y donde se promueva tanto el trabajo individual como en equipo. Todo ello con la finalidad de lograr los aprendizajes sugeridos en el programa de estudios.

A continuación se describe con mayor detalle el tema de la ingeniería genética, ya que éste es el contenido disciplinario que se contempla en el trabajo que se reporta

TEMA II. LA INGENIERÍA GENÉTICA Y SUS APLICACIONES

La ingeniería genética es una parte de la biotecnología que se basa en la manipulación de la información genética (ADN) dando como resultado la obtención de organismos con nuevas combinaciones genéticas que no se podrían tener por medios naturales como la recombinación o la reproducción, generalmente estas nuevas características son aprovechables por el hombre. Para ello se utiliza una serie de técnicas que permiten cortar ciertos segmentos o secuencias de ADN en lugares específicos y volver a unir esas secuencias de distintas procedencias en una nueva molécula de ADN (ADN recombinante). El proceso puede utilizarse tanto en bacterias y como en células eucarióticas.

El enorme desarrollo que ha experimentado la ingeniería genética desde principios de los 80's se debe a que posibilita la creación de organismos con características y propiedades nuevas que pueden ser aprovechables en distintos ámbitos del quehacer humano, como la medicina, el ambiente, la biorremediación de suelos, la agricultura, la ganadería, la industria farmacéutica, etc.

Con las técnicas que se utilizan en la ingeniería genética se puede lograr la obtención de diversos productos, como medicamentos, combustibles, plásticos, alimentos, así como la clonación de organismos para obtener tejidos u órganos. En la actualidad existen diversos productos farmacéuticos que se comercializan a nivel industrial como: la insulina, hormonas del crecimiento, factores de coagulación y vacunas, entre muchos otros, que se encuentran relacionados con la industria alimentaria, agrícola y ganadera.

El gran impulso que ha tomado la ingeniería genética en los últimos años hace que se vea como una respuesta a diversos problemas que requieren una urgente solución: enfermedades como el cáncer o el SIDA, el incremento en la población, la disminución de espacio para la agricultura o el aumento de contaminantes tóxicos, entre otros. La ingeniería genética aporta nuevas herramientas para enfrentar algunos aspectos vinculados con estos problemas, pero a su vez, introduce problemas nuevos, tanto técnicos como éticos que deben ser considerados por la sociedad, por esta razón diversos países actualmente han legislado o bien están en proceso de legislación con el fin de poner límites que definan hasta donde es posible esta manipulación y para qué fines.

El tema de la ingeniería genética y sus aplicaciones dentro del programa de Biología I, incluye tres subtemas que se describirán a continuación:

2.1 Aspectos generales de la tecnología del ADN recombinante

2.2 Aplicaciones e implicaciones de la manipulación genética: organismos transgénicos, terapia génica.

2.3 Implicaciones Bioéticas del Proyecto del Genoma Humano y de la clonación de organismos.

2.1 Aspectos Generales de la Tecnología del ADN Recombinante

La tecnología de ADN recombinante es el conjunto de técnicas que permiten aislar un gen de un organismo, para su posterior manipulación e inserción en otro diferente. De esta manera podemos hacer que un organismo (animal, vegetal, bacteria, hongo) o un virus produzca una proteína que le sea totalmente extraña (Curtis, 2009).

La tecnología del ADN recombinante utiliza técnicas que provienen de la bioquímica de los ácidos nucleicos unidas a metodologías genéticas desarrolladas originalmente para la investigación en bacterias y virus. La utilización del ADN recombinante es una herramienta poderosa para el aislamiento de poblaciones puras de secuencias específicas de ADN a partir de una población de secuencias mezcladas. Los procedimientos básicos incluyen una serie de pasos:

1. Los fragmentos de ADN se generan utilizando unas enzimas denominadas endonucleasas de restricción, que reconocen y cortan las moléculas de ADN en secuencias nucleotídicas específicas.
2. Los fragmentos producidos mediante la digestión con enzimas de restricción se unen a otras moléculas de ADN que sirven de vectores. Los vectores pueden replicarse autónomamente en una célula huésped y facilitan la manipulación de la molécula del ADN recombinante recién creada.
3. La molécula de ADN recombinante, formada por un vector que lleva un segmento de ADN insertado, se introduce a una célula huésped. Dentro de esta célula, la molécula de ADN recombinante se replica, produciendo 1-2 copias idénticas conocidas como "clones" (si el vector es de copia única) o docenas de clones (vector multicopia)
4. Al replicarse las células huésped, las células descendientes heredan el ADN recombinante, creándose una población de células idénticas, cada una de las cuales lleva la secuencia clonada.

5. Los segmentos de ADN clonados pueden recuperarse de las células huésped, purificarse y analizarse.

6. Potencialmente, el ADN clonado puede transcribirse, su RNAm puede traducirse, y el producto génico puede aislarse y examinarse (www. cultek.com; revisado el 26 de abril del 2012)

Este conjunto de técnicas, permitió investigar algunos aspectos de la estructura y función de las células y en específico de los genes, sobretodo eucariontes, que eran inaccesibles por otros métodos; pero no sólo eso, también posibilitó una nueva concepción de la genética que permitió el estudio y diagnóstico de diversas enfermedades.

Las diversas técnicas del ADN recombinante han permitido el aislamiento, purificación y ensamblaje de diversas secuencias de ADN que posteriormente a través de diversas técnicas pueden ser incorporados al genoma de células animales o vegetales, obteniendo así organismos transgénicos con características mejoradas o bien de interés para el ser humano, que posteriormente expresarán este gen y lo heredarán a su progenie.

2.2 Aplicaciones e implicaciones de la manipulación genética: organismos transgénicos, terapia génica.

2.2.1 Organismos transgénicos: plantas transgénicas

La manipulación o transformación genética de plantas se refiere a la alteración racional del genoma de las células vegetales, a partir de las que se obtiene una planta completa. La introducción e integración estable de un gen extraño a la planta le confiere una nueva característica de interés, como es la mejor calidad de los frutos, tolerancia a enfermedades, plagas y condiciones ambientales adversas (Herrera *et al.*, 1997).

La transformación genética puede lograrse mediante diversas técnicas que hacen uso de la capacidad de manipular el genoma a través de metodologías de ADN recombinante. En general, las estrategias de transformación genética se han agrupado en dos: la transformación mediada por vectores vivos y la transferencia directa de genes (Herrera *et al.*, 1997)

En la transferencia directa, el ADN exógeno se introduce a la célula vegetal mediante diferentes métodos, tales como el bombardeo de tejidos o células con micropartículas cubiertas de ADN (biobalística), la permeación de membranas celulares al ADN inducida por corrientes eléctricas (electroporación), tratamientos químicos (polietilenglicol) abrasión con fibras de silicio, micro inyección o láser (Herrera *et al.*, 1997).

Una de las técnicas más utilizadas actualmente para transformar cultivos de células y tejidos es el bombardeo con micropartículas conocido como biobalística. Dicha técnica representa un método físico de transformación y consiste en el bombardeo de tejidos con micropartículas recubiertas de ADN. Se utilizan microproyectiles de oro o tungsteno (químicamente inertes), cuyos tamaños van desde 1 a 4µm, que al ser disparados a grandes velocidades pueden atravesar pared y membranas de las células vegetales bombardeadas sin causarles daños letales. Para acelerar los microproyectiles – y que adquieran un *momentum* (masa x velocidad) suficiente para penetrar a las células blanco- éstos son impulsados a grandes velocidades mediante un choque de gas, que puede derivarse de una explosión química, explosión eléctrica de una gota de agua, o por la descarga de un gas inerte. Las células o tejidos que constituyen el blanco de los proyectiles se disponen de tal forma que presenten la máxima superficie expuesta para el bombardeo (Klein *et al.*, 1987)

Otro de los métodos más utilizados para la transformación de plantas es el sistema de *Agrobacterium spp.*, el cual es un método biológico y natural, basado en el empleo de una bacteria que vive en el suelo llamada *Agrobacterium tumefaciens* y especies relacionadas como *A. Rhizogenes* y *A. Vitis*. Estas son patógenos reconocidos de plantas y tienen la capacidad de integrar establemente parte de su material genético dentro del genoma hospedero. Desde el año de 1970 hasta nuestros días se ha venido estudiando a detalle el mecanismo por el cual *A. tumefaciens* induce la formación de tumores en plantas y el conocimiento adquirido ha sido fundamental para su uso como una herramienta en la ingeniería genética de plantas (Valderrama *et al.*,2005).

Las plantas transgénicas inicialmente se crearon como modelos para explicar los circuitos de regulación genética y se probó la expresión de diversos tipos de genes en ellas. El ejemplo más conocido es una planta de tabaco (*Nicotiana tabacum*) que expresa el gen de la luciferasa dando como resultado una planta luminiscente. Estos sistemas transgénicos ayudaron mucho a dilucidar los sistemas de regulación de la expresión génica en eucariontes, paso que abrió las puertas a la construcción de plantas transgénicas con fines de agrícolas, comerciales y medicinales.

Los primeros trabajos en el campo se realizaron en el aislamiento de los genes que codifican las proteínas Cry de *Bacillus thuringensis*, una bacteria entomopatógena, las cuales son usadas en las plantas transgénicas como un bioinsecticida convencionalmente llamado Bt. También se trabajó en la construcción de genes que confiriesen a las plantas resistencia a herbicidas. El principal trabajo en lo que a resistencia a herbicidas se refiere se hizo con el glifosfato, aunque también se trabajaron otros herbicidas como el glufosinato (Monsanto, 2000).

En la actualidad, las nuevas ofertas de Monsanto muestran plantas de maíz, algodón y soya que poseen ambas características: la resistencia a insectos y la tolerancia a herbicidas y otras empresas del rubro han generado plantas similares y con otras características.

Hasta 1997 se habían realizado en el mundo, unos 3650 experimentos de campo con cultivos transgénicos y con resultados positivos, de los cuales la mayoría corresponden a las especies: maíz, nabo, papa, tomate, soya, algodón y tabaco. Aproximadamente la cuarta parte de estos cultivos se han realizado con genes *cry* también llamados "genes *Bt*", cuyas proteínas son eficaces contra distintos órdenes de insectos. Todos estos ejemplos pertenecen a los cultivos transgénicos catalogados como de primera generación (Universidad de Zaragoza 2001)

Las plantas transgénicas no sólo se han hecho para cultivo, también se han construido transgénicos capaces de producir insumos de alto valor económico y ambiental. De acuerdo con Bolivar (2004) la lista de productos susceptibles de obtenerse en plantas transgénicas incluye enzimas, alimentos con alto valor nutritivo, productos farmacéuticos y los cultivos a partir de los que se obtienen estos productos se denominan cultivos de segunda generación. En cuanto al mejoramiento de la calidad nutricional de los alimentos, el propósito es aumentar el contenido de vitaminas, ejemplo de esto es el "arroz dorado". La deficiencia en vitamina A es un problema muy importante en varios países, especialmente en Asia, donde 124 millones de niños padecen la deficiencia de esta vitamina, lo cual conduce a la ceguera. Mediante la introducción de tres genes foráneos en plantas de arroz, ha sido posible la producción de β -caroteno (pro-vitamina A) en el endospermo de las semillas de este cereal. Debido a que el β -caroteno puede ser transformado en el cuerpo humano a vitamina A, este arroz transgénico tiene un enorme potencial de disminuir la avitaminosis que padecen muchos niños en Asia .

Uno de los avances más impresionantes de la transformación vegetal ha sido la posibilidad de expresar vacunas contra una amplia variedad de enfermedades en las plantas. En los primeros trabajos con vacunas derivadas de plantas se utilizaron el tabaco y la papa. En teoría, la especie ideal para expresar los antígenos debería consumirse en fresco y tener altos niveles de proteína soluble; en este sentido, frutos como el plátano y el jitomate o, alternativamente, los cereales, son sistemas convenientes para este fin.

Los antígenos derivados de plantas han inducido respuestas inmunes a nivel de mucosas y de suero cuando han sido administrados tanto con inyecciones como por vía oral en animales de laboratorio y, en varios experimentos, los han protegido contra el patógeno. (Gómez-Lim,2001). De la misma manera, se han realizado exitosamente varias pruebas clínicas con voluntarios humanos en las cuales los antígenos consumidos por vía oral en tejido vegetal fueron capaces de inducir una respuesta inmune significativa.

Las aplicaciones de las plantas transgénicas actualmente incluyen áreas como la medicina, la industria y la agricultura principalmente, pero su consumo y comercialización ha generado una polémica de grandes proporciones entre ecólogos y biólogos por un lado, y biotecnólogos por el otro. Los ecólogos y los biólogos señalan que la introducción de genes de especies no es lo mismo que el mejoramiento tradicional, pues se saltan barreras naturales y se crean combinaciones que no existen en la naturaleza dando lugar a individuos artificiales que violan las leyes naturales que impiden el cruzamiento entre organismos biológicamente diferentes. Asimismo indican que el cultivo de plantas transformadas entraña serios riesgos para el medio ambiente y la salud humana. Por su parte los biotecnólogos señalan que la Ingeniería Genética es una técnica precisa, pues se introduce ADN bien caracterizado y que los avances logrados en las últimas décadas colocan a la humanidad en el umbral de una revolución alimentaria sin precedentes que permitirá resolver los problemas del hambre y el agotamiento de la superficie disponible para la agricultura (Sanchez-Cuevas, 2003).

La disputa está gobernada por intereses económicos y políticos. La investigación biotecnológica está concentrada en unos pocos países industrializados y la mayor parte de la misma está financiada por compañías transnacionales que pretenden monopolizar el mercado de los productos transgénicos a través de patentes y contratos anuales de compra de semilla, no permitiendo a los agricultores la siembra de la semilla producida por ellos mismos.

Así mismo estas compañías están tratando de evitar que los gobiernos impongan restricciones al empleo y consumo de los transgénicos, restricciones derivadas de preocupaciones sanitarias y ambientales.

Entre los riesgos expuestos por los opositores Bolivar (2004) resalta la amenaza del aumento de enfermedades ocasionadas por un aumento en la resistencia de las bacterias a los antibióticos de amplio espectro que se han utilizado como marcadores genéticos, que se usan en las primeras fases de los experimentos; sin embargo estos genes no se expresan y esta preocupación se ha mitigado pues ya no se utilizan genes marcadores que confieren resistencia a antibióticos. Por otro lado, nunca se ha demostrado que un gen consumido por la boca haya sido transmitido a una bacteria del tracto intestinal. También se ha señalado el riesgo de que las personas sufran reacciones alérgicas al ingerir alimentos transgénicos que contengan proteínas alérgicas de fuentes externas.

Otro aspecto de los transgénicos que ha suscitado mucha polémica, se refiere a las repercusiones ambientales, como es el desarrollo de resistencia por parte de plagas a las toxinas introducidas en el cultivo, la muerte de insectos benéficos y que esta resistencia a plagas pueda pasar de los cultivos transgénicos a especies silvestres o cultivadas y producir supermalezas, obligando a los agricultores a utilizar herbicidas más fuertes y quizás más nocivos para el ambiente. Esta preocupación está justificada en las zonas de origen de los cultivos.

Así por ejemplo, la amenaza en México y en América Central es mucho mayor con el maíz transgénico, porque en esta zona todavía existen plantas silvestres de donde surgió el maíz cultivado. Es importante mencionar que se ha reportado el primer caso de transferencia de genes de resistencia. Sin embargo, y sin minimizar los riesgos, esto también ocurre con las plantas mejoradas por técnicas tradicionales (Bolivar, 2004). La pérdida de biodiversidad es otro riesgo que se ha señalado, ante el uso de variedades transgénicas, pero este riesgo no es mayor que el debido a las variedades mejoradas tradicionalmente.

Ante todos los riesgos antes mencionados se ha propuesto una serie de mecanismos de seguridad que puedan implementarse en los cultivos transgénicos, tales como: 1) Emascular a las plantas transgénicas, 2) Incluir sistemas suicidas en las plantas, de tal forma que la semilla no sea viable, 3) Incorporar un gen marcador en los cultivos a fin de poder ser rastrearlos en el medio ambiente, 4) Sembrar parcelas mezcladas de plantas “silvestres” y transgénicas y 5) Incorporar los genes de resistencia en el genoma de los cloroplastos en vez del núcleo para que estén ausentes en el polen (Sanchez-Cuevas, 2003).

Es difícil predecir las repercusiones de los transgénicos en las personas, los animales y el medio ambiente, por ser productos nuevos; por ello es importante realizar ensayos controlados de campo antes de aprobar la liberación de estos organismos, con el objeto de generar información sobre su comportamiento en manos de los agricultores. Resulta indispensable realizar campañas de difusión de los aspectos científicos de la biotecnología dirigida al público a fin de lograr el consenso necesario para continuar y tomar en cuenta las preocupaciones válidas de todos y resolver las interrogantes que aún no tienen respuesta. Por último es indispensable que las decisiones sobre el futuro de los transgénicos se basen en realidades. La industria de la biotecnología agrícola ha resaltado excesivamente los beneficios y ha minimizado los posibles riesgos, mientras que los opositores han ignorado los beneficios y exagerado los riesgos. Es indispensable deponer actitudes extremas e iniciar un diálogo abierto, basado en información científica confiable.

Así mismo, es necesario fortalecer la investigación biotecnológica para contar con la capacidad necesaria para evaluar objetiva y adecuadamente las potencialidades y los riesgos de los transgénicos y para poder resolver las necesidades de una creciente población y compaginarla con la búsqueda de nuevas alternativas que refuercen una agricultura sostenible.

2.2.2 Organismos transgénicos: animales transgénicos

Desde la demostración del primer animal transgénico en 1980, la ingeniería genética ha revolucionado todos los aspectos de la investigación biológica y biomédica. Desde entonces, se ha logrado la generación de varios tipos de animales transgénicos, incluyendo vacas, cerdos, ovejas, cabras y conejos. Hasta muy recientemente, la generación de animales transgénicos involucraba la microinyección de pequeñas cantidades de ADN en el pronúcleo de un embrión al estado de dos células, técnica conocida como microinyección pronuclear. El descubrimiento de que los animales podrían ser clonados mediante transferencia nuclear de células mantenidas en cultivo abrió las puertas para realizar recombinación homóloga en estas especies. Esto podría tener un gran impacto en la investigación y desarrollo de nuevas drogas y tratamientos, servir como fuente de tejidos y órganos para trasplantes humanos, ayudar en la identificación, aislamiento y caracterización de genes y secuencias importantes para la expresión génica, generar modelos de enfermedades que afectan al hombre así como también en otros ámbitos como la ganadería permitiendo la mejora del ganado y otros animales de importancia económica, y la producción de moléculas de interés industrial (Felmer, 2004; www.argenbio.gob, revisado el 18 de abril del 2012)

La obtención de animales transgénicos se ha realizado utilizando diferentes técnicas como son:

- a) Transformación genética mediante el uso de retrovirales. Esta técnica permitió la creación de los primeros animales transgénicos mediante la microinyección de ADN viral (SV40) en la cavidad del blastocite de embriones de ratón (Jaenish y Mintz, 1974). Sin embargo esta técnica no permite la integración del transgen en todas las células somáticas o germinales, impidiendo la transmisión de éste a su descendencia.

- b) Transformación genética por microinyección pronuclear. Fue desarrollada en los años 80's por Gordon y colaboradores. Consistió en la inyección de ADN desnudo en el pronúcleo de un ovocito de ratón fertilizado y que posteriormente fue transferido a hembras receptoras sincronizadas (Gordon 1981). Esta técnica permitió la heredabilidad del transgen. El descubrimiento de la inyección de pronúcleos como un nuevo método para modificar el genoma de los animales revolucionó la forma en que los investigadores pudieron analizar la expresión de los transgenes y abrió el camino para la generación de los primeros animales transgénicos de granja (Hammer *et al.*, 1985). Desde entonces, la tecnología ha sido implementada con éxito en la mayoría de los animales domésticos como en conejos (Buhler *et al.*, 1990), ovejas (Wright *et al.*, 1991), cabras (Ebert *et al.*, 1991), vacas Krimpenfort *et al.*, 1991) y cerdos (Wall *et al.*, 1991). Sin embargo, además de los problemas asociados con la integración de los transgenes hay ineficiencias asociadas con la recolección, cultivo de los huevos fertilizados y transferencia de los embriones hacia las hembras receptoras. Otros factores como el largo período de gestación y el bajo número de animales por generación, sumado al costo extra de cuidado de los animales, han contribuido a la lenta adopción de estas tecnologías, especialmente en los países menos desarrollados (Citado por Felmer, 2004).
- c) Transformación genética mediante recombinación homóloga en células madre embrionarias (ES cells). Las investigaciones sobre el aislamiento de células madre abrió nuevas posibilidades para el desarrollo en la transformación de células animales. (Clark *et al.*, 1992). Las células madre embrionarias se obtienen de un cúmulo de células internas de blastocistos y en condiciones de cultivo *in vitro* pueden mantenerse indiferenciadas así como ser manipuladas por recombinación homóloga para posteriormente ser reintroducidas en blastocistos receptores para formar todos los tejidos de un animal transgénico. Esta técnica permite la incorporación de copias únicas de un gen específico (Niemann y Reichelt, 1993).

Lamentablemente, la generación de animales modificados genéticamente utilizando esta técnica ha sido limitada sólo al ratón, fundamentalmente por la imposibilidad de aislar células madre embrionarias de otras especies que conserven la capacidad de totipotencialidad que caracteriza a estas células. Aunque células parecidas a las células madre embrionarias (ES-like cells) han sido descritas en otras especies (lo que ha contribuido a la formación de vacas y cerdos transgénicos a partir de ellas), en ningún caso se ha demostrado que puedan transmitir las modificaciones a su descendencia (Cibelli et al.,1998).

- d) Transformación genética mediada por semen. En 1989 Lavitrano y colaboradores describieron la producción de ratones transgénicos mediante inseminación artificial, utilizando semen que había sido incubado con ADN exógeno. Aunque atractivo por su simplicidad, este procedimiento ha sido muy cuestionado por su poca reproducibilidad, ya que a pesar de los esfuerzos de los principales laboratorios del mundo que lo intentaron, estos experimentos no pudieron ser repetidos en el ratón (Brinster, et al., 1989).
- e) Transformación genética mediante transformación de células somáticas y transferencia nuclear (clonación). La transferencia nuclear consiste en extraer el material genético de un ovocito y después introducirle el material genético del animal a clonar.

A partir de los 80`s se han realizado transferencias nucleares exitosas en animales como: conejos, cerdos bovinos y ovejas. Pero tuvieron que pasar varios años para que esta técnica pudiera ser aplicada en células diferenciadas, hasta que en 1997 se dio a conocer la creación de la oveja “Dolly”, producto de la fusión de un núcleo procedente de una célula mamaria extraída de una oveja adulta con un óvulo al que previamente se le había extraído el material genético (proceso conocido como enucleación). Así se demostraba que las células adultas y especializadas podían ser reprogramadas (Felmer, 2004)

La clonación de células somáticas ha demostrado gran utilidad para generar clones de animales individuales; sin embargo su potencial radica en la generación de animales transgénicos por medio de la incorporación de genes de interés a las líneas celulares mediante transfección.

Al igual que en la transformación genética de plantas, la generación de animales transgénicos ha causado controversia, por un lado los biotecnólogos a favor de la creación de estos organismos mencionan diversas ventajas, como su aplicación para la clonación de animales élite con lo cual se lograría multiplicar a las razas de animales seleccionados ayudando a incrementar la producción pecuaria. Otra ventaja que se menciona es la conservación genética por medio de la clonación a partir de muestras de sangre, piel, o pelo como fuentes de células que podrían ser mantenidas en condiciones de laboratorio y utilizarse en experimentos de transferencia nuclear. También se ha mencionado la eliminación de genes (genes knock out), lo cual es una valiosa herramienta en investigaciones genéticas y como modelo para ciertas enfermedades, así como también en la utilización de xenotransplantes en donde el uso de la recombinación homóloga y la posterior transferencia nuclear permitirían suplir órganos humanos con órganos de animales. Otra de las aplicaciones de esta tecnología es la creación de animales resistentes a enfermedades, así como la modificación de ciertos genes que influyan en las características de crecimiento y producción.

Como se ha mencionado anteriormente, la modificación genética tanto de vegetales y animales, permite no sólo mejorar sus rendimientos o resistencia a ciertas plagas o cambios ambientales, sino también la producción de proteínas de interés farmacéutico. Así, los animales transgénicos constituyen una alternativa tremendamente interesante para la industria farmacéutica.

Las granjas transgénicas farmacéuticas empiezan a ser realidad y las principales compañías del mercado biotecnológico ya han puesto en marcha, de forma experimental, la obtención de proteínas foráneas (α -1-antitripsina, fibrinógeno, lipasa BGL, lactoferrina) de la leche de los rebaños transgénicos y comienzan a ser una realidad las patatas transgénicas que inmunizan contra el cólera o diarreas bacterianas, y el arroz capaz de producir provitamina A. Sin embargo es importante que se continúen con investigaciones que nos permitan conocer los posibles riesgos a la salud que causarían los transgénicos, legislar sobre su uso y comercialización así como difundir la información de dichas investigaciones a fin de que las decisiones que la población pueda tomar se lleven a cabo de una manera más consciente tomando en cuenta las implicaciones éticas, sociales y económicas que estos avances tienen (Rozalen *et al.*, 2003).

2.2.3 Terapia Génica

De acuerdo con Rozalen y colaboradores (2003) La terapia génica consiste en utilizar el material genético en el tratamiento de enfermedades; intenta modular la función celular, pudiendo corregir la deficiencia causada por la pérdida o alteración de un gen al modificar la expresión de proteínas.

La terapia génica puede ser aplicada tanto en células germinales como en células somáticas con la diferencia que cuando se usa en las primeras origina un cambio permanente en todo el organismo y en los futuros descendientes del individuo, por lo que su aplicación en seres humanos es fuente de gran controversia debido a los problemas éticos que supone.

Cuando es aplicada a las células somáticas no afecta al individuo completo y las modificaciones no son heredadas a la descendencia, por lo que hasta ahora es en este tipo de células al que se ha restringido el uso de esta tecnología pues la terapia génica en células germinales puede llevar a funestos intentos de “mejorar a los humanos” (Lenhinger *et al.*, 2005)

Por otra parte, tomando en cuenta el tipo de estrategia que se realice, la terapia génica puede clasificarse en *ex vivo*, en la que se extraen células del paciente para transformarlas (proceso por el cual se transfiere exitosamente un gen a una célula) con el vector que contiene la versión normal del gen. Este método tiene la ventaja de que la transferencia de genes es más eficiente y permite la propagación de las células transformadas para generar grandes cantidades. La desventaja es que sólo es utilizable para el paciente específico del cual se extrajeron esas células, además de ser costoso por la gran manipulación y control de calidad requeridos. Mientras que en la estrategia *in vivo* la administración del gen corrector a través de un vector se realiza directamente al paciente (Vargas-Parada, 2006). Este método puede utilizarse con muchos pacientes, lo que disminuye su costo y la infraestructura necesaria, pero resulta complicado de controlar y la eficiencia es mucho menor

Existen tres tipos de vectores que permiten la transferencia de genes a las células los cuales pueden clasificarse como:

- 1) Virales:** Su utilización constituyen un método muy eficaz ya que los virus pueden penetrar naturalmente las células, insertando en ellas su material genético. Sin embargo, antes de poder usarlos como vectores deben modificarse para eliminar los genes virales que les permiten replicarse y causar enfermedad. A estos virus se les llama virus modificados o atenuados, y entre los más utilizados como vectores se encuentran los retrovirus, adenovirus y virus adeno-asociados.

También se han desarrollado poxvirus (especialmente el virus de la vaccinia) para vacunas y terapias génicas. Actualmente, los vectores virales son los más eficientes para transformar células, aunque no carecen de desventajas como el ser de manufactura costosa, presentar límites en cuanto a la longitud de los fragmentos de ADN que pueden ser insertados y que pueden llegar a desencadenar una respuesta inmune (inmunogenicidad).

2) No virales: Consisten en inyectar el fragmento de ADN que contiene el gen de interés directamente a las células o empacado dentro de otras moléculas como son los liposomas (pequeñas vesículas de grasa que pueden transportar sustancias al interior de las células). Los vectores no virales son menos eficientes para transformar células, pero no tienen límites para el tamaño del inserto (el tamaño del ADN que se va a inyectar), son menos inmunogénicos y más fáciles de elaborar.

3) Físicos: Involucran sobre todo inyectores sin aguja y electroporación. Los inyectores sin aguja utilizan alta presión para insertar el ADN en células de la piel o en células en cultivo, mientras que la electroporación utiliza pulsos eléctricos que abren temporalmente los canales de membranas de las células, permitiendo insertar el ADN. Los métodos físicos aún son ineficientes en la transformación y tienen un rango limitado de aplicación.

Debido a los problemas éticos inherentes que el uso de esta nueva herramienta representa, las investigaciones que se realizan deben cumplir con estrictos criterios. Primero, se han de utilizar solo en el tratamiento de trastornos genéticos severos. En segundo lugar el riesgo para el paciente debe ser menor que el beneficio terapéutico. En tercer lugar, las enfermedades tratadas deben limitarse a las relacionadas con un defecto conocido y causado por un único gen, y cuyo gen normal esté clonado y sea asequible. En cuarto lugar, la enfermedad debe estar relacionada con células que puedan ser aisladas a partir de un paciente, alteradas en un cultivo y reimplantadas de nuevo al paciente. En quinto lugar, los procedimientos planeados deben someterse a estrictos controles de seguridad en ensayos con animales antes de ser aplicados a seres humanos (Lenhinger *et al.*, 2005).

Hasta el 2003 se tenían descritas cerca de 4000 enfermedades monogénicas (debidas al daño en un solo gen) y algunas de ellas ni siquiera se tenían caracterizadas molecularmente, ya sea curando el gen defectuoso en el tejido que normalmente lo expresa o suministrando a un tejido conveniente un gen funcional que desempeñe las funciones del defectuoso sin eliminarlo, para estas enfermedades la terapia génica se muestra como una herramienta promisoriosa que ayudará a salvar la vida de muchos seres humanos. Los objetivos de la terapia génica humana incluyen el tratamiento de enfermedades que son consecuencia de la falta de funcionalidad de una única enzima producida por un solo gen (tabla 1). Entre éstas está incluido el síndrome de Lesch-Nyhan, otros posibles candidatos son dos formas de inmunodeficiencia grave. Otros esfuerzos están enfocados a nuevas estrategias para el tratamiento del cáncer. Por último, otras alteraciones genéticas que implican el tratamiento de células de la médula ósea son las alteraciones de la hemoglobina y la talasemia (Lenhinger *et al*, 2005).

Actualmente y a pesar de los problemas técnicos que presenta la utilización de la terapia génica, existen protocolos clínicos para enfermedades como insuficiencia hepática, diabetes, enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer, el SIDA, la arterioesclerosis y hasta para la disfunción eréctil e infertilidad; Vargas-Parada, 2006). Sin embargo, al avanzar estas tecnologías, también avanzan las que sirven para alterar otros rasgos físicos. Por ejemplo la introducción y expresión de un único gen del cromosoma Y de ratón en el genoma de un embrión de ratón hembra (XX) origina la formación de un macho (Lenhinger *et al*, 2005)

Tabla 1. Enfermedades hereditarias que pueden ser consideradas como primeras candidatas para tratarse por medio de la terapia génica

<i>Enfermedad</i>	<i>Producto normal</i>	<i>Células a modificar por la TG</i>
Inmunodeficiencia combinada grave (SCID) (niños burbuja)	Enzima adenosin desaminasa (ADA)	Células de la médula ósea o linfocitos t
Hemoglobinopatias (talasemias)	b-globina de la hemoglobina	Células de la médula ósea
Hemofilia A	Factor VIII de coagulación	Células del hígado o fibroblastos
Hemofilia B	Factor IX de coagulación	
Hipercolesterolemia familiar	Receptor del Hígado para lipoproteínas de baja densidad (LDL)	Células del hígado o fibroblastos
Efisema hereditario	a-1-antitripsina (producto héptico que protege los pulmones de la degradación enzimática)	Células del hígado
Fibrosis quística	Producto del gen CTFR que mantiene libre de mucus a los tubos aéreos de los pulmones	Células de pulmón
Distrofia muscular de Duchenne	Distrofia (componente estructural del musculo)	Células musculares

Aunque en un principio las aplicaciones de la terapia génica se reducían al tratamiento de enfermedades metabólicas raras, en la actualidad se espera que la terapia génica pueda incidir en la cura de enfermedades como el cáncer, la enfermedad coronaria y otras que hemos mencionado. No se puede dudar que es un nuevo y largo camino a recorrer, que seguramente traerá muchas satisfacciones a la práctica de la medicina, pero no debemos olvidar que la terapia génica no es una técnica generalizada o la panacea para todas las enfermedades, por lo que tendrá que limitarse, ya que el éxito de su aplicación no reside en la técnica, si no en la enfermedad misma.

Por otra parte, el desarrollo de la terapia génica se encuentra limitado en gran parte por la posibilidad del desarrollo de la terapia de células germinales, la cual ha originado grandes controversias, como menciona Austin-Ward y Villaseca (1998).ya que al transmitirse los cambios efectuados en los gametos a las siguientes generaciones se afecta el patrimonio genético de la especie humana, y un error de

juicio y/o tecnológico pudiera tener muy malas e imprevisibles consecuencias. Por este motivo, este tipo de terapia ha sido totalmente proscrita por diferentes organismos internacionales (OMS, UNESCO y Consejo de Europa, entre otros) (

Como ante toda novedad, la terapia génica tiene partidarios entusiastas que, tal vez de una manera poco realista, ven en ella poco menos que el control de las enfermedades, y, por otro lado, grandes detractores. En todo caso, si se llegan a superar todas las dificultades técnicas, la terapia génica puede redefinir la práctica de la medicina el próximo siglo ya que las perspectivas son atractivas y vale la pena seguir explorándola como posibilidad, pero dentro de límites éticos.

2.3 Implicaciones bioéticas del Proyecto Genoma Humano

Gracias a la sofisticación de las técnicas de ADN recombinante, en particular la aparición de técnicas poderosas de amplificación de ADN tales como la de PCR (reacción en cadena de polimerasa) y de secuenciación automática de ADN, hoy es posible analizar, genes de cualquier organismo, incluyendo al hombre. A través de ello se ha iniciado la etapa o era del genoma, en donde el esfuerzo ya no se concentra en genes aislados solamente, sino en el análisis del conjunto de todos los genes que conforman un organismo.

En la década de los 80's, el proyecto del Genoma Humano entró en escena. La idea de secuenciar el genoma Humano surgió en Estados Unidos en 1984, en una conferencia en Alta Utah. En esta conferencia, auspiciada por el Departamento de Energía de Estados Unidos, Robert Sinsheimer planteó la idea de fundar un instituto en Santa Cruz para secuenciar el genoma humano (Noguera y Ruíz, 2000)

Después de la conferencia en Alta Utah, la idea fue promovida por dos grupos independientes. El primero por el director de la Oficina de Investigación Sanitaria del Departamento de Energía, quien se inclinaba por los mapas genéticos y propuso que esa institución aumentara sus investigaciones del genoma porque llevaba mucho tiempo interesado en la genética humana y tenía programas para examinar los efectos de la radiación y la contaminación ambiental sobre el cuerpo humano, así como para determinar la frecuencia de mutaciones en descendientes de Hiroshima y Nagasaki, mientras que el segundo grupo estuvo a cargo de Robert Sinsheimer (Noguera y Ruíz, 2000).

La proposición de este primer grupo ha hecho pensar que el origen del proyecto se encuentra en los programas de salud del Departamento de Energía. Sin embargo, como se ha mencionado, la propuesta que motivó la discusión surgió de Robert Sinsheimer, un científico que no era de esa institución y que tenía otros intereses. Esta propuesta de manera rápida obtuvo aceptación por las distintas entidades y posteriormente se añadieron otra gran cantidad de interesados en participar en los estudios convirtiéndose en un proyecto de interés mundial que integraba a científicos de distintas naciones y en el que intervinieron distintos países para su realización.

El Proyecto Genoma Humano comenzó oficialmente en Estados Unidos en octubre de 1990, con el consorcio público denominado Proyecto Genoma Humano (PGH), que se integró por 20 países y con un financiamiento público siguiendo un plan a cinco años para desarrollar las herramientas que permitiesen conseguir esa meta. Estas herramientas eran principalmente la construcción de mapas genéticos (de ligamiento) y de mapas físicos (de clones) de todo el genoma humano, al tiempo que se desarrollaba la tecnología necesaria para realizar secuenciación a gran escala. La estrategia general consistió en construir mapas genéticos y físicos e integrarlos, para aumentar cada vez más en resolución desde el cromosoma hasta la secuencia de ADN. Algunos años después, la compañía Celera Genomics inició sus trabajos con recursos privados. Ambas agrupaciones trabajaron por separado.

Cevallos (2000) menciona que para llevar a cabo la secuenciación de nuestro genoma el Consorcio pidió a un grupo grande de donadores anónimos, de varias razas y de ambos sexos, que cedieran unos cuantos mililitros de sangre; a los hombres, se les solicitó un poco de semen. Posteriormente, se aisló ADN de 20 muestras elegidas al azar, se mezcló y precisamente esta mezcla fue la que secuenció el consorcio multinacional del proyecto del genoma humano. Se eligió semen por dos razones: primero, por no ser dolorosa su obtención y segundo, los espermatozoides contenidos en el semen poseen sólo 23 cromosomas, en comparación con los demás tipos de células que tienen por duplicado cada uno de los 23 cromosomas. Las mujeres donaron sangre porque de este tejido es muy fácil aislar ADN. Los óvulos, contraparte de los espermatozoides, son células que sólo tienen 23 cromosomas, pero su uso se descartó por la dificultad y peligro que encierra tomar las muestras.

Finalmente el 6 de abril de 2000 el Consorcio Internacional, integrado por 20 grupos de diferentes países y por otro lado la empresa privada Celera, hicieron pública la terminación del primer borrador del genoma humano secuenciado que localizaba a los genes dentro de los cromosomas. Bajo la dirección de Eric Lander del Centro Sanger, en Cambridge, Reino Unido, el primer grupo publicó en la revista *Nature*. Por su lado, la empresa estadounidense, dirigida por Craig Venter, lo hizo en *Science*, con un 99.9% de fiabilidad y con un año de antelación a la fecha presupuesta. Sucesivas secuenciaciones condujeron finalmente al anuncio del genoma esencialmente completo en abril de 2003, dos años antes de lo previsto. En mayo de 2006 se alcanzó otro hito en la culminación del proyecto al publicarse la secuencia del último cromosoma humano en la revista *Nature* (Cevallos, 2000; Mendieta, 2008)

Desde el punto de vista científico surgieron resultados sorprendentes e impensables, como el hecho de que nuestros cuarenta mil genes representan solamente cerca de 5% del total del material genético presente en nuestros cromosomas. El resto (95%) son secuencias de DNA repetidas y amplificadas.

Estudios recientes de comparación de genes entre los genomas secuenciados de los diferentes organismos eucariontes animales demuestran que, en el caso de la mosca de la fruta, existen en este organismo más del 65% de los genes que en los humanos son responsables de las enfermedades congénitas hasta ahora identificadas en la especie humana. Otro punto importante, corresponde a que se pudo evidenciar que distintos seres pertenecientes a la misma especie tienen más de un 99.9% de similitud genética, derribando antiguas tesis sobre la diferenciación de razas. La información genética también ha permitido la elaboración de pruebas diagnósticas genéticas que permiten evidenciar hasta 10,000 mutaciones y lograr acciones preventivas para potenciales anomalías (Bolívar, 2004).

Datos como éstos se suman a la larga lista de beneficios, avances e incremento de datos que el proyecto del Genoma Humano entrega. Los desafíos que hoy plantea y en los que se trabajan para la obtención de resultados son principalmente tres. El primero corresponde a lograr descifrar cuáles de las secuencias corresponden adecuadamente al total de genes secuenciados; el segundo busca determinar la función específica de cada gen y determinar cómo las mutaciones logran influir en el fenotipo, así como también la manera en que factores ambientales pueden afectarlos. Por último, el tercer tema involucra a los descubrimientos genéticos obtenidos, se relaciona con los factores éticos que están de manera intrínseca en la investigación científica, en donde los límites que ésta puede llegar a tener o no, entran en el debate público atendiendo a los factores morales y éticos que involucran.

Por un lado el conocimiento de nuestros genes permitirá conocer las bases moleculares de diversas enfermedades genéticas y con ello realizar un diagnóstico adecuado, ya sea de forma presintomática o prenatal, así como la aplicación de la terapia génica. Así planteado el tema, se percibe entonces una importante brecha entre la capacidad diagnóstica y predictiva del conocimiento genómico por un lado, y la falta de intervenciones preventivas y terapéuticas por otro, lo que lleva a conflictos éticos surgidos del Proyecto Genoma Humano.

Además hay determinadas áreas como el asesoramiento a parejas en riesgo de transmitir enfermedades genéticas a su descendencia, que han suscitado mucho interés y para las que se han dictado una serie de principios éticos:

- Respeto a la dignidad individual y a la inteligencia básica de las personas, así como a sus decisiones médicas y reproductivas (libre elección de interrumpir o continuar un embarazo con riesgo).
- Informar objetivamente al paciente sin tener en cuenta los valores subjetivos del profesional médico
- Protección a la privacidad de la información genética.

Otro problema de gran importancia es la obtención de patentes de genes por parte de compañías biotecnológicas, gobiernos y centros de investigación universitarios, para una posterior venta o explotación comercial, sin tener en cuenta que parte de los fondos empleados en el PGH era de los contribuyentes. También debemos observar el PGH contextualizado social e históricamente, atendiendo a la desigualdad social y económica entre países, que va a producir una inequidad en el acceso a los beneficios que se extraigan de la investigación.

Finalmente, no debe olvidarse que de cualquier manera, las herramientas del DNA recombinante y el conocimiento sobre los genomas están ya con nosotros, y que tenemos la obligación de usarlos no sólo para beneficio exclusivo de la raza humana, sino de la vida misma. En este sentido, la declaración de la Conferencia General de la UNESCO, en 1997, sobre "El Genoma Humano", resulta ser un avance fundamental, ya que genera un marco moral y ético sobre los derechos y responsabilidades para el manejo de la información genética, es decir del genoma de la raza humana y los de otros organismos con los que conformamos la biodiversidad de nuestro planeta.

CAPITULO IV. ENFOQUE TEÓRICO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.

Como señalamos anteriormente, son varios los factores que intervienen en el aprendizaje y rendimiento académico. Particularmente para el tema de la Ingeniería Genética y sus aplicaciones, tema que nos ocupa y forma parte de la asignatura de Biología I que se imparte en el tercer semestre del Colegio de Ciencias y Humanidades, además de los factores personales, sociales y culturales mencionados que median su aprendizaje, describíamos que sus contenidos resultan polémicos en tanto conllevan repercusiones legislativas y económicas importantes derivadas, por un lado, de los avances actuales de la ciencia y por otro, la serie de ideas o preconcepciones de sentido común a las que han dado lugar socialmente

Del mismo modo, apuntábamos que sus contenidos al ser prioritariamente abstractos resultan de difícil comprensión para los estudiantes, quienes también llegan al aula con sus propias ideas previas o representaciones sobre el tema, basadas muchas veces en fuentes de información poco confiables y sin fundamento científico, que resultan en ocasiones en mitos o concepciones poco objetivas, parciales o erróneas, o bien, algunos estudiantes pueden desconocer totalmente el tema debido a una falta de interés o falta de información sobre éste. Estas concepciones sin fundamento científico posiblemente influyen en su actitud hacia el aprendizaje del tema, lo que a su vez repercute en su rendimiento académico. Sin embargo no dejamos de considerar que puede estar influido por otras variables, en tanto que como menciona Santrock (2004) el aprendizaje depende de aspectos relacionados con factores psicológicos, sociales y culturales.

De aquí la importancia de realizar estudios que permitan dilucidar la manera en que los factores psicológicos, sociales y económicos impactan en el rendimiento académico de los estudiantes que cursan el nivel medio superior y a través de los resultados obtenidos poder proponer acciones pedagógicas que permitan disminuir el índice de reprobación en las aulas, y promover un mejor aprendizaje de los contenidos disciplinarios.

En tal sentido, el propósito de la investigación que se reporta fue indagar de qué manera influyen diversos factores sociales, psicológicos y económicos de los estudiantes de nivel bachillerato en el aprendizaje y rendimiento académico de contenidos relacionados con la Ingeniería Genética.

En el presente capítulo se darán a conocer los objetivos, el enfoque de la investigación, la población de estudio, el método de trabajo y las técnicas e instrumentos utilizados en el mismo.

4.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Evaluar la influencia que tienen en el aprendizaje y el rendimiento académico de temas relacionados con la Ingeniería Genética, las representaciones sociales que sobre el tema tienen los estudiantes del CCH, las prácticas de enseñanza que utilizan sus profesores para abordar el tema, el estilo parental o de educación que prevalece en su familia y, el nivel socioeconómico al que pertenecen.

4.2 ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Por sus propósitos, el método elegido para la investigación consistió en un estudio colectivo de casos. De acuerdo a Stake (1998), el estudio de caso “es una herramienta para llegar a una comprensión general mediante un caso particular, por lo que su finalidad principal es llegar al conocimiento profundo del caso y sus particularidades más que la generalización de los resultados, es decir, la efectividad de la particularización remplace la validez de la generalización”(p.11). Desde esta perspectiva se da prioridad al tema y la problemática que constituyen el caso a examinar, más que al propio diseño de la investigación.

A su vez, Álvarez (2003) considera que los estudios de caso facilitan un acercamiento a lo individual y social, a través de la reconstrucción de situaciones específicas y de experiencias propias de los participantes, por lo que “registra procesos dinámicos, relaciones, contenidos y significados, que permiten tener una visión holística del fenómeno, concebido como una entidad particular, cuya validez radica en la interpretación que se pueda hacer sobre la lógica de su constitución y desarrollo de la dinámica del proceso de formación” (p. 31).

Además, al ser una metodología particularista, es decir que se centra en una situación o fenómeno en particular, lo convierte en una metodología óptima para problemas prácticos o acontecimientos de la vida diaria, como lo es el proceso de aprendizaje. Otros rasgos que distingue al método de casos es ser descriptivo, regularmente de tipo cualitativo, heurístico, es decir puede dar lugar a nuevos significados, ampliar la experiencia del investigador, docente o lector, o confirmar lo que ya se sabe.

Para nuestro caso, el aprendizaje es un tema ampliamente investigado, sin embargo para el caso de nuestra población no existen estudios previos de esta índole, además al encontrarse los individuos inmersos en un determinado contexto sociocultural, las relaciones cambian y se modifican a través del tiempo por lo que el estudio de este

fenómeno bajo este enfoque metodológico permitirá quizás descubrir o ampliar nuevos significados, o bien confirmar lo que otros autores han reportado.

De acuerdo al propósito que tenga el estudio de caso, se consideran tres tipos de caso: intrínsecos, instrumentales y colectivos (Stake, 1999). Los intrínsecos se constituyen a partir del interés en el caso en sí mismo; mientras que los instrumentales procuran comprender un determinado problema, conceptual o empírico más amplio que el caso puede iluminar. Mientras que los colectivos tienen varios objetos de estudio individuales, es decir, es un estudio instrumental extendido a varios casos.

En tal sentido, optamos por la elección de varios casos o por el denominado *estudio colectivo de casos* como objeto de estudio y no sólo uno, en tanto permite que cada estudio de caso sea una herramienta metodológica para “el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes” (Stake, 1999: 11). Es así que elegimos 6 grupos de estudiantes de la misma institución (CCH) pero en contextos diferentes (Naucalpan, Azcapotzalco y Sur) por ser una metodología óptima para problemas prácticos o acontecimientos de la vida diaria, como lo es el proceso de aprendizaje.

Asimismo, por el tipo de investigación realizada, se considera un estudio de tipo exploratorio, pues aunque el tema del aprendizaje y los factores que inciden en él han sido ampliamente estudiados, no existen investigaciones al respecto en la población de estos tres planteles.

Del mismo modo, se considera un estudio de tipo descriptivo y correlacional, pues además de caracterizar o describir las variables bajo estudio, tal y como se presentan en la población, se observó y evaluaron el grado de relación que existe entre ellas y el aprendizaje de los estudiantes (Hernández, *et. al.*, 2003).

Por ser el objeto de estudio de la investigación un problema multifactorial, se requirió la obtención de datos tanto cuantitativos como cualitativos. Datos que obtenidos mediante la aplicación de diversos instrumentos, permitieron identificar, describir y esclarecer las relaciones existentes entre factores económicos, sociales, psicológicos y académicos con el rendimiento académico.

4.3 POBLACIÓN OBJETO DE ESTUDIO

La población de estudio estuvo constituida por un total de 143 estudiantes del Colegio de Ciencias y Humanidades de los tres planteles; Azcapotzalco, Naucalpan y Sur, del tercer semestre que se encontraban inscritos en la asignatura de Biología I, y seis profesores de los mismos planteles que impartían esta asignatura a los grupos seleccionados.

Cabe señalar que todos los grupos seleccionados eran regulares (de no recursamiento) y cursaban todos la asignatura de Biología I. En cuanto a los profesores, participaron tres mujeres y tres hombres. En el caso de las mujeres todas son profesoras de carrera titulares con antigüedad de 20 a 24 años, mientras que en el caso de los hombres, dos son profesores definitivos de asignatura tipo B con una antigüedad de 18 y 21 años; y uno de los profesores es profesor de asignatura con una antigüedad de 5 años.

Los grupos fueron seleccionados al azar, tomando en cuanto la disponibilidad que los profesores que impartían Biología I tuvieran para colaborar con el estudio y aceptaran aplicar los instrumentos de recolección de datos.

El lugar donde se desarrolló este trabajo fue el Colegio de Ciencias y Humanidades, CCH, planteles Azcapotzalco, Naucalpan y Sur, pertenecientes al subsistema de bachillerato (propedéutico y general) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

En cuanto al número de hombres y mujeres que conformaban los grupos que participaron en este estudio, la siguiente tabla (Tabla 2) muestra la información

TABLA 2. Constitución de la población estudiantil

Plantel	Turno	Hombres	Mujeres	Total
Naucalpan	Matutino	10	13	23
	Vespertino	8	12	20
Sur	Matutino	12	13	26
	Vespertino	13	5	18
Azcapotzalco	Matutino	14	12	26
	Vespertino	16	14	30
TOTAL		73	70	143

4.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la obtención de la información requerida de acuerdo con la metodología cualitativa y los objetivos de la investigación, se diseñaron y aplicaron cuatro instrumentos:

- **Cuestionario socioeconómico y estilo de educación parental.** Se elaboró un cuestionario que permitiera obtener información sobre el nivel socioeconómico y el estilo de educación parental de los estudiantes. Éste contempla cinco secciones.

La primera sección incluye seis reactivos de opción múltiple en los que se recuperan los datos demográficos de los estudiantes; la segunda contiene cinco reactivos de opción múltiple en los que se indaga el tipo de vivienda y los ingresos familiares; la tercera constituida por cinco reactivos de opción múltiple y una pregunta abierta, relacionados con la situación laboral de los estudiantes; y la cuarta sección, contiene diez reactivos de opción múltiple que

indagan la información familiar, principalmente con respecto a la relación que tienen los alumnos con sus padres (Apéndice 1, anexo 1).

Este cuestionario fue aplicado a todos los grupos, (tanto matutinos como vespertinos) en horario habitual de la clase y en el contexto del desarrollo cotidiano. Se solicitó el permiso y apoyo de los profesores, a quienes previamente se les había explicado el propósito de la investigación, así como de la aplicación de dichos instrumentos.

- **Cuestionario de conocimientos.** Se elaboró un cuestionario de preguntas abiertas para indagar, por un lado, las ideas previas que los estudiantes de tercer semestre tenían sobre el tema de Ingeniería Genética de acuerdo a los contenidos del Programa de Biología I (Apéndice 1, anexo 2), sirviendo así como un instrumento diagnóstico, y por otro permitió evaluar los conocimientos adquiridos al terminar de cursar la unidad. Es decir, se usó como pre y post-test para comparar las ideas previas con los conocimientos adquiridos. De igual forma que el anterior instrumento, fue aplicado a todos los grupos de ambos turnos, en el horario habitual de la clase y habiendo solicitado con anterioridad el permiso de los profesores. A los estudiantes se les comentó que el cuestionario no tenía el carácter de examen y que podían resolverlo sin ninguna intención evaluativa que pudiera influir en su calificación.
- **Entrevista semiestructurada para estudiantes.** Se elaboró un guión de entrevista para obtener las representaciones de los estudiantes sobre los contenidos de Ingeniería Genética que permitiera profundizar sobre sus concepciones, creencias, ideas previas, etc. (Apéndice 1, anexo 3). Se aplicó solo a 4 estudiantes de cada grupo de los tres planteles y ambos turnos, seleccionados de manera aleatoria, por lo que fue aplicado a un total de 24 estudiantes, antes de que hubieran revisado el tema en clase. Las entrevistas se realizaron en horario de clase, se les explicó a los estudiantes el propósito de la misma, fueron grabadas, posteriormente transcritas y finalmente organizadas para su análisis.

- **Entrevistas semiestructurada para docentes.** Se elaboró también un guión de entrevista para conocer, desde la voz de los profesores, cómo son sus prácticas de enseñanza o cómo enseñan el tema de Ingeniería Genética. La entrevista se realizó en todos los casos antes de que los profesores revisaran la unidad con sus estudiantes (Apéndice 1, anexo 4). Se aplicaron en horarios fuera de clase, se grabaron, posteriormente se transcribieron y organizaron para su análisis

CAPITULO V. RESULTADOS

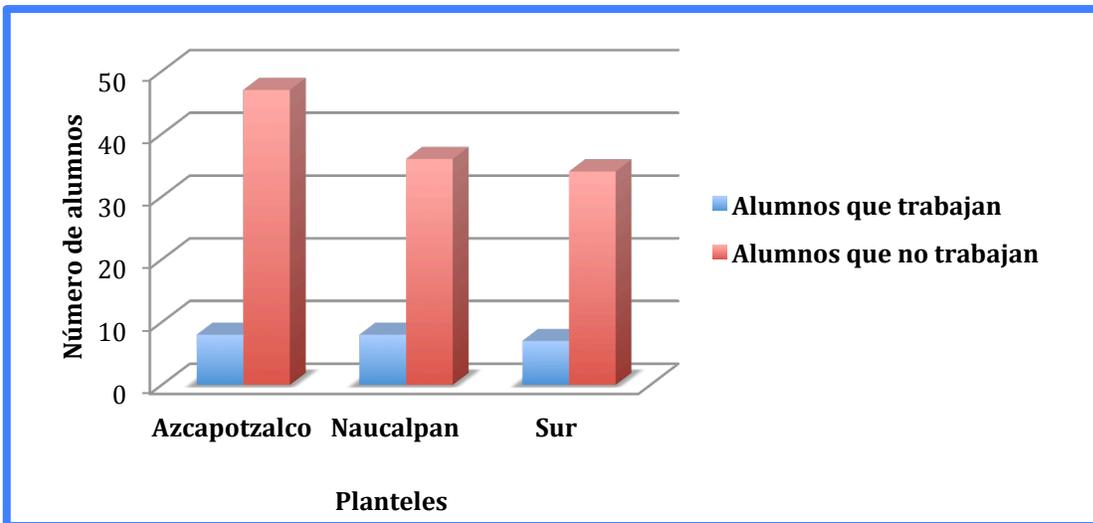
a) Cuestionario Socioeconómico

Los resultados del cuestionario socioeconómico permitieron tener una caracterización más específica de la población que fue objeto de estudio. Encontrando que de manera general la edad de los alumnos oscilaba entre los 15 y 20 años de edad, siendo el plantel Azcapotzalco donde se localizaban tres alumnos con rango de edad entre 19 y 20 años, mientras que el 73% de los alumnos de este plantel, el 86% del plantel Naucalpan y el 58% del plantel Sur pertenecen al rango de edad de 15 a 16 años de edad.

Al comparar estos datos con los reportados para la generación 2009 vemos que coinciden en el rango de edades lo cual confirma que la mayor parte de los estudiantes del Colegio se encuentra en la etapa de adolescencia durante la cual se presentan diversos cambios tanto biológicos como psicológicos que repercuten también sobre el rendimiento académico de los mismos. (Perfil del alumno del CCH, 2009)

En cuanto al estado civil de los alumnos, encontramos que en el plantel Azcapotzalco el 94.6% de los alumnos son solteros y el 1.7% vive en unión libre; en el plantel Naucalpan el 97.6% de los alumnos solteros y 2.32 también vive en unión libre, finalmente en el plantel Sur se registró al 92.85% de alumnos solteros, 4.76 casados y el mismo porcentaje vive en unión libre. También se encontró que solo un alumno del plantel Naucalpan admitió tener un hijo y que el resto de los alumnos de los otros dos planteles restantes contestaron no tenerlos.

Respecto al desempeño de una actividad adicional a estudiar solo el 16% de los alumnos admitió trabajar mientras que el 81.8% no desempeñan ningún trabajo. Al analizar este aspecto para cada uno de los planteles podemos ver en la siguiente gráfica (Gráfica 1) que se registran 8 alumnos que trabajan en los planteles Azcapotzalco y Naucalpan y 7 en el plantel Sur.



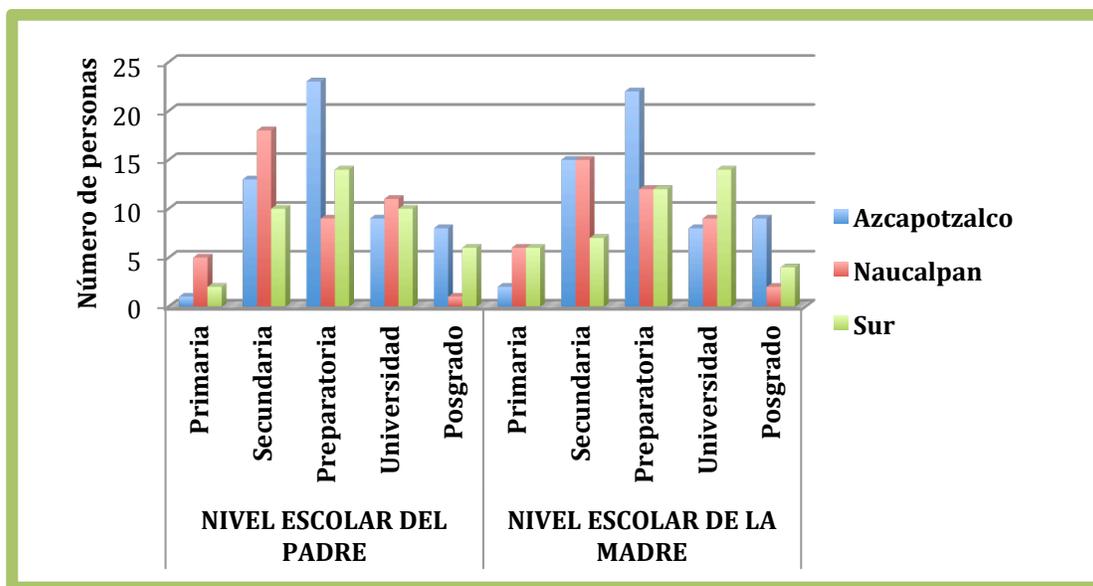
Grafica 1. Situación laboral de los alumnos de cada plantel de CCH.

También se obtuvieron datos sobre el tipo de trabajo que desempeñan los alumnos, el 42.3% se emplean en trabajos eventuales, seguido de los trabajos en vacaciones y los de fines de semana (19.2%) finalmente solo el 11.5% de los alumnos tienen un trabajo permanente.

Además se encontró que la mayoría de los alumnos que trabajan lo hacen en un rango de 1 a 7 horas a la semana, seguido de los alumnos que trabajan de 8 a 16 horas a la semana, el resto de los alumnos lo hacen en rangos de más de 17 horas a la semana. Y finalmente se obtuvieron resultados respecto al salario mensual que perciben el cual en el 41.6% de los alumnos que trabajan oscila entre de \$100 a \$500 pesos, el 20.8% gana entre \$501 y \$1000 pesos y el 16.6 % dice ganar más de \$2500 pesos mensuales, otro porcentaje igual entre \$1001 y \$1500 y solo el 4.1% gana de \$2001 a \$2500 pesos.

Como podemos ver la mayoría de los alumnos que trabajan tienen un ingreso no mayor a los \$1000 pesos ya que gran parte de sus trabajos no les requiere mucho tiempo, además su condición de adolescentes no les permite acceder a empleos fijos y con un salario mejor pagado así como tener acceso a prestaciones de ley.

Otro dato importante fue conocer el nivel máximo de estudios de los padres para cada plantel del Colegio, los cuales se muestran en la siguiente grafica



Grafica 2. Nivel máximo de estudios de los padres en cada plantel.

Conocer el máximo nivel de estudios de los padres es importante porque nos permite acercarnos a conocer el entorno familiar en el que se desenvuelven los alumnos. La familia desempeña un papel fundamental en el rendimiento académico por los estímulos y posibilidades que les ofrece para lograr una posición social según su grupo de procedencia.

También, la procedencia socioeconómica puede considerarse uno de los factores explicativos del bajo rendimiento (Gordon y Greenidge, 1999); los alumnos procedentes de hogares en desventaja social y cultural están menos preparados y reciben menos ayuda en momentos difíciles (Ruiz López, 1992; en Covadonga, 2001), lo que acentúa la posibilidad de obtener un rendimiento escolar por debajo del esperado.

Además la posición social de la familia condiciona diferenciaciones respecto a la importancia que dan los padres al éxito escolar, aspecto que influye sobre los resultados del alumno; en las posiciones más desfavorecidas, el éxito escolar es escasamente valorado; mientras que más alto sea el nivel socio-profesional de los padres, mayor importancia se da a la educación, con lo que aumenta la posibilidad de éxito escolar de los hijos. (Covadonga, 2001). Del mismo modo, la presión cultural varía según el entorno social de los sujetos; en un ambiente socioeconómico bajo, la presión cultural hacia el logro académico es menor e influye poco sobre el autoconcepto

ESCOLARIZACIÓN. De acuerdo a nuestros resultados, en el caso del plantel Azcapotzalco se registró un mayor número de padres con máximo nivel de estudios de bachilleratos seguido de la secundaria, y lo mismo se observa para las madres, en contraste, solo un padre tiene el nivel de primaria comparado con la madre donde el número se eleva a cinco, pero nueve de las madres cuentan con estudios de posgrado y solo ocho padres alcanzan el mismo nivel.

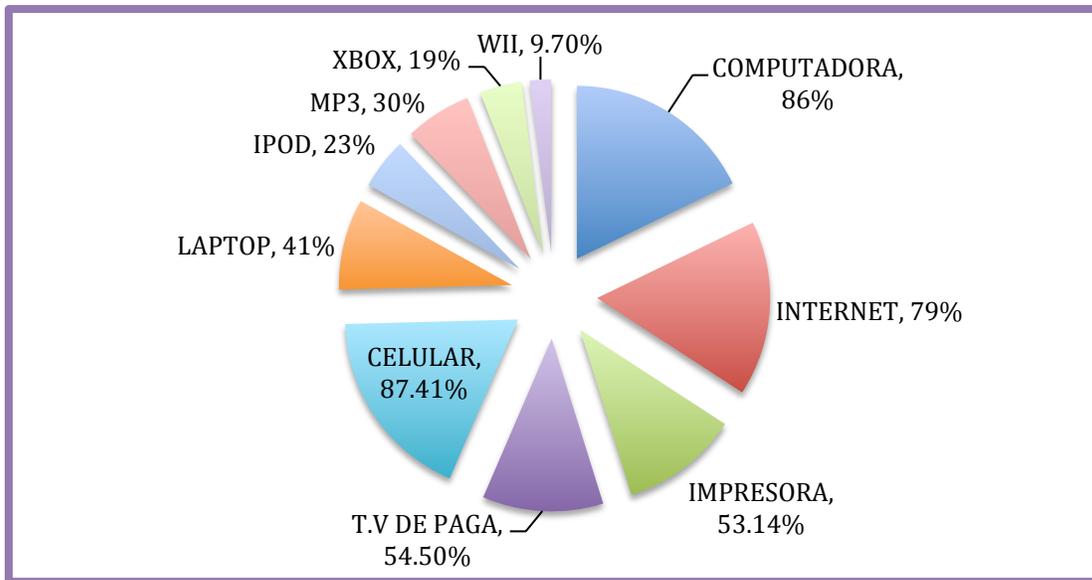
En el plantel Naucalpan la mayoría de los padres y madres alcanzan el nivel de secundaria. En el nivel de primaria solo se registraron cinco madres y seis padres, lo cual es mayor con respecto al plantel Azcapotzalco. En cuanto al nivel bachillerato existen 12 mujeres con este nivel concluido y solo nueve hombres, finalmente en el nivel de posgrado solo existe un padre con este nivel y dos madres, lo cual también es inferior al número de individuos registrados para el plantel Azcapotzalco.

En el caso del plantel Sur, 14 mujeres cuentan con el nivel universidad en comparación con 10 hombres. En el caso de los padres, el mayor número de ellos se encuentra en el nivel bachillerato, lo cual es similar a lo que se registró en el plantel Azcapotzalco, sin embargo se registran seis madres con nivel primaria en comparación con solo dos padres en este nivel. Finalmente en el caso del posgrado, seis padres alcanzan este nivel y solo cuatro mujeres.

En términos generales podemos decir que el nivel máximo de estudios tanto para hombres y mujeres es el medio superior o bachillerato, (considerado recientemente como parte de la educación básica) seguido del nivel secundaria, en el que existe un mayor número por parte de los hombres. En el nivel universitario existe un mayor número de padres que alcanzan este nivel en comparación con las madres. Sin embargo para el nivel posgrado existe un mismo número de mujeres y hombres con este grado; y finalmente existen más madres con nivel primaria como máximo nivel de estudios en comparación con los padres.

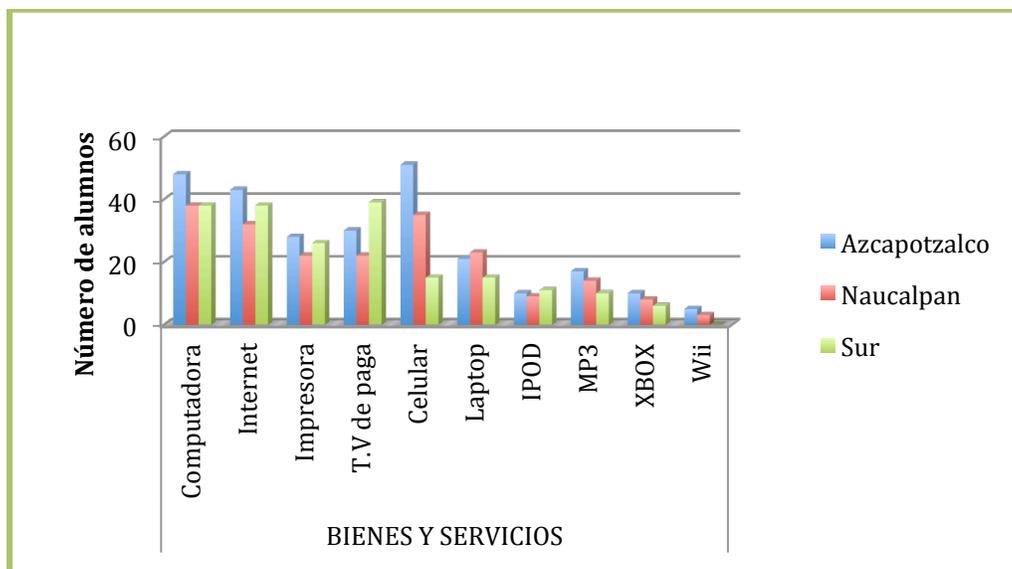
MEDIOS Y SERVICIOS. Otra de las formas de poder conocer el nivel socioeconómico de los alumnos fue a través de la cuantificación de medios y servicios con los que cada uno de ellos cuenta, en este estudio se puso atención en artículos que son necesarios para el desempeño de las tareas escolares, tales como computadora personal (laptop), computadora de escritorio, impresora e internet; aunque también se buscó información sobre aquellos artículos que son utilizados por los estudiantes para su distracción, como son los reproductores de música y consolas de videojuegos, que el tenerlos puede ser considerados como lujo debido al costo que éstos tienen.

De acuerdo a los resultados, los bienes y servicios de que gozan los alumnos estudiados se muestran en la siguiente gráfica (Gráfica 3). Se observa que el 87.4% de los alumnos cuentan con celular, seguido del 86% de alumnos que tienen computadora. Además el 79% cuenta con servicio de internet, sin embargo, muy pocos alumnos cuentan con artículos como IPOD's, y consolas de video como XBOX y Wii.



Grafica 3. Bienes y servicios con los que cuentan los alumnos del CCH.

Al analizar los bienes y servicios con los que cuentan los alumnos de cada plantel podemos observar en la gráfica 4 que de manera general el plantel Azcapotzalco es el que presenta mayor número de alumnos que cuentan con un gran numero de bienes y servicios, mientras que el plantel Naucalpan presenta menos alumnos con servicio de internet y celular. En el plantel Sur solo 15 alumnos cuentan con celular, pero es el plantel donde se registran más alumnos con servicio de T.V de paga en comparación con el resto de los planteles, además es en este plantel donde no se registraron alumnos que tuvieran la consola de videojuegos Wii.



Gráfica 4. Bienes y servicios con los que cuentan los alumnos de cada plantel del Colegio.

Un alto porcentaje de alumnos de todos los planteles cuenta con la mayoría de bienes y servicios básicos y necesarios para poder desarrollar las tareas escolares como son la computadora ya sea de escritorio o personal, así como también que la gran mayoría de ellos tiene acceso al internet, sin embargo el hecho de contar con estos bienes y servicios no garantiza que se utilice solo con fines escolares. De acuerdo con Albergo (2002) el principal uso que los adolescentes dan al internet es el de la comunicación, es decir la mayoría de los jóvenes utilizan este medio para continuar o finalizar con conversaciones que iniciaron en la escuela, o bien para planificar actividades que se realizaran al otro día o el fin de semana con compañeros de escuela o amigos, podríamos decir que ha suplido las largas conversaciones telefónicas.

Con respecto al uso que dan los adolescentes al internet con fines académicos o escolares se ha encontrado que lo único que los impulsa a utilizar la Red con estos fines es la redacción de trabajos que les piden los profesores. Sin embargo aunque los trabajos escolares, que utilizan la información obtenida en la Red son largos, bien escritas y mejor ilustrados regularmente la información que se presenta no ha sido valorada, ordenada, resumida o ampliada por los alumnos.

En muchos casos se han limitado a imprimirla sin ni siquiera leerla, por lo tanto el uso del internet se asemeja al que se hacía de las enciclopedias, con la ventaja de que la información que se hallaba en éstas, al menos se leían antes de ser copiadas. Además debemos mencionar que son pocos los adolescentes que acceden a páginas educativas, por encontrarlas aburridas, sin ningún interés a pesar de que estas páginas han sido diseñadas con la concepción y los contenidos que guían la redacción de los libros de texto.

También es importante señalar que la mayoría de los jóvenes reconocen que no buscan información que no esté relacionada con sus hobbies en la Red por iniciativa propia para ampliar conocimientos (Albero, 2002). Por lo tanto, el uso que los adolescentes dan al internet deja de lado la idea de ser un recurso primordial que puede repercutir de manera favorable en el aumento del rendimiento académico, debido al poco impacto que tiene este recurso en la elaboración de tareas y trabajos escolares. Los alumnos carecen de información para poder usar y buscar fuentes bibliográficas objetivas y serias, regularmente solo copian e imprimen el primer documento que aparece como resultado de la búsqueda sin importar cuál sea la fuente de dicha información. Además, todo el tiempo que ahora se ahorran los alumnos en consultar diversos libros lo utilizan en la consulta de las redes sociales, o bien en el establecimiento de conversaciones vía web, lo cual puede llegar a repercutir el desempeño de los alumnos. Cuando no existe supervisión por parte de los padres, los alumnos pueden pasar horas realizando estas actividades, lo que en ocasiones provoca que no se cumplan con las tareas y trabajos escolares.

Por otra parte el hecho de encontrar que la mayoría de los alumnos cuenta con artículos como teléfonos celulares, reproductores de música y consolas de videojuegos, nos deja ver que un gran número de alumnos cuenta con los medios económicos suficientes para poder ejercer sus estudios, sin embargo creemos que es pertinente que se diseñe y aplique un cuestionario socioeconómico que nos permita establecer de forma más precisa el estatus socioeconómico de los alumnos de cada plantel.

Se ha documentado que el estudio de las características socioeconómicas del entorno familiar puede ser un predictor del estilo de vida de las familias; Bronfenbrenner (1986) señala cuanto más bajas son las posibilidades económicas, mayores probabilidades hay de que los padres mantengan relaciones volubles e inestables entre sí, muestren desinterés por las tareas académicas, infravaloren las actividades culturales y escolares y, como consecuencia, no estimulen, motiven ni ayuden adecuadamente al alumno que, con frecuencia, verá disminuido su rendimiento. Por el contrario, en entornos de mayor nivel socioeconómico se observa un mayor interés de los padres, asesoramiento en las tareas, mayor colaboración con el centro y entrevistas más frecuentes con los profesores (Martínez González, 1992), lo que pone al alumno en situación de desenvolverse adecuadamente en la escuela.

Como podemos ver la mayoría de los alumnos cuenta con los bienes y servicios básicos para poder desarrollar las tareas escolares como son computadora, impresora e internet y la mayoría de ellos también cuentan con otros servicios y bienes que podrían considerarse como lujos debido al precio que estos artículos tienen en el mercado, lo que nos hace creer que los alumnos tienen un estatus económico medio. Aunado a esto es importante señalar que casi todos los alumnos se dedican de tiempo completo a la escuela ya que un porcentaje mínimo es que reparte su tiempo entre el trabajo y la escuela y los que lo hacen tienen trabajos temporales que realizan sobre todo en vacaciones o en fines de semana. En cuanto el nivel máximo de estudios de los padres podemos ver que se encuentra en la educación básica y que son pocos los padres que cuentan con estudios de universidad y posgrado y que en términos generales esto es diferencial entre padre y madre; existiendo un mayor porcentaje de padres con estudios de posgrado en relación al número de madres. Finalmente creemos que todos estos factores permiten a los alumnos tener un ambiente favorable en el que se desarrollen académicamente.

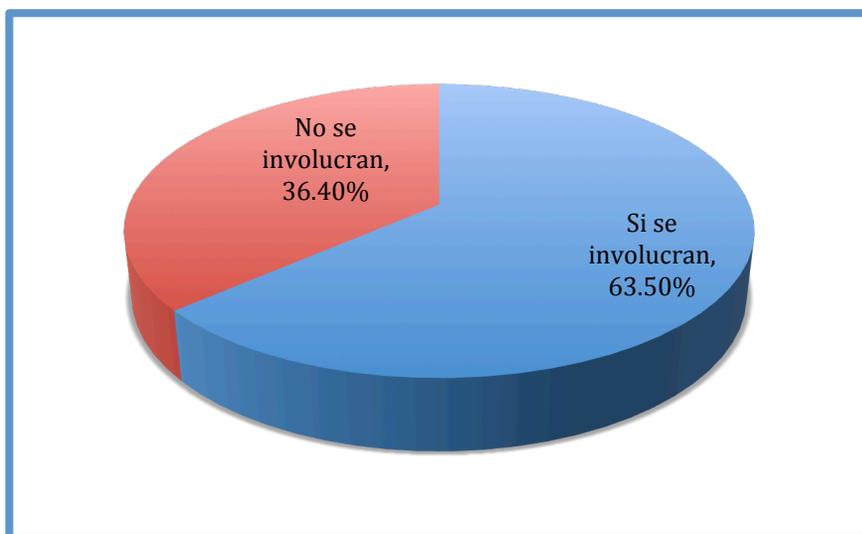
b) Prácticas de educación familiar

Otro aspecto evaluado en el cuestionario socioeconómico fue lo referente a las prácticas de educación familiar.

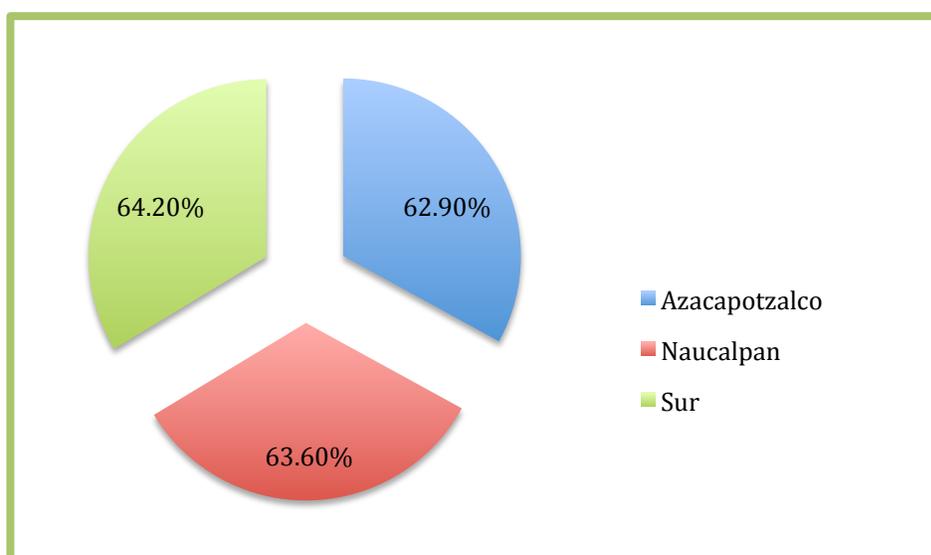
En cuanto a la estructura y estilos de educación familiar en la que se desarrollan los alumnos, se encontró que el 70% de los alumnos vive con ambos padres, el 20.2% con su madre, el 3.4% con su padre, este mismo número con otro familiar, solo el 0.699% mencionó vivir solo, que pertenece al plantel Azcapotzalco, y ese mismo porcentaje, reportó vivir con su pareja, el cual pertenece al plantel Sur. Además se encontró que el 78.6% de los alumnos viven con tres a cinco personas, el 13.26% vive con seis a ocho personas, y solo el 0.7% viven con más de nueve personas, el cual pertenece al plantel Naucalpan.

Al indagar sobre las actividades que se realizan en familia, los alumnos mencionaron que la actividad predominante es la visita a familiares, seguido de las salidas a comer, desayunar o cenar, mientras que la actividad que menos se realiza son las actividades lúdicas. Aproximadamente el 32.7% de los alumnos dedica entre cuatro a siete horas de la semana a la familia, y el 23.6% dedica solo de cero a tres horas a la semana. Esto puede deberse a las actividades laborales que los padres desarrollan, y a las mismas actividades en las que los propios alumnos participan, además de las que dedican a la escuela.

Asimismo se encontró que el 63.5% de los alumnos mencionaron que sus padres se involucran en las actividades de la escuela y el 36.4% de los padres no lo hacen, porcentajes muy acercados a éstos es lo que se encontró para cada plantel (Grafica 5 y 6). Se observa que el 38.7% de los padres nunca acude a la escuela para informarse sobre el desempeño de sus hijos, solo el 31.6% de los alumnos mencionó que sus padres asisten una vez al semestre al plantel, y el 29.5% menciona que lo hacen una vez al año.

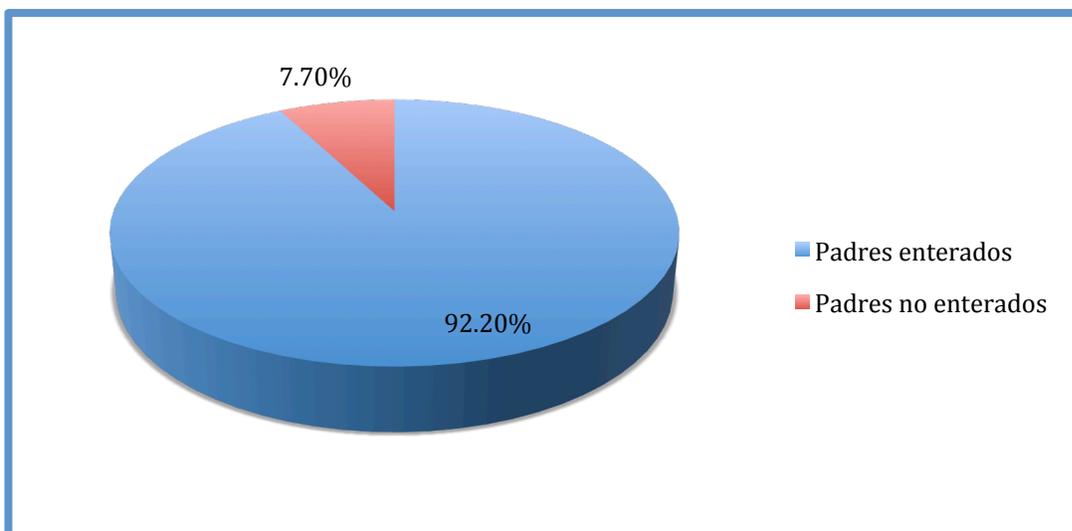


Grafica 5. Porcentaje de padres que se involucran en las actividades académicas.



Gráfica 6. Porcentaje de padres de cada plantel que se involucran en las actividades académicas.

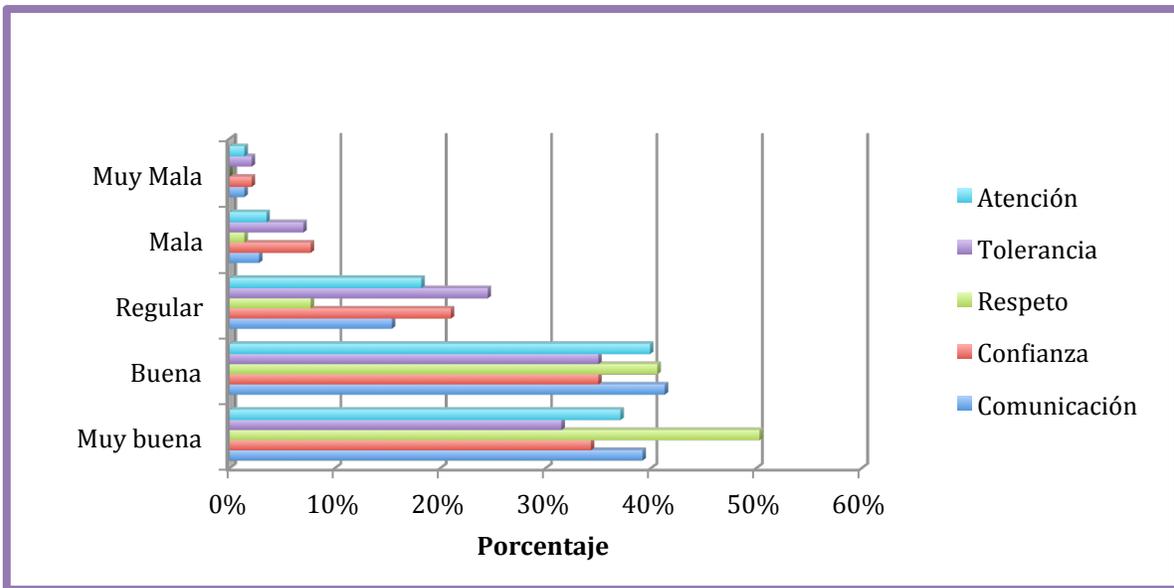
No obstante el 92.2% de los alumnos refirió que sus padres están enterados sobre sus calificaciones y solo el 7.7% no lo están. (Grafica 7). Desafortunadamente el hecho de que los padres no acudan a los planteles permite que los alumnos en ocasiones mientan sobre sus calificaciones y que los padres se enteren cuando ya existen demasiadas materias reprobadas acumuladas.



Grafica 7. Porcentaje de padres enterados de las calificaciones de sus hijos.

En relación a las acciones que los padres toman ante un mal desempeño académico, el 40% de los alumnos reportó que sus padres hablaban con ellos acerca de las causas de este mal desempeño, lo cual indica que para este porcentaje de estudiantes existe una buena comunicación entre padres e hijos. Sin embargo, el 18% reportó que los padres responden con castigos y el 13% con regaños, y solo el 0.6% mencionó que los padres respondían con golpes, como una forma de reprenderlos ante las malas calificaciones. Por el contrario, cuando tienen un buen desempeño académico, el 62.7% de los alumnos indicaron obtener felicitaciones de sus padres, y el 19 % la obtención de premios.

En cuanto a la relación que tienen los alumnos con sus padres, con base a criterios como comunicación, confianza, respeto, tolerancia y atención, en el conjunto de los cuatro planteles se encontró que la mayoría de los alumnos califican la relación con sus padres en todos los criterios como *muy buena* y *buena* (aproximadamente el 80% sumando las dos categorías). El 20% aproximadamente calificó la relación con sus padres como *regular* en esos mismos criterios y solo porcentajes de 2% y 1% fueron calificados como *mala* y *muy mala* para los diversos criterios mencionados. Los resultados se muestran en la siguiente grafica (Grafica 8).



Grafica 8. Relación con los padres en base a cada uno de los criterios.

Al analizar cada uno de estos criterios en cada uno de los planteles, se encontró que para el caso de la comunicación, tolerancia y atención, los alumnos de los planteles Azcapotzalco y Naucalpan califican su relación como *buena*, mientras que los del plantel Sur la consideran *muy buena*. Mientras que en el caso de la confianza y el respeto, los alumnos de los planteles Sur y Naucalpan, consideran su relación como *muy buena*, y los del plantel Azcapotzalco solo como *buena*. En cada uno de los planteles fueron muy pocos los alumnos que reportaron tener una relación *mala* o *muy mala*.

Con base en los resultados de las prácticas de educación familiar detallados, se puede concluir que en términos generales, los estudiantes que participaron en esta investigación pertenecen a familias conformadas por ambos padres con los cuales desarrollan diversas actividades que les permiten convivir y comunicarse.

La mayoría describen una relación satisfactoria con sus padres al evaluar aspectos como la tolerancia, el respeto, la comunicación, la confianza y atención.

Esta buena relación que los alumnos manifiestan tener con sus padres se confirma con los datos encontrados en cuanto a que la mayoría de éstos se involucran en las actividades escolares y se encuentran enterados de sus calificaciones, lo cual indica que existe supervisión por parte de los padres.

Sin embargo creemos que es necesario que se realicen estudios con mayor profundidad, en los que se pueda determinar de manera más puntual el tipo de educación familiar de la que participan los estudiantes. La propuesta de Diana Baumrid podría ser una alternativa, en tanto toma en cuenta la implicación y supervisión que los padres demuestran; dimensiones que en el instrumento utilizado en esta investigación no fue posible evaluar de manera directa. Sin embargo, se puede deducir del hecho de que los padres asistan a la escuela y que se involucren en las actividades escolares de los hijos, que existe cierto grado de implicación y supervisión de los padres y con ello un interés en la educación de sus hijos. No obstante, quedó pendiente la indagación más puntual de los estilos de educación familiar al que pertenecen los alumnos. Habrá que pensar, en próximas investigaciones, la conveniencia de conocer el punto de vista de los padres, en tanto aportaría información complementaria y mayor validez a los hallazgos.

c) Cuestionario de conocimientos sobre la ingeniería genética (rendimiento Académico)

Como se detalló en la metodología seguida en la investigación, el rendimiento académico de los estudiantes en el tema de ingeniería genética se obtuvo mediante la aplicación de un cuestionario de conocimientos sobre el tema, aplicado previo a la revisión del tema (como pre-test) y posterior a ello (como post-test) (ANEXO 4).

El cuestionario constó de 10 preguntas. A cada pregunta se les otorgó un valor de un punto, sin embargo, cuando la respuesta era incompleta o se presentaba la idea correcta pero su redacción era confusa, se asignó el valor de 0.5 puntos.

Una de las preguntas del cuestionario fue eliminada debido a que era una pregunta de opinión la cual no pudo ser calificada como correcta o incorrecta. Por lo tanto la calificación máxima que se consideró para el cuestionario fue de nueve puntos, y la sumatoria que se obtuvo de todas las respuestas, tanto correctas como parciales, es lo que se consideró como el rendimiento académico para esta unidad.

Se utilizó el programa SPSS versión 15 para el vaciado de los datos, su codificación y análisis estadístico. La escala que se determinó para la asignación de la evaluación final fue la siguiente:

De 0 a 3 = rendimiento bajo,

De 3.1 a 6.9 puntos = rendimiento medio

De 7 a 9 puntos = rendimiento alto.

Los resultados del pre-test de toda la muestra poblacional de acuerdo a la anterior categorización se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3.

Resultados del rendimiento académico en el pre-test de los tres planteles del Colegio

Categorías de Rendimiento Académico	Frecuencia
Rendimiento bajo	87
Rendimiento medio	37
Rendimiento alto	0

Al analizar los resultados obtenidos en el pre-test para cada uno de los planteles (Tabla 4) podemos observar que no existieron alumnos que tuvieran calificaciones dentro del rango de rendimiento alto. El plantel Sur es el que registra mayor número de alumnos con un rendimiento bajo y por consiguiente un bajo número con rendimiento medio, seguido del plantel Naucalpan y finalmente del plantel Azcapotzalco.

TABLA 4.
Resultados de rendimiento en el pre-test para cada plantas del Colegio

Plantel	Categorías de rendimiento	
	Bajo	Medio
Azcapotzalco	27	22
Naucalpan	26	10
Sur	34	5

Con las puntuaciones directas obtenidas en el cuestionario de conocimientos entre los estudiantes de los tres planteles se hizo un análisis de varianza (ANOVA) encontrando que existen diferencias significativas ($F_{(2,121)}=4.7;P<.011$). Con la finalidad de evaluar las diferencias entre planteles por pares se realizó una prueba DMS (Diferencias Mínimas Significativas) resultando significativa la diferencia entre el plantel Azcapotzalco y Sur, a favor del primero ($p=.003$), lo cual permite deducir que los alumnos del plantel Azcapotzalco iniciaron la revisión del tema de la ingeniería genética con conceptos más cercanos al ámbito científico que al conocimiento del sentido común.

Por otra parte, al realizar la misma categorización de los resultados del cuestionario post-test de toda la muestra poblacional (rendimiento académico) se obtuvieron los siguientes datos (Tabla 5).

Tabla 5.
Resultados del rendimiento académico del post-test de los tres planteles del Colegio

Categorías de Rendimiento Académico	Frecuencia
Rendimiento bajo	35
Rendimiento medio	77
Rendimiento alto	12

Al analizar los datos obtenidos del cuestionario post-test para cada uno de los planteles podemos ver que el plantel Azcapotzalco es el que presenta un menor número de alumnos con un rendimiento bajo con respecto a los otros dos planteles y es este mismo plantel el que muestra mayor número de alumnos con un rendimiento alto. En cuanto el plantel Sur, muestra mayor número de alumnos con un rendimiento medio y alto con respecto al plantel Naucalpan (Tabla 6)

TABLA 6.
Resultados de rendimiento en el post-test para cada plantel

Plantel	Categorías de Rendimiento Académico		
	Rendimiento Bajo	Rendimiento Medio	Rendimiento Alto
Azcapotzalco	6	34	5
Naucalpan	15	23	3
Sur	14	20	4

Además se compararon los resultados obtenidos del post-test de cada plantel a través de un análisis de varianza (ANOVA), se encontró que existen diferencias significativas ($F_{(2,121)}=3.6; P<.030$). Al comparar entre pares de planteles, mediante un análisis de DMS para conocer si existían diferencias en las calificaciones del cuestionario post-test sobre ingeniería genética.

Se encontró que entre el plantel Azcapotzalco y el plantel Sur, las puntuaciones a favor del primero ($p=.019$); y entre Azcapotzalco y Naucalpan las calificaciones son a favor del plantel Azcapotzalco ($p=.028$). Mientras que al comparar el plantel Naucalpan y Sur no se encontraron diferencias ($p=.852$) A partir de estos resultados concluimos que el plantel Azcapotzalco obtuvo los mejores resultados

Por otra parte, se contrastaron los resultados de los cuestionarios pre y post-test de toda la muestra poblacional, utilizando las categorías de rendimiento académico, los resultados se muestran en la tabla 7. Observamos que existen diferencias evidentes ya que mientras que para el pre-test no existen alumnos con un rendimiento alto, en el post-test existen 12 alumnos; además el número de estudiantes con rendimiento medio también aumentó, y el número de estudiantes con rendimiento bajo disminuyó una vez que los alumnos revisaron el tema en clase.

TABLA 7.

Comparación de frecuencias de los resultados de pre y post-test de todos los planteles del Colegio

	Frecuencias de Pre-test	Frecuencias de Post-test
Rendimiento bajo	87	35
Rendimiento medio	37	77
Rendimiento alto	0	12

Además se comparó el número de alumnos que puntuaron en cada categoría de rendimiento académico en cada uno de los cuestionarios (pre-test y post-test) para cada uno de los planteles. Los resultados muestran que el plantel Sur es el que registró un mayor número de alumnos con rendimiento bajo en el pre-test, pero éste logra disminuir una vez que el tema fue abordado en clase.

En el caso del plantel Naucalpan, las cifras cambian en el pos-test, es decir disminuye el número de alumnos con rendimiento bajo y aumenta el de rendimiento medio. El plantel Azcapotzalco es el que muestra mejores resultados durante el pos-test.

En términos generales, se aprecia un aumento en el número de alumnos con rendimiento medio en cada plantel una vez que se revisó el tema, y el número de alumnos con rendimiento alto también fue superior en el pos-test de cada plantel (Tabla 8).

TABLA 8. Comparación de frecuencias de rendimiento académico de pre y pos-test para cada plantel

Plantel	Rendimiento bajo		Rendimiento Medio		Rendimiento Alto	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Azcapotzalco	27	6	22	34	0	5
Naucalpan	26	15	10	23	0	3
Sur	34	14	5	20	0	4

Con el fin de comparar los resultados obtenidos en el pre y post-test del cuestionario de conocimientos sobre ingeniería genética de toda la muestra poblacional, utilizando las puntuaciones directas de los cuestionarios se aplicó una prueba de T de Student ($T=-9.687$, gl 106 $p=.00$). Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre ambas aplicaciones, por lo que se concluye que el revisar el tema con los profesores influye en los resultados, es decir, la enseñanza del tema mejora el rendimiento académico.

C.1) Rendimiento académico y factores socioeconómicos

De los factores socioeconómicos evaluados, se relacionaron primero los bienes y servicios con los que cuentan los alumnos y las calificaciones obtenidas en el post-test de conocimientos; esto se realizó a través de un análisis de tablas de contingencia en el cual podemos observar que la posesión de artículos como computadora, impresora y laptop no está relacionado con un rendimiento alto, pues aún y cuando la mayoría de los alumnos cuentan con éstos, presentan un rendimiento bajo lo que nos hace reflexionar sobre el uso que se les da a estos artículos, sobre todo en el caso de la computadora, laptop y servicios como el internet, que como habíamos mencionado, parecen ser usados más para actividades sociales que para actividades académicas, como la búsqueda de información bibliográfica o como una ayuda en el desarrollo de tareas y trabajos escolares.

En el caso de los artículos como IPOD'S, MP3 y consolas de videojuego, de acuerdo con los datos observados en la tabla 9 no tenerlos se relaciona con un mayor número de alumnos con un desempeño medio, lo cual nos puede sugerir que al contar con estos artículos los alumnos pueden pasar más tiempo escuchando música o jugando, que realizando las tareas escolares o dedicando más tiempo al estudio. Son pocos los alumnos que no cuentan con estos artículos, al ser éstos, costosos

TABLA 9. Bienes y servicios y Rendimiento académico

Bienes y servicios		Rendimiento Bajo	Rendimiento Medio	Rendimiento Alto
Internet	Si lo tiene	29	61	8
	No lo tiene	6	16	4
Computadora	Si lo tiene	28	67	11
	No lo tiene	7	10	1
Impresora	Si lo tiene	21	41	3
	No lo tiene	14	36	9
T.V de paga	Si lo tiene	20	41	6
	No lo tiene	15	36	6
Celular	Si lo tiene	31	69	10
	No lo tiene	4	8	2
Laptop	Si lo tiene	17	28	5
	No lo tienen	18	49	7
IPOD	Si lo tienen	11	16	3
	No lo tienen	24	61	9
MP3	Si lo tienen	6	26	5
	No lo tienen	29	51	7
XBOX	Si lo tienen	7	17	0
	No lo tienen	27	60	12
Wii	Si lo tienen	3	8	0
	No lo tienen	32	69	12

Sin embargo al buscar correlacionar las categorías de rendimiento académico con los bienes y servicios con los que cuentan los alumnos de los tres planteles por medio de un coeficiente de contingencia, no encontramos dicha correlación ($p > .05$)

Otro de los aspectos que se relacionaron fue el nivel máximo de estudios de los padres con las categorías de rendimiento académico de los estudiantes. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 10. Nivel máximo de estudios de la madre y rendimiento académico

Nivel máximo de estudio de la madre y rendimiento académico				TOTAL
Nivel de estudios	Rendimiento Bajo	Rendimiento Medio	Rendimiento Alto	
Primaria	5	6	2	13
Secundaria	7	22	5	34
Bachillerato	11	25	2	38
Universidad	9	13	3	25
Posgrado	3	11	0	14
TOTAL	35	77	12	124

Como ya habíamos mencionado, existen pocos alumnos cuyas madres cuentan con estudios profesionales y de posgrado; la mayoría de los alumnos que presentan un rendimiento académico medio, sus madres tienen estudios de secundaria y bachillerato lo que nos hace pensar que el hecho de que éstas cuenten con estudios de educación básica les permite ayudar a sus hijos con las tareas escolares, por un lado; y por otro, también les permite tener un trabajo, quizás de medio tiempo o parcial, y permanecer mayor tiempo con los hijos en casa, y en su caso, mayor atención o supervisión de los mismos.

TABLA 11. Nivel máximo de estudios del padre y Rendimiento académico

Nivel máximo de estudio del padre y rendimiento académico				TOTAL
Nivel de estudios	Rendimiento Bajo	Rendimiento Medio	Rendimiento Alto	
Primaria	2	5	1	8
Secundaria	10	24	1	35
Bachillerato	11	25	5	41
Universidad	8	15	4	27
Posgrado	3	7	1	11
TOTAL	34	76	12	122

En el caso de los padres, (Tabla 11) podemos ver que los datos muestran una tendencia similar a los de las madres, es decir, la mayor parte de los alumnos que registra un rendimiento medio tienen padres con estudios de secundaria y bachillerato que constituyen hoy día la educación básica; en general, son menos los alumnos con un rendimiento alto, y pocos los padres con estudios universitarios. En ambos casos se hizo una correlación de los datos a través de un coeficiente de contingencia, sin embargo no se encontraron diferencias significativas ($p > .05$)

Mucho se ha escrito sobre la influencia que tiene el nivel de estudios de los padres en el rendimiento académico; Halpern 1986, (cit. por Jadue, 1997) menciona que el bajo nivel educativo de los padres incide negativamente en el rendimiento escolar de sus hijos, ya que el bajo nivel educativo de los padres se relaciona con la pobreza, los hábitos de vida, los modelos de interacción familiar, la comunicación lingüística al interior del hogar, y las expectativas educacionales para los hijos. Por ello también la adquisición de mínimos bienes, lo que influye en la no disponibilidad en el hogar de textos y materiales de apoyo a la tarea escolar, como también en la utilización que se haga de ellos. Implica, además, la baja calidad y la escasez de estrategias de aprendizaje que ayuden a los niños a tener éxito en la escuela.

Sin embargo en este estudio y de acuerdo a los resultados obtenidos no existe una relación directa entre un mayor nivel de estudios concluido por los padres y un alto rendimiento académico. Lo que encontramos es que la mayoría de los padres y madres cuentan con un nivel de estudios máximo de secundaria y bachillerato, siendo este último en el que se encontró un mayor número de alumnos con un rendimiento medio. Sin embargo con los datos descriptivos que tenemos podemos decir que el hecho de que los alumnos cuenten con padres con niveles de estudio como secundaria y bachillerato incide de manera favorable en el rendimiento de los alumnos ya que los padres cuentan con los conocimientos necesarios para poder apoyar a sus hijos en el tipo de tareas escolares que este nivel educativo les exige.

Nuestros resultados coinciden con los encontrados por Armenta y colaboradores en el 2008, quienes también encontraron que los alumnos universitarios con un promedio global de 8.1 a 9, tienen padres con un nivel de estudios de secundaria- preparatoria.

C.2) Rendimiento académico y prácticas de educación familiar

Otro de los aspectos que se relacionó con las categorías de rendimiento académico fueron las prácticas de educación familiar encontrando que entre mejor sea la comunicación, la confianza, el respeto, la tolerancia y atención, el rendimiento académico de los alumnos se incrementa, como podemos ver en la tabla 12. Existen mayor número de estudiantes con rendimiento medio y alto cuando cada uno de estas prácticas son valoradas como *muy buenas* y *buenas*, mientras que cuando éstos mismos son calificados como *malas* o *muy malas* el número de alumnos con rendimiento alto disminuye en la mayoría de los casos a cero, por lo que podemos decir que el fomento de estos valores en la familia influyen en el rendimiento académico de los alumnos.

TABLA 12. Relación con los padres & Rendimiento Académico

COMUNICACIÓN	Rendimiento Bajo	Rendimiento Medio	Rendimiento Alto
Muy buena	16	30	6
Buena	12	28	6
Regular	5	16	0
Mala	1	2	0
Muy Mala	1	1	0
CONFIANZA	Rendimiento Bajo	Rendimiento Medio	Rendimiento Alto
Muy buena	12	24	7
Buena	14	25	3
Regular	7	18	2
Mala	1	8	0
Muy Mala	1	2	0
RESPECTO	Rendimiento Bajo	Rendimiento Medio	Rendimiento Alto
Muy buena	17	37	9
Buena	15	31	3
Regular	3	8	0
Mala	0	1	0
Muy mala	0	0	0
TOLERANCIA	Rendimiento Bajo	Rendimiento Medio	Rendimiento Alto
Muy buena	12	26	3
Buena	10	25	7
Regular	10	17	2
Mala	3	6	0
Muy mala	0	3	0
ATENCIÓN	Rendimiento Bajo	Rendimiento Medio	Rendimiento Alto
Muy buena	12	28	6
Buena	12	33	5
Regular	9	11	1
Mala	1	4	0
Muy mala	1	1	0

Sin embargo al realizar la correlación de estos datos mediante un coeficiente de contingencia, no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los aspectos evaluados ($p > .05$)

A pesar de esto creemos que la relación que los alumnos describieron tener con su familia representa un ambiente propicio para su desarrollo académico, aunque sabemos que es necesario que se realicen estudios con mayor profundidad con los cuales se pueda determinar de manera más exacta el tipo de educación familiar que presentan los alumnos y poder conocer la influencia que tiene cada uno de estos criterios en el desempeño de los estudiantes, además creemos que es necesario conocer el punto de vista de los padres, aunque sabemos que este tipo de estudios pueden llegar a ser complicados debido a las ocupaciones de los padres y su propia disposición a realizarlos.

De acuerdo a los resultados de este trabajo, pudimos constatar que de manera general los alumnos del Colegio pertenecen a familias conformadas por ambos padres con los cuales desarrollan diversas actividades que les permiten convivir y comunicarse. La mayoría de los alumnos describen una relación satisfactoria con sus padres al evaluar aspectos como la tolerancia, el respeto, la comunicación, la confianza y atención. Del mismo modo, los estudiantes reportan en su mayoría, que sus padres se involucran en las actividades escolares y que se encuentran enterados de sus calificaciones, lo cual permite suponer que existe supervisión por parte de los padres.

Las frecuencias encontradas, aún sin una relación estadísticamente significativa, sugieren una tendencia positiva entre el tipo de relación que establecen los alumnos sus padres y el rendimiento académico, de tal forma que entre mejor son evaluados estos aspectos (comunicación, confianza, respeto, tolerancia y atención) mayor es el número de alumnos con rendimiento medio y alto, y éste disminuye cuando los aspectos son evaluados como malos o muy malos.

Estos resultados concuerda con el estudio realizado por Torres y Rodríguez (2006), en el cual concluyen que aquellos alumnos con promedio de 8.2 tienen una percepción positiva sobre su ambiente familiar, ya que en su mayoría lo consideraba positivo y, casi la totalidad percibía positivamente el apoyo de su familia en sus estudios, y juzgaban que su familia influía en su aprendizaje. Además otras investigaciones han comprobado que ciertas características del medio familiar dan lugar a un clima educativo y afectivo más o menos estimulante y motivador que repercute en las tareas escolares de los niños. Aspectos como la orientación intelectual, la presión para el logro y la aprobación parental parecen relacionarse con la inteligencia, el logro académico y con otras características socioemocionales como el autoconcepto académico, el grado de ajuste escolar y la motivación de logro (Covadonga, 2001)

Finalmente creemos que la familia es importante en el desempeño académico de los estudiantes ya que a pesar de los múltiples cambios que ha sufrido en los últimos años, sigue siendo la comunidad de afecto fundamental entre los seres humanos, así como una de las instituciones que más importancia tiene en la educación ya que representa un papel crucial como nexo de unión entre la sociedad y la personalidad de cada uno de sus miembros, en tanto contribuye al desarrollo global de la personalidad de los hijos, así como al desarrollo de otros aspectos cognitivos y sociales como el pensamiento, el lenguaje, los afectos, la adaptación y la formación del autoconcepto (Covadonga, 2001). Además es dentro de la familia donde los alumnos adquieren los valores y actitudes hacia la escuela, es decir, es aquí donde se fomenta el valor que se le dará a las actividades académicas y en donde se harán explícitas las expectativas que tienen los padres de sus hijos.

d) Prácticas de enseñanza de los profesores.

Los resultados de las entrevistas realizadas a los profesores acerca de las prácticas de enseñanza que emplean así como su categorización y análisis se presentan a continuación. Es importante señalar que se recuperan solo los discursos de los profesores que ejemplifican mejor las representaciones que tienen sobre la enseñanza, con intención de no saturar el texto cuando éstos son muy similares. Utilizamos claves para identificar los diferentes discursos y respetar la confidencialidad ofrecida (sexo, plantel y turno)

MODELO EDUCATIVO

Al pedirles a los profesores su opinión sobre el modelo educativo, la mayoría de ellos centró sus opiniones en lo que se refiere al plan de estudios, es decir, hicieron referencia más bien a la organización y extensión de los temas pero no propiamente al modelo educativo. Advertimos dos aspectos a los que hacen referencia: extensión del plan de estudios, y congruencia.

Extensión del programa.- Se aprecia que uno de los aspectos que más les preocupa a la mayoría de los profesores es la extensión del programa y el tiempo asignado a cada tema; para algunos esta condición hace que los contenidos no se revisen a profundidad, por ejemplo, el siguiente relato de una maestra es muy claro en este sentido:

En cuanto a la estructura del programa, creo que es muy extenso y poco el tiempo ... propicia que se de una "embarrada", se ve la información muy general (FNM)

Llama la atención que sean aspectos del plan de estudios (los tiempos, los temas, la organización de los contenidos y los tiempos asignados para cumplir con el programa de Biología I), del que hablen los profesores y no propiamente del modelo educativo, de las ventajas que ofrece éste, como son el estar enfocado en el alumno y su aprendizaje, de tal forma que los alumnos logran adquirir las habilidades necesarias para que, por sí mismos, se apropien de conocimientos racionalmente fundados y

asuman valores y opciones personales y con ello se cumpla su función como un bachillerato propedéutico y de cultura básica, que les permita adquirir las herramientas científicas, sociales y humanísticas para poder continuar con su proceso de aprendizaje ya sea dentro del nivel superior o bien al insertarse al ámbito laboral, si es que ya no continúa con una formación profesional (CCH, 2004)

Congruencia interna. Como caso excepcional, un profesor piensa que el programa de Biología III no tiene una secuencia lógica entre los temas que se abordan:

El problema es que el programa está fraccionado, primero te piden hablar de célula, luego te piden hablar de membrana y luego te hablan de fenómenos de membrana y luego tienes que hablar de reproducción, entonces si tú lo ves no hay coherencia (MNV)

Sin embargo al analizar el programa de Biología I observamos que contempla tres unidades temáticas, la primera unidad tiene como propósito la identificación de la célula así como las estructuras celulares. La segunda unidad tiene como propósito explicar procesos de regulación, conservación y reproducción que permitan comprender cómo funcionan y perpetúan los seres vivos y finalmente la unidad tres tiene como objetivo la identificación de los mecanismos de modificación y transmisión de los seres vivos así como la valoración de los avances científicos y sus repercusiones. Como podemos ver el programa se encuentra organizado de lo microscópico (la célula y sus componentes) a lo macroscópico (avances de la manipulación genética y sus repercusiones) lo cual permite que se dé un enfoque global e integral de la biología, aunado a esto la forma en que se estructura el programa permite el vínculo entre los ejes histórico- evolucionista, las relaciones sociedad-ciencia y tecnología y las propiedades de los seres vivos, todo esto trae consigo la enseñanza de la ciencia de una manera sistemática y multidisciplinaria del mundo vivo (CCH, 2004).

Formación intelectual, ética y social. No obstante, dos de los profesores si hacen referencia al modelo educativo, ambos coinciden en que es muy positivo que el modelo educativo del CCH favorezca o promueva el desarrollo de habilidades de pensamiento y críticas por parte de los estudiantes. Al respecto, uno de los profesores expresa:

Se promueven competencias que deben desarrollar los alumnos como son no solo conocimientos, destrezas, valores, habilidades y actitudes "(...) Y son parte del aspecto formativo, se pretende que no solamente sean alumnos teóricos, que sean alumnos pensantes, reflexivos, que tengan capacidad de desarrollar proyectos, que sean capaces también de establecer opiniones, de formar grupos de trabajo y de adquirir ciertos valores y bueno una enseñanza activa en mayor importancia en el aprendizaje que en la enseñanza (MSV)

Uno de los grandes objetivos del modelo educativo del CCH es el propiciar la formación ética, social e intelectual de sus alumnos los cuales cuenten con las herramientas necesarias para continuar con su formación tanto académica como laboralmente. El modelo educativo del CCH permite una formación integral del alumno tanto en las áreas científico- tecnológico, histórico sociales y humanísticas, lo cual le permite crear sus propias opiniones y tomar decisiones en torno a los problemas que se presentan el contexto social en el que se desarrolla de una manera objetiva, informada y ética (CCH, 2004)

PLANEACIÓN EDUCATIVA

En lo que se refiere a la planeación educativa, en general los profesores mencionaron que basan su planeación en su experiencia docente, aunque algunos señalan la necesidad de realizar ajustes a la planeación en función de las características del grupo, o de imprevistos.

Planeación didáctica con base a la experiencia docente: La gran mayoría de los profesores hacen referencia a que la planeación del curso es previo a que éste inicie y frecuentemente se hace un reciclaje de materiales y estrategias que se han implementado en cursos anteriores y que desde su criterio y perspectiva han tenido buenos resultados con ellos, por lo que solo es necesario ajustar el temario a las fechas

que corresponden con el nuevo curso que se impartirá y repartir o dosificar cada una de las actividades previamente utilizadas dentro de la calendarización de temas, aunque advierten que dicha planeación puede ser ajustada en función de las características del grupo, como se puede apreciar en el discurso de una de las profesoras entrevistadas:

Nosotros ya tenemos planeado el curso desde antes, ya conocemos los problemas a los que nos vamos a enfrentar porque es la experiencia de varios años, tenemos estrategias estandarizadas o más bien que se pueden modificar porque también cada grupo es diferente o modificar la actividad (FNM)

Se aprecia la importancia que la experiencia de los docentes tiene en la planeación de la enseñanza en tanto ésta les permite hacer ajustes durante la práctica misma, en este caso, una vez que conocen las necesidades del grupo, realizan las modificaciones pertinentes en las estrategias o en las actividades en el aula para poder otorgar el apoyo necesario a los estudiantes y reconstruir la enseñanza y el aprendizaje en cada sesión, por lo que estaríamos hablando de una planificación de tipo flexible, es decir aquella que puede modificarse ya sea en función de los imprevistos in situ que se presenten o bien en función del análisis y observación que el profesor realiza y cree pertinentes llevar a cabo para ofrecerles a los alumnos mayores oportunidades de aprendizaje (Monroy et al., 2009)

Con respecto a estos imprevistos que surgen, otra profesora menciona:

... aunque tengo mi planeación general, cierto es que los tiempos siempre se mueven, siempre nos desubican y mueven las actividades, los cierres de plantel, los días feriados, etc .. semana por semana voy afinando mi planeación (FAM)

Planeación didáctica con base a los conocimientos o ideas previas de los estudiantes. A diferencia de la mayoría, uno de los profesores con menos experiencia en la impartición del curso, menciona realizar una planeación basada en un diagnóstico de los conocimientos con los que llegan los estudiantes sobre el tema:

voy desde generar un examen diagnóstico para ver qué es lo que saben y sobre qué temas debo de abordar para ver eso que saben para ir construyendo mi clase, una vez que tengo el cuestionario diagnóstico lo que hago es buscar los materiales adecuados para.. o los más sencillos que les permitan a los alumnos ir de los que saben para irlos introduciendo de lo que saben a lo que se considera fidedigno para la ciencia (MAV)

El profesor selecciona las estrategias y recursos necesarios para el curso teniendo como punto de partida las ideas previas o los conocimientos con los que cuentan los alumnos, lo que denota una postura constructivista del proceso de enseñanza y aprendizaje, no solo porque hace hincapié en la indagación de las ideas previas de los estudiantes que le sirven de punto de partida para construir su clase y por lo tanto permitir el contraste de esas ideas espontáneas con aquellas que la ciencia considera aceptadas, sino porque es el mismo proceso de reestructuración de conocimientos que se genera en el aula, lo que guía la planeación de las subsiguientes clases y de los materiales, y permite proporcionarle al alumno ayuda ajustada a sus necesidades e inquietudes y con ello facilitar la construcción del conocimiento.

Finalmente podemos decir que ambos enfoques de la planeación tienden hacia la postura constructivista del aprendizaje pues ambos concuerdan en ver a la planeación como una decisión anticipada a la práctica educativa, la consideran como una configuración flexible porque es difícil anticiparse plenamente a las necesidades, insuficiencias u obstáculos que se presentan en los procesos educativos y conciben que no es la marcha de la clase la que se ve forzada a seguir la programación sino que es la planeación la que se adapta a la marcha de la clase.

FUNDAMENTOS PEDAGÓGICOS

Al preguntarles a los profesores cuáles son los fundamentos pedagógicos del modelo del CCH que emplean en la enseñanza de sus clases, ellos mencionaron la aplicación de al menos uno de los fundamentos pedagógicos los cuales son: *Aprender a aprender, aprender a hacer y aprender a ser*, la forma en que los emplean depende de cada uno de éstos.

Aprender a aprender : Solo dos profesores profundizaron en explicar cómo es que llevan a cabo la aplicación de este principio pedagógico; ambos coinciden en señalar que se relaciona al proporcionar a los alumnos las herramientas necesarias para poder adquirir el conocimiento tanto dentro como fuera del espacio escolar y con ello lograr que ellos mismos, a partir de la información que recaban, puedan ir conformando sus propias ideas, opiniones y en general, llevar a cabo la reconstrucción del conocimiento. Con respecto a esto una profesora menciona:

Lo que yo hago prácticamente con ellos es enseñarles cómo abordar ese conocimiento (...) Enseñarles métodos para acceder al conocimiento y que ellos solitos vayan conformando su propio conocimiento (FAM).

Una de las características distintivas del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), que lo hacen innovador con respecto a otros bachilleratos, es el proporcionar a los estudiantes una cultura básica además de propedéutica (esto es, preparar al estudiante para ingresar a la licenciatura con los conocimientos necesarios para su vida profesional), y está orientado a la formación intelectual ética y social de sus alumnos, considerados sujetos de la cultura y de su propia educación. Para lograr este objetivo el plan de estudios prevé dotar a los alumnos de las herramientas necesarias para que una vez que han concluido el bachillerato, sean capaces de continuar con una preparación profesional o bien, se inserten al mundo laboral dotados de estrategias, métodos y actitudes que les permita seguir aprendiendo y desenvolverse dentro de su contexto sociocultural.

Aprender a hacer. Este principio pedagógico está enfocado al desarrollo de habilidades que le permitan al estudiante poner en práctica los conocimientos adquiridos de manera teórica. Algunos profesores mencionan que este fundamento se emplea al enseñar a los alumnos a manipular los materiales de laboratorio, enseñarles el proceso necesario para entregar el reporte de prácticas, o bien, la aplicación de una serie de estrategias que les permitan, a través de la ayuda proporcionada por el profesor, desarrollar dichas habilidades. Una profesora explica:

El aprender a hacer es desde que ellos aprendan a manejar el microscopio, aprender a entregar sus reportes de práctica, se les va enseñando poco a poco, vamos desde a ver: la portada lleva esto y se les insiste, lleva esto, vamos a entregar un resumen, el resumen se hace así, qué es un resumen, la introducción, qué es una introducción. (...) Tienes que estar explicando hasta que ya lo dominen (FNM)

Este principio pedagógico enfatiza la adquisición de contenidos de tipo procedimental, que de acuerdo con Díaz-Barriga y Hernández (2002) son definidos como “aquello conocimiento que se refieren a la ejecución de procedimientos, estrategias, técnicas, habilidades, destrezas, métodos, etcétera” (p. 37)

Podríamos decir que a diferencia del saber qué, que es un saber de tipo declarativo y teórico, el saber procedimental es de tipo práctico, porque está basado en la realización de varias acciones u operaciones. *Los procedimientos* (nombre que usaremos como genérico de los distintos tipos de habilidades y destrezas mencionadas, aunque hay que reconocer sus eventuales diferencias) pueden ser definidos como un conjunto de acciones ordenadas y dirigidas hacia la consecución de una meta determinada (Coll y Valls, 1992; en Díaz-Barriga y Hernández, 2002). En tal sentido, algunos ejemplos de procedimientos pueden ser: la elaboración de resúmenes, ensayos o gráficas estadísticas, el uso de algoritmos u operaciones matemáticas, la elaboración de mapas conceptuales, el uso correcto de algún instrumento como un microscopio, un telescopio, un procesador de textos, entre otros

Los conocimientos procedimentales son importantes porque de alguna manera reflejan la forma en que las personas utilizan o aplican su conocimiento declarativo ya que implica la utilización coordinada de conceptos con un fin concreto. Es por esto que la adquisición de dichos contenidos es primordial ya que éstos se convierten en una herramienta con la que contarán los alumnos para dar solución a problemas prácticos que se presenten en su vida cotidiana.

Aprender a Ser. Con lo que respecta a este fundamento pedagógico, la mayoría de los profesores concuerdan en fomentar valores y actitudes sobre todo cuando los alumnos trabajan en equipo ya que de esta forma, los alumnos desarrollan valores como la tolerancia, el respeto, la solidaridad, entre otros así como una actitud crítica y reflexiva al escuchar la opinión de los otros y también al emitir sus propias opiniones. Así lo menciona una profesora:

A ser se les tiene que enseñar a trabajar en equipo y a respetar a sus compañeros (...), se tienen que escuchar, y tienen que aprender a trabajar juntos para que se respeten entre iguales (FNM)

Como podemos ver este principio pedagógico está relacionado con el aprendizaje de actitudes y valores, es decir, se busca promover no sólo actitudes o conductas específicas sino también normas que regulen esa conducta y valores que permitan sustentar en los alumnos ciertas formas de comportarse y de acercarse al conocimiento (Pozo y Gómez Crespo, 1998). Sanmartí y Tarín (1999) consideran que la ciencia, como actividad social, desarrolla un conjunto de valores y actitudes relacionados con el campo de la disposición afectiva y de la motivación hacia su aprendizaje y hacia el mundo de la comunidad científica. Por esta razón, es necesario promover actividades que faciliten en los alumnos la toma de conciencia de sus propios valores y actitudes, para que de esta manera alcancen otros, puedan desarrollarlos, cuestionarse y tomar decisiones. Es decir, que sientan placer e interés por las ciencias, ya que si las valoraran negativamente no experimentarían atracción hacia ellas y esto dificultaría su aprendizaje.

En síntesis, podemos decir que todos los profesores entrevistados conocen los principios pedagógicos que rigen al Colegio, además los aplican, si no todos en la misma clase, si lo hacen a lo largo del curso a través de las distintas estrategias pedagógicas que utilizan.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y RECURSOS DIDÁCTICOS

Al preguntarles a los profesores la forma en que abordan el tema de la ingeniería genética con sus alumnos, hicieron referencia a las formas o estrategias con que regularmente desarrollan sus clases, y a los recursos didácticos que normalmente utilizan para su enseñanza enfocándose en dos tipos principalmente: la enseñanza de tipo expositiva y la enseñanza por investigación guiada.

Enseñanza de tipo expositiva.

Cinco de los seis profesores entrevistados coinciden en llevar a cabo una enseñanza de tipo expositiva, donde se pueden marcar tres momentos durante la clase: apertura, desarrollo y cierre; y en la que los alumnos tienen una participación activa ya sea en la elaboración de actividades o al formular preguntas o comentarios de lo que el profesor expone. También hacen énfasis en el uso de ejemplos vinculados con su vida cotidiana, los cuales pueden ser expuestos de manera verbal o bien con ayuda de algún video, películas o artículos de divulgación, como se puede apreciar en el discurso de una profesora:

(...) Entonces yo comúnmente lo que hago en términos generales es dejarles un cuestionario previo a la temática, me traen la información y entonces yo ya tengo preparadas una serie de actividades como son en este caso, para esta temática, de algunas definiciones para irlos ubicando, empiezo con un mapa de conceptos para ir entrelazando los términos y para que vean qué información me va a servir de los temas anteriores, ya que los tengo ubicados empiezo a dar una explicación de conceptos y luego ya pasamos a unas lecturas, porque ya empezamos a ver ejemplos desde lo que es la ingeniería genética y de ahí empezamos a diferenciar y luego ya empezamos a ver transgénicos, empezamos a ver cuestiones de clonación, empezamos ver cuestiones de terapia génica, trato de manejarles varios ejemplos para que vayan integrando información general a partir de estos ejemplos.

A mí me gusta cerrar con algunos videos pero sobre todo de algunas películas comerciales en donde hacemos algún análisis de cómo se está manejando la información ahí o bien luego ellos traen ejemplos (...) Hacemos un análisis de un video o en general de una película comercial desde la Isla, proyecto GATACA y otros videos y tratamos de discutir y de ponernos de acuerdo en que es lo ético o lo moral ahí también para resaltar parte de las actitudes, de los valores (...) (FAM)

Como se puede apreciar la enseñanza de tipo expositiva es la que prevalece entre los profesores entrevistados, aún para los contenidos de tipo procedimental, que son explicados mediante descripciones verbales, pues como los profesores lo advierten en otros momentos, la falta de equipo y reactivos no permiten que se desarrollen prácticas de laboratorio para este tema por lo que a pesar de los recursos didácticos que se utilicen o bien las estrategias didácticas, las clases se caracterizan por ser de tipo expositivas.

La meta esencial de la educación científica, desde la perspectiva de la enseñanza expositiva, es transmitir a los alumnos la estructura conceptual de las disciplinas científicas, que es lo que constituye el “significado lógico” de las mismas, por lo tanto lo que tiene mayor peso dentro del currículo y de la práctica diaria dentro del aula, son los contenidos declarativos, mientras que los procedimentales y actitudinales quedan en segundo plano, y aunque la mayoría de los profesores entrevistados mencionan tocar los aspectos de valoración ética, el poco tiempo con el cuentan hace que se revisen de una manera más somera.

Lo que es importante resaltar es que la enseñanza de tipo expositivo pone especial interés en conocer y tomar como punto de partida para la estructuración de las clases, las ideas previas de los alumnos, cuando éstas no existan o su activación directa resulta improbable, es necesario recurrir a un organizador previo.

Enseñanza mediante investigación guiada: Solo un profesor reportó utilizar una enseñanza diferente a la de tipo expositiva, en la que los alumnos tienen una participación mucho más activa en la construcción de su conocimiento y el papel del profesor es la de orientar a los estudiantes en la realización de actividades de investigación. En este caso, el profesor utiliza los principios de la enseñanza por investigación guiada al pedir a los estudiantes indaguen con anterioridad sobre el tema que se revisará en clase, lo discutan con los compañeros y elaboren reportes y carteles para su exposición, como lo refiere el profesor:

(...) Se abordaron primero que nada con la investigación de artículos sobre biotecnología. Ellos tenían que hacer una búsqueda hemerográfica sobre artículos que tuvieran que ver con biotecnología, ingeniería genética, lo que quisieran relacionado con ese tema, una vez que lo tenían cada equipo lo tenía que revisar, checar los conceptos clave, los conceptos nuevos, los que ya habíamos revisado con anterioridad. Tuvieron que desglosar el artículo y en función de eso hacer un reporte y ese reporte sirvió para elaborar un cartel que presentaron en el SILADIN en una sesión de posters de todo el plantel donde ellos explican el cartel y veían la parte aplicativa de la biología y tenían que explicarle a los profesores jurados; por qué habían elegido ese tema, que les había parecido, les preguntaron cosas del contenido, si estaban bien los transgénicos o si estuvo bien clonar una oveja y cosas así (...) MNV)

Este tipo de enseñanza adopta una visión constructivista de la educación al considerar que los modelos y teorías elaborados por la ciencia son una construcción social, y por tanto, para lograrlos en el aula es necesario situar al alumno en contextos sociales de construcción del conocimiento similares a los que vive un científico. Es así que se resalta el carácter social de resolución, fomentando la comunicación y el diálogo no solo entre los alumnos, sino también entre éstos y el profesor.

Sin embargo, uno de los problemas más importantes que suele plantear este enfoque de la educación es su alto nivel de exigencia para el profesor ya que implica un cambio conceptual, procedimental y actitudinal paralelo al que debe intentar promover en sus alumnos, y que muchas veces se contrapone con las propias estructuras organizativas de los centros y la tradición educativa en que éstos se encuentran inmersos.

Asimismo, se debe tomar en cuenta que este enfoque intenta que los alumnos actúen como científicos y los mundos en lo que viven ambos son muy diferentes e incluso están regidos por metas distintas, por lo que puede llegar a ser un obstáculo para el desarrollo de la propia investigación. Además, es sumamente importante que el profesor tenga claro, desde principio hasta el fin, la forma en que se deben dirigir las investigaciones ya que de no ser así propiciaría en los alumnos un sentimiento de frustración, baja motivación y una falta de sentido por el trabajo que están desarrollando (Pozo, 2000).

Diversidad de recursos didácticos. De igual manera, la mayoría de los profesores entrevistados coincidieron en señalar una gama muy amplia y diversa de recursos didácticos que utilizan a lo largo de la clase, que van desde el uso de pizarrón, los materiales impresos y audiovisuales, como lo menciona una profesora:

Uno son los libros digitales, que lo que más se usa es mostrarles las imágenes y alguno videos y luego ya algunos ejercicios (...) más que nada dijéramos problemas en papel y artículos, hay artículos muy buenos sobre todo porque son los temas de actualidad y hay revistas como Ciencia y Desarrollo, Ciencias e incluso ¿Cómo ves? que tocan estos temas de una forma accesible entonces se escogen algunos artículos para que los alumnos los lean, pero estos sería como posteriores a ver el tema (...)
(FNV)

Los recursos didácticos son definidos como “cualquier recurso que el profesor prevea emplear en el diseño o desarrollo del currículum para aproximar o facilitar los contenidos, mediar en las experiencias de aprendizaje o provocar encuentros o situaciones para facilitar o enriquecer la evaluación” (Blanco, 2012)

Los recursos para el aprendizaje cumplen una función mediadora entre la intencionalidad educativa y el proceso de aprendizaje, entre el educador y el educando. Esta función mediadora general se desglosa en diversas funciones específicas que pueden cumplir los recursos en el proceso formativo: estructuradora de la realidad, motivadora, controladora de los contenidos de aprendizaje, innovadora, etc.

Existen diversas clasificaciones de los recursos didácticos, de acuerdo con Mena Mercha (2001) los materiales didácticos pueden clasificarse en dos grandes grupos (Cit por Blanco,2012) :

- **Materiales curriculares:** cuyo propósito es ayudar al desarrollo del currículo, tanto para ser usados por el docente, en su tarea de enseñanza, como para los alumnos, en su tarea de aprendizaje.
Según esto se consideran materiales curriculares aquellos libros de texto, de consulta, de ejercicios y práctica, y otros materiales editados que profesores y estudiantes utilizan en los centros docentes públicos y privados
- **Recursos materiales:** los cuales tienen como objetivo facilitar las actividades de enseñanza y aprendizaje. Estos recursos son los impresos, audiovisuales y los informáticos

Tomando en cuenta esta clasificación los materiales utilizados por la mayoría de los profesores son: los libros digitales, los cuales están clasificados de manera específica como recursos materiales de tipo informático, los ejercicios y artículos como recursos impresos, y los videos como audiovisuales, los cuales sirven como apoyo para profesores y alumnos a fin de cumplir con los objetivos del programa, sin embargo, lo que es importante es que cualquier medio de comunicación se puede convertir en un medio de enseñanza si cumple o ayuda a cumplir con los objetivos de aprendizaje. Pero su eficacia será mayor cuando su empleo sea planificado dentro de una estrategia o modelo que los adapte a las necesidades de las materias que los alumnos tienen que aprender. Todos los medios para que sean eficaces, necesitan una planificación y, en definitiva, un modelo de empleo que estará en función de las características específicas de la materia que transmiten.

ESTRATEGIAS PARA MOTIVAR EL APRENDIZAJE DEL TEMA DE INGENIERÍA GENÉTICA

Uno de los grandes problemas que enfrenta el aprendizaje de la ciencia, es que regularmente es enseñada de forma completamente desvinculada con el contexto social y cultural que rodea a los alumnos lo cual hace que se tenga una perspectiva alejada, aburrida y sin ninguna aplicación para el mundo en el que viven. Por ello, resulta necesario romper con el tópico del carácter abstracto y aburrido de la ciencia, ofreciendo los aspectos más divertidos, curiosos y creativos de la misma, y transmitiéndola de una forma diferente, que logre atraer a la gente que la rechaza por su forma tradicional de exponerse,, enseñando una ciencia útil para la vida cotidiana.

Vínculo entre los contenidos curriculares con la vida cotidiana. Al preguntarles a los profesores las acciones o estrategias que utilizan para que los alumnos se sientan más interesados en el aprendizaje del tema de la ingeniería genética. y en general de los contenidos de Biología, los 6 profesores mencionaron la importancia de vincular los contenidos temáticos con situaciones de la vida cotidiana, como una forma de promover más el interés y la motivación por el aprendizaje de temas relacionados con la biología, así lo menciona una de los profesores:

voy alternando actividades que por un lado se le dan un sentido formal a mi curso y por el otro, actividades que trato de darles cierta formalidad pero que son más cotidianas a ellos, que les pueden interesar más [...] con la mayoría y con los que poco se enganchan utilizaría más actividades de esa naturaleza más que tienen que ver con su vida cotidiana, más que tienen que ver con aspectos, pues más de juego incluso, más de actividades de relax pero que no por eso dejan de ser una parte importante en su vida, finalmente ahí las tienen y las tienen todos los días (FNM)

Es significativo notar que todos los profesores entrevistados comparten la necesidad de enseñar una ciencia escolar más útil para la mayoría de las personas, en tanto los estudiantes, como ciudadanos responsables, tendrán que tomar decisiones respecto a cuestiones de la vida real relacionadas con la ciencia y la tecnología, aunque no necesariamente cursen una carrera universitaria enfocada al área científica.

Esto no quiere decir, que esta opción sea más fácil que la clásica, lo que indica es que los contenidos y la metodología que se enseña tienen que ser radicalmente diferentes a los que actualmente se emplean (Gutiérrez Pérez, s/a).

De esta forma es más fácil y rápido aprender si en las clases se imparten algunos contenidos que favorecen la resolución de problemas de nuestra vida cotidiana y nos sirven para entender mejor el mundo que nos rodea.

EVALUACION

Al preguntarles a los docentes cómo evalúan el aprendizaje de la tercera unidad del curso de Biología III, se pueden distinguir dos aspectos a los que hacen referencia: los instrumentos de evaluación y el tipo de evaluación.

Instrumentos de evaluación. Los instrumentos de evaluación que más utilizan los profesores entrevistados son los exámenes y las rúbricas. Al respecto recuperamos el discurso de una profesora:

Casi siempre también no hay de otra, más que hacer también algún examen y ahí en el mismo examen sobre todo una gran parte de sus opiniones o de cómo lo aplicarían y de ver si hay conceptos que ya identificaron bien y que los pueden distinguir de otros y si los tienen bien ubicados (...) cuando yo les pido un mapa conceptual hacemos una revisión en plenaria pero casi siempre llevo una rúbrica individual para saber quién está cumpliendo, quien está trabajando. (FSM)

La evaluación puede ser definida como un procedimiento sistemático y comprensivo en el cual se utilizan múltiples estrategias e instrumentos que están destinadas a mejorar la educación, ya que sirve como una brújula para reflexionar sobre la práctica educativa, saber si se modifican los planes, se hacen ajustes, y verificar si las cosas están resultando de acuerdo con lo planeado convirtiéndose en un importante elemento en la toma de decisiones en relación con la enseñanza. La información derivada de la evaluación puede servir para establecer metas, seleccionar estrategias, medir resultados.

Existen diversas formas de clasificar las técnicas de evaluación, una de ellas contempla a las técnicas informales, semiformales y las formales, es dentro de esta última que se engloban los instrumentos utilizados por los profesores del CCH entrevistados. Las técnicas formales se caracterizan por exigir un proceso de planeación y elaboración más sofisticados y suelen aplicarse en situaciones que demandan un mayor grado de control. Por esta razón, los alumnos (y los profesores inducen a ello) las perciben como situaciones “verdaderas” de evaluación.

Este tipo de técnicas suelen utilizarse en forma periódica o al finalizar un ciclo completo de enseñanza y aprendizaje. Dentro de ellas encontramos varias modalidades:

- Pruebas o exámenes
- Mapas conceptuales

Otros profesores utilizan instrumentos menos formales de evaluación como las listas de cotejo y el portafolio, como lo explica u profesor:

Hacemos pues una serie de ejercicios que me permiten ver por ejemplo el grado de interés a través de una lista de cotejo que me permite indagar si pudieron llegar a los aprendizajes, a veces hago una especie de portafolios de evidencias donde veo si entregaron sus materiales (MSV)

Las listas de cotejo son instrumentos que forman parte de la técnica de observación, es decir, a través de su aplicación se obtiene información sobre conductas y acontecimientos habituales de los estudiantes y permite conocer aspectos como intereses, actitudes, habilidades, destrezas, etc, por lo tanto son instrumentos que se utilizan en las técnicas informales como lo es la observación.

Las principales ventajas de este instrumento es que es de fácil manejo para el docente porque implica solo marcar lo observado y se evalúan fácilmente pautas evolutivas comparando en una trayectoria con claridad lo que se ha adquirido y lo que no (Díaz-Barriga y Hernández, 2002).

En cuanto al uso de portafolios King y Campbell-Allam (2000) lo definen como un instrumento utilizado por las técnicas semiformales de evaluación, las cuales se caracterizan por requerir de un mayor tiempo de preparación que las informales, demandar mayor tiempo para su valoración y exigir a los alumnos respuestas más duraderas (lo cual hace que a estas actividades sí se les impongan calificaciones); en particular por esta última razón los alumnos suelen percibir las más como actividades de evaluación.

El portafolios consiste en hacer una colección de producciones o trabajos (por ejemplo, ensayos, análisis de textos, composiciones escritas, problemas matemáticos resueltos, dibujos, ideas sobre proyectos, reflexiones personales, grabaciones, ejercicios digitalizados) e incluso de algunos instrumentos o técnicas evaluativas (tales como cuestionarios, mapas conceptuales, exámenes) que los aprendices realizan durante un cierto episodio o ciclo educativo. Incluso pueden elaborarse portafolios digitalizados (King y Campbell-Allan, 2000).

La evaluación de portafolios tiene posibilidad de utilizarse en todas las disciplinas y con ello es posible evaluar los distintos tipos de contenidos curriculares (uso y aplicación de conceptos, habilidades, destrezas, estrategias, actitudes, valores, etcétera)

Lo más importante en la evaluación de portafolios es que permite la reflexión conjunta sobre los productos incluidos y sobre los aprendizajes logrados. Por un lado, es posible que el docente reflexione sobre las producciones de los alumnos para analizar los progresos de su aprendizaje, al mismo tiempo que le permite analizar las actividades y estrategias docentes empleadas, y orientar su actividad docente próxima. Por otro lado, por medio del portafolios los alumnos pueden llegar a reflexionar sobre sus procesos y productos de aprendizaje

Todos los profesores entrevistados mencionaron utilizar diversos instrumentos de evaluación, y los usan en distintos momentos de la clase y a lo largo del curso, lo cual les permite tener al final del curso una mejor aproximación al desempeño de los alumnos, además, la mayoría de los instrumentos utilizados le permiten al profesor y a los alumnos conocer su avance dentro del curso, lo cual favorece que en caso necesario el profesor brinde la ayuda necesaria para que el alumno logre alcanzar los aprendizajes establecidos en el programa y por el profesor.

Tipos de evaluación. En cuanto al tipo de evaluación que realizan los profesores, solo tres profesores hablaron sobre este aspecto, donde tuvieron prioridad la evaluación diagnóstica y formativa, el resto de los profesores se centró en hablar sobre el tipo de instrumentos que utilizan para realizar la evaluación.

Evaluación diagnóstica. Dos profesoras mencionan la evaluación diagnóstica, aunque lo hacen de una manera muy sencilla y sin profundizar mucho acerca de los instrumentos que utilizan. Una de las profesoras menciona:

La diagnóstica es a partir de la exposición que son las ideas previas, que ya tienen las bases. (FSV)

La evaluación diagnóstica tiene por objetivo fundamental determinar la situación de cada alumno antes de iniciar un determinado proceso de enseñanza-aprendizaje, para poderlo adaptar a sus necesidades, la cual puede realizarse de forma colectiva (grupo-clase) se le denomina prognosis, que es de la forma en que la realiza esta profesora o bien de forma individual, se llama diagnosis (Jorba y Sanmartí, 1993)

La importancia de la evaluación diagnóstica es que sirve como un punto de partida imprescindible para el diseño de procesos de enseñanza-aprendizaje, pues posibilita la modificación de las secuencias y la adecuación de las actividades para responder a las necesidades y dificultades del alumnado. Esta adaptación es esencial si se pretende que el proceso de enseñanza-aprendizaje que se va a iniciar se sustente sobre bases sólidas, lo que ayudará a conseguir el éxito en este proceso

Evaluación formativa. Solo un profesor menciona utilizar la evaluación de tipo formativa aunque de una manera muy somera:

...es un tema que generalmente si les gusta, además de lo que ya dije, al final se le hace una evaluación formativa, sencilla (MAV)

Este tipo de evaluación tiene, pues, como finalidad fundamental, una función reguladora del proceso de enseñanza-aprendizaje para posibilitar que los medios de formación respondan a las características de los estudiantes. Pretende principalmente detectar cuáles son los puntos débiles del aprendizaje más que determinar cuáles son los resultados obtenidos con dicho aprendizaje

Desde el punto de vista cognitivo, la evaluación formativa se centra en comprender este funcionamiento del estudiante frente a las tareas que se le proponen. La información que se busca se refiere a las representaciones mentales del alumno y a las estrategias que utiliza para llegar a un resultado determinado. Los errores son objeto de estudio en tanto que son reveladores de la naturaleza de las representaciones o de las estrategias elaboradas por el estudiante (Jorba y Sanmartí, 1993)

A través de los errores, se puede diagnosticar qué tipo de dificultades tienen los estudiantes para realizar las tareas que se les proponen, y de esta manera poder arbitrar los mecanismos necesarios para ayudarles a superarlos. Pero también interesa remarcar aquellos aspectos del aprendizaje en los que los alumnos han tenido éxito, pues así se refuerza este aprendizaje.

En resumen, la evaluación formativa persigue los siguientes objetivos: la regulación pedagógica, la gestión de los errores y la consolidación de los éxitos.

PROBLEMAS DE ENSEÑANZA DEL TEMA DE INGENIERÍA GENÉTICA

Los profesores refirieron como problemas en la enseñanza del tema al menos tres aspectos, el tiempo curricular insuficiente, la necesidad de actualización de los docentes tanto en cuestiones disciplinarias como pedagógicas, y la falta de conocimientos básicos que tienen los alumnos para poder abordar el tema.

Tiempo curricular insuficiente: Todos los profesores coinciden en señalar el poco tiempo que tienen para la revisión del último tema de la unidad tres de Biología I, ya que algunos de ellos invierten mucho tiempo en los primeros temas de la unidad I y II, que al llegar a la última unidad el tiempo que sobra es muy poco, es por esto que muchos profesores han optado por aplazar la revisión de este tema hasta el siguiente semestre, como lo menciona una profesora:

Tiempo insuficiente para abordar la extensión del tema, lo he solucionado haciendo ajustes, viéndolo hasta el otro semestre y acortar los temas del próximo semestre (FSM)

En el caso específico de la tercera unidad del programa de Biología I, está dividida en dos temas para los cuales se designan un total de 25 horas para cumplir con la revisión de todos los contenidos de esta unidad que en total suman 7 subtemas, 4 para el primer tema y 3 para el segundo tema, por lo que tomando en cuenta que solo se cuentan con 5 horas a la semana, lo que representa revisar esta unidad en un mes y una semana, pero sin tomar en cuenta los diversos contratiempos que suelen presentarse, como son los retardos para comenzar la clase, la suspensión de clases por días festivos o actividades escolares, así como también la dificultades que se presentan para el aprendizaje de alguno de los contenidos de la unidad, por lo que deben de reelaborarse actividades o bien implementar actividades de reforzamiento que aseguren una mejor y mayor comprensión de los contenidos.

Falta de actualización docente en el tema. Aunque solo una profesora manifestó la necesidad de contar con actualización tanto en la parte pedagógica como disciplinaria del tema de la ingeniería genética, sus apreciaciones resultan relevantes en tanto los avances y aplicaciones del tema son relativamente recientes, y particularmente los profesores que tienen muchos años de haber egresado de la licenciatura, y no mantienen una actualización constante pueden presentar cierto desconocimiento del tema y obviamente esto repercute en el proceso de enseñanza y aprendizaje, como lo expresa la profesora:

A parte del tiempo, yo creo que hay que estar actualizando, revisando y sobre todo saberlo manejar ... nos hace falta manejar un poquito más la información porque nos tenemos que actualizar en estos temas y actualizarnos desde 2 puntos de vista; la parte disciplinaria pero también la pedagógica, porque no es lo mismo enseñar un tema que otro y en este caso enseñar este tipo de temas pues involucra, pues tener buenos materiales y saber darlos, discutir, saberlos interpretar, analizar, etc (FAM)

Es de gran importancia la permanente capacitación de los docentes, revisar la práctica cotidiana del trabajo en las Instituciones educativas, reflexionar sobre el mismo y aplicar los conocimientos adquiridos. Es decir, replantearse la tarea docente, reflexionar sobre los distintos momentos de planificación, de la puesta en práctica de lo propuesto, los diferentes instrumentos de evaluación, de las prácticas inter-institucionales, inter-disciplinarias, del trabajo en equipo, etc.

Y es dentro de esta reflexión que cobra importancia la actualización en aquellos temas que van apareciendo a medida que la ciencia y la tecnología van cobrando un mayor auge, pues son temas que para los alumnos son novedosos y con lo que están en contacto a través de los diferentes medios de comunicación, pero no solo basta con tener claro las cuestiones disciplinarias si no también hace falta innovar sobre la forma en que será abordado el tema en clase, en el diseño de nuevas estrategias de enseñanza así como en nuevos recursos pedagógicos, todo en función de poder ofrecer a los alumnos espacios de aprendizaje más ricos para todos

Falta de conocimientos básicos de los alumnos para abordar el tema de la ingeniería genética. Otro problema al que hicieron referencia tres profesores es la falta de conocimientos básicos o precedentes que necesitan los alumnos para aprender el tema de la ingeniería genética, lo que hace que los profesores tengan que revisarlos para abordar el tema, como lo menciona un profesor:

Algunos, sobre todo cuando no pusieron atención en la parte donde estudiamos el ADN, estudiamos lo que son los genes, la síntesis de proteínas, no han tenido las bases claras de lo que es la ingeniería genética (FNM)

Llama la atención que a pesar de que los profesores utilizan gran cantidad de recursos didácticos, que describen como eficientes, los alumnos presenten grandes problemas para comprender el tema de la ingeniería genética al no recordar o confundir los conceptos precedentes que apenas unas semanas anteriores revisaron. Quizás sea una consecuencia del poco tiempo con que disponen los profesores para revisar el tema, lo que provoca que los contenidos se revisen de una manera muy somera y con poca profundidad. O bien que las estrategias utilizadas promueven solo aprendizajes de tipo memorístico, que sirven solo para acreditar las evaluaciones de esos contenidos, sin que hayan sido apropiados por los alumnos.

Como podemos observar de manera general, los profesores mencionaron realizar prácticas de enseñanza apegadas al modelo pedagógico del Colegio, es decir llevar a cabo una enseñanza basada en los principios constructivistas, los cuales conocen bien, sin embargo al analizar la información, encontramos que cinco de los seis profesores basan sus prácticas en la enseñanza de tipo expositiva y aunque utilizan diferentes tipos de recursos didácticos y promueven la participación de los alumnos a través de diversas estrategias didácticas, es el profesor quien juega un papel protagónico en el proceso de enseñanza y aprendizaje como transmisor del conocimiento hacia los estudiantes.

Solo uno de los profesores mencionó realizar prácticas basadas en la enseñanza por investigación guiada, la cual favorece la construcción del aprendizaje, además promueve que los estudiantes apliquen metodologías que los lleven por caminos del autoaprendizaje y lograr con esto uno de los principios del Colegio; “aprender a aprender”

El método de investigación dirigido se fundamenta en el desarrollo de una pregunta, la cual a su vez promueve la capacidad de generar nuevas preguntas por parte de los estudiantes, de inquietarse por su entorno, de identificar necesidades en su comunidad, permite a los estudiantes introducirse en el mundo de la investigación, haciéndola cada vez más cercana y cotidiana.

En cuanto al papel del docente, éste debe participar activamente en cada una de las etapas que implica el desarrollo de las prácticas experimentales, ofreciendo ayuda a los estudiantes cuando lo considere necesario, incentivando la formulación de preguntas por parte de los estudiantes y colaborando en la construcción del conocimiento, tal y como lo propone el modelo constructivista.

d.1) Rendimiento académico y prácticas de enseñanza

Tomando como referencia los resultados obtenidos en el cuestionario de conocimientos (post-test) una vez que los alumnos revisaron el tema con sus respectivos profesores (tabla 6), observamos que es el plantel Azcapotzalco el que muestra mejores resultados en cuanto al número de alumnos con rendimiento medio y alto, en comparación con el plantel Naucalpan y Sur, estos dos últimos presentan resultados muy similares.

Además al comparar los resultados del pre-test y el post-test para cada plantel (Tabla 8,) recordemos que se observa un incremento en el número de alumnos con rendimiento alto y medio, así como una disminución en el número de alumnos con rendimiento bajo para todos los planteles, lo cual se reafirma con los resultados de la prueba estadísticas de T de Student ($T=-9.67$, gl 106 $p=.00$) y es nuevamente el plantel Azcapotzalco el que muestra mejores resultados. Esto indica que si bien las practicas de enseñanza, aun con métodos y recursos didácticos diferentes, inciden en la adquisición de conocimientos, en este caso de temas de la ciencia, y que se vea reflejado en el rendimiento académico, no podemos afirmar que sean solo las practicas de enseñanza las que incurren de manera individual en el aprendizaje, sino la suma de otros factores aquí evaluados.

Por otra parte consideramos que era necesario evaluar si las prácticas de enseñanza realizadas por los profesores lograban modificar las representaciones que tenían los alumnos sobre el tema al iniciar su enseñanza con todo y el resultado preliminar de las respuestas de los alumnos al cuestionario post-test. Los resultados muestran que pese a los esfuerzos que hacen los profesores por lograr que los conocimientos del aula trasciendan a la vida cotidiana, lo que aprenden los alumnos en la escuela toma relevancia solo en ese espacio, y no los utilizan para vincularlos con las situaciones de la vida diaria, o para poder discernir entre la información fidedigna y la errónea, ni para analizar las situaciones que se presentan en una película, lo cual deja ver que el aprendizaje de la ciencia sigue quedándose solo en un conocimiento de tipo declarativo.

Lo anterior toma relevancia si recordamos que los avances de la ingeniería genética han tomado mayor transcendencia en los últimos tiempos dado el impacto que tendrán en el ámbito social, económico y político, y serán probablemente los alumnos los que en un futuro decidirán sobre la legislación de estos avances, por lo cual es necesario que ellos cuenten con la información necesaria para poder decidir de forma objetiva.

e) Representaciones de los estudiantes sobre la ingeniería genética

A continuación se presentan los resultados de las entrevistas realizadas a los estudiantes a fin de conocer sus representaciones sobre el tema de la ingeniería genética. Es importante señalar que se recuperan solo los discursos de los alumnos que ejemplifican mejor las representaciones que tienen sobre la ingeniería genética, con intención de no saturar el texto cuando éstos son muy similares. Utilizamos claves para identificar los diferentes discursos y respetar la confidencialidad ofrecida (sexo, plantel y turno)

SIGNIFICADO DE LOS AVANCES DE LA INGENIERIA GENETICA.

Al preguntarles a los alumnos sobre el significado o representación que tienen sobre los avances de la ingeniería genética, todos la conciben como un avance científico pero con aplicaciones diferentes; la primera está relacionada con un avance que permite el diseño y mejoramiento de bebés; la segunda con un avance en el conocimiento del ADN, y la tercera con el avance que ayudará a la prevención y cura de enfermedades.

Diseño y Mejoramiento de Bebés: Algunos alumnos coincidieron en opinar que los avances en la ingeniería genética significan un gran avance científico y/o tecnológico porque abren la puerta al diseño de bebés con las características físicas que los progenitores decidan, así lo expresa un alumno:

Creo que es la que se encarga de eso de los genes. Tengo entendido que actualmente ya puedes hacer así, como el bebé que tú quieras con ojos verdes o con piel blanca, así puede ser (...) (FAM)

Cabe destacar que los alumnos hacen referencia al diseño de seres humanos desde que éstos son fetos, los cuales pueden contar con las características deseadas por ambos padres, sin embargo esta idea aunque muy difundida entre los estudiantes no

es totalmente acorde a las ventajas que ofrecen los avances de la ingeniería genéticas, pues si bien es cierto que será posible la detección y caracterización de diversos genes, el principal objetivo de estos estudios es poder identificar aquellos genes relacionados con enfermedades o trastornos y no con los aspectos estéticos.

Mayor conocimiento sobre el ADN: Para otros, los avances de la ingeniería genética permiten tener mayor conocimiento sobre el ADN y la información genética de los organismos. Un ejemplo de este significado es el siguiente:

Pues creo que es algo interesante desde mi punto de vista, y también importante para todos los seres humanos porque es de los genes y nos dice de dónde venimos y de dónde parte la vida más que nada, si se me hace interesante (MNV)

Como se puede observar los alumnos asocian la información contenida en los genes con cuestiones evolutivas, pero sin comentar nada sobre las implicaciones que esto traerá consigo. De manera general los alumnos tienen clara la idea que el ADN es la molécula que contiene la información genética y por lo tanto conforma a cada uno de los genes que constituyen a un organismo y esto lo ven como un avance importante y significativo, sin embargo no logran todavía enlazar esta información con las repercusiones que tiene el generar este conocimiento, por lo que pareciera que estos contenidos han sido aprendidos para ser recitados una y otra vez, o bien que no lograron comprender el concepto de ingeniería genética, a pesar de tener claro el concepto de genética, lo cual imposibilita que los alumnos logren vincular este término con otras áreas. Afortunadamente son pocos los alumnos que entran dentro de esta categoría, como veremos la mayoría de los alumnos encuentra un vínculo entre los contenidos temáticos y su entorno.

Prevención y cura de enfermedades: La mayoría de los estudiantes concuerdan en ver a la ingeniería genética como un avance científico que puede ayudar a la prevención y cura de enfermedades genéticas y que pueden ser detectadas desde antes del nacimiento o bien para encontrar mejores alternativas a la cura de enfermedades

como cáncer, SIDA o hasta en el trasplante de órganos. Un ejemplo de este tipo de significado es el siguiente:

yo digo que han sido buenos porque a través de eso se han descubierto varias cosas como por ejemplo los trasplantes de células o algo así para quitar enfermedades o salvar de enfermedades como el cáncer, enfermedades que ya vienen desde el vientre y todo eso (FAV)

Una de las principales ventajas que se describen para los avances de la ingeniería genética es la aplicación dentro de la práctica de la medicina, lo cual cambiará el paradigma actual basado en predicción y prevención, lo que tendrá gran repercusión en nuestra capacidad de mejorar la salud del hombre. Ahora se vislumbra la posibilidad de ampliar el diagnóstico a enfermedades comunes, en cuya génesis intervienen muchos genes interactuando con el medio ambiente, como sucede con el cáncer, la diabetes, las enfermedades del corazón y muchas otras (Lisker y Tapia, 1997)

RELEVANCIA DE LA INGENIERÍA GENÉTICA EN LA VIDA DE LOS ESTUDIANTES

Al preguntarles a los estudiantes ¿qué relevancia tiene la ingeniería genética para tu vida?, se encontraron básicamente cuatro tipos de representaciones: a) los que la ven solo como un contenido que se revisa en la escuela b) los que dicen que ni les afecta ni les beneficia, c) los que advierten su relación con el área de la salud, y d) los que mencionan no tener ninguna relevancia en su vida, ya sea porque desconocen el tema o porque no tienen interés en éste.

La ingeniería genética se revisa solo en la escuela: Algunos alumnos reconocieron que los avances de la ingeniería genética los tocan solo en la escuela, ya que es en la materia de Biología I donde pueden conocer acerca del tema y donde además pueden profundizar sobre el mismo, ya que no es un tema que tenga que ver con su familia o amigos, o fuera del ámbito educativo. Al respecto uno de ellos menciona:

Pues me supongo que si lo tengo cerca pero no es algo de lo que hable con mis amigos o con mis papás no es algo que toque mucho al tema nada más en biología y la parte que se relaciona sería solamente aquí en la escuela (MAM)

Como podemos ver algunos alumnos solo vinculan los avances de la ingeniería genética con un contenido dentro del temario de Biología y no le encuentra alguna aplicación que pueda llegar a afectar o beneficiar su vida o a su entorno.

La ingeniería genética ni afecta ni beneficia. Para otros alumnos los conocimientos de la ingeniería genética solo tienen relevancia para los científicos, como conocimientos innovadores que aportan a la sociedad pero no tienen algún impacto en su vida o entorno. Al respecto es muy descriptivo lo que expresa una alumna:

El saber y tener el conocimiento de las nuevas..., pues si como que lo que va saliendo nuevo, la nueva información que nos pueden dar los científicos sobre el tema, pero yo no me voy a especializar en nada de eso, entonces no tiene ninguna relevancia. Yo veo a estos avances como algo que no me afecta ni me beneficia (FNV)

Para estos alumnos los conocimientos que se generan desde la ingeniería científica solo tienen relevancia para personas especializadas en la materia, no logran advertir las aplicaciones que tienen éstos para la vida de las personas, o inclusive la ciencia misma..

La ingeniería genética y sus beneficios para la salud. Un número significativo de estudiantes vincularon los avances de la ingeniería genética con el área de la salud, sobre todo con la prevención y tratamiento de enfermedades. Un ejemplo de esta representación se aprecia en el siguiente discurso de una alumna:

Pues que las enfermedades siempre han estado, siempre van estar presentes y que no estamos exentos de que nos pase un cáncer, no se la diabetes, o sea porque yo tengo familiares que padecen de eso y es genético, entonces yo digo que por eso y pues la ingeniería genética ayudaría a curar esas enfermedades (FAV)

También hay alumnos que relacionan la ingeniería genética con la producción de nuevos medicamentos, como lo expresa un alumno:

Pues no sé, creo que en los medicamentos ya que ahí, pues no alivian de la enfermedad. Y lo vinculo porque los medicamentos vienen de los laboratorios y los laboratorios estudian eso (MNV)

Los beneficios médicos que mencionan los alumnos son una de las principales ventajas que se han enlistado en el uso de la ingeniería genética debido a que esta área de la biología promete ser muy útil en el diagnóstico de ciertas enfermedades de manera más confiable, ya que conociendo la secuencia de nucleótidos de un gen responsable de una cierta anomalía, se puede diagnosticar si este gen anómalo está presente en un determinado individuo, lo cual también permitiría saber si su descendencia también lo presentará, con lo cual se ayuda a la prevención de ciertas enfermedades. Sus desarrollos también abren paso a la creación de nuevos fármacos como vacunas recombinantes, un ejemplo es la vacuna contra la hepatitis B, la cual actualmente se obtiene por ingeniería genética. Como la mayoría de los factores antigénicos (patógenos) son proteínas, lo que se hace es clonar el gen de la proteína correspondiente, para poder obtener la vacuna en contra de la enfermedad. (<http://www.ciceana.org.mx>)

Otro ejemplo es la obtención de proteínas como la insulina, la hormona del crecimiento, factores de coagulación, entre otras, las cuales tienen un interés médico y comercial muy grande. Antes, la obtención de estas proteínas se realizaba mediante su extracción directa, a partir de tejidos o fluidos corporales. En la actualidad, gracias a la tecnología del ADN recombinante, se clonan los genes de ciertas proteínas humanas en microorganismos adecuados para su fabricación comercial. Un ejemplo típico es la producción de insulina (<http://www.ciceana.org.mx>)

IMPLICACIONES ÉTICAS DE LA CLONACIÓN

Al preguntarles a los alumnos su postura ante la clonación, doce de ellos mencionaron estar a favor sobre todo cuando se trata de organismos diferentes al ser humano y cuando tiene una aplicación con fines terapéuticos. En contraparte seis alumnos expresaron estar en contra de este procedimiento por diversas razones como son: los posibles riesgos que se tengan al realizar el procedimiento, el que se use con fines de lucro y por creencias religiosas. Y seis alumnos no lograron definir una postura a favor o en contra, mencionando tanto ventajas como desventajas.

Argumentos a favor de la clonación:

Clonación para los animales, pero no para los humanos. Los alumnos que tienen una opinión favorable en cuanto a la clonación, admiten que es bueno que se desarrollen este tipo de investigaciones siempre y cuando se realicen para poder crear algún otro organismo que no sea el humano, ya que el ser humano tiene la capacidad de pensar o razonar y esto lo haría consiente de su situación como clon, lo cual puede hacerlo sentir diferente, como lo expresa un alumno:

Yo digo que está bien, por ejemplo para los animales pero lo vería un poquito mal para la clonación de humanos porque no, bueno para mí no es lo mismo un animal a un humano, bueno experimentar en animales que en humanos porque todos sentimos pero nosotros los humanos tenemos uso de razón y entonces pienso que si clonan, por ejemplo un animal se va a sentir como si hubiera nacido en cambio un humano si le dicen que es clonado pues se va a sentir raro por la misma razón que tenemos (MAM)

Otros motivos que se exponen para no clonar seres humanos tiene que ver con la pérdida de la individualidad:

Pues yo no estoy muy de acuerdo porque cada quien es... tenemos nuestra propia identidad, pues como que estar clonando cosas así pues como que no. personas no, a lo mejor en animales o cosas así pues si, pero personas yo pienso que no sería una buena opción (FAV)

Sin embargo no todos los alumnos ven mal la clonación de seres humanos, sobre todo cuando se trata de mejorar las características físicas o intelectuales de los individuos

o bien poder clonar algún personaje histórico que haya tenido un impacto en el ámbito cultural, económico o científico, un ejemplo de esto es la opinión de uno de los alumnos:

... siento que cada una de las personas..., tendría que ser muy importante como Einstein podría dar cosas de sus pensamientos, tendría que ser una persona con alguna virtud que tengas, pero por estas razones, tendría que ser por una razón muy específica (MNM)

Como podemos ver, los alumnos hacen una diferencia muy marcada entre la clonación de animales y plantas, y la clonación de humanos, lo que deja ver la idea de superioridad de los humanos con respecto al resto de los organismos y de los propios animales, siendo que los humanos, desde el punto de vista biológico, también pertenecen al mismo grupo. En tal sentido, tanto los medios de comunicación como las mismas prácticas de enseñanza por las que transitan los alumnos reafirman esta superioridad de los humanos ante todas las demás especies, por contar con la capacidad para razonar o pensar lo cual lo coloca en la cima de la evolución.

Es evidente que los alumnos desconocen el proceso de clonación, o bien, han mal interpretado el término “idéntico”, en tanto piensan que el clonar a un organismo implica no solo compartir la misma secuencia de ADN y rasgos físicos, sino también las habilidades intelectuales y de comportamiento. En este sentido, los alumnos sienten cierto temor o rechazo a la idea de poder crear bajo condiciones de laboratorio una persona idéntica a otra, o a ellos mismos.

Y es bajo esta misma idea que los alumnos pueden mostrarse a favor de la clonación solo de personajes históricos, como alguno menciona, que tenga alguna virtud que le aporte un beneficio a la sociedad, como es el caso de Albert Einstein, quien ha sido catalogado como uno de los grandes genios de la humanidad, sin embargo, lo que desconocen los alumnos es que los factores ambientales, sociales y culturales obviamente juegan un papel fundamental en la definición de la identidad de cada individuo.

Aplicaciones con fines terapéuticos: Cinco de los alumnos que manifestaron a favor de la clonación argumentaron que ésta fuera con fines terapéuticos, mencionaron sobre todo la ventaja que esto tendría, por ejemplo, en la regeneración de órganos que ayudaran a disminuir el número de personas que muere en espera de un trasplante de órganos, así lo expresa un alumno:

Pues con todas las enfermedades que se están viendo y pues si llegaras a perder un órgano, la clonación nos permitiría hacer como nuestros respaldos y pues ya no tener tanta tasa de pérdidas humanas en espera de un órgano (MSV)

En la actualidad la clonación posee dos ramas bien definidas: la reproducción del organismo mediante la copia de su genoma, y la finalidad terapéutica, que incluye la clonación de órganos y tejidos usados generalmente para el trasplante de órganos dañados por otros en buenas condiciones.

La clonación de embriones con fines terapéuticos ha traído consigo una nueva esperanza para aquellos pacientes que siguen en espera de un órgano ya que el desarrollo de embriones humanos *in vitro* permite la obtención de células progenitoras indiferenciadas (stem cells o células troncales) que pueden ser inducidas a diferenciarse en el tejido deseado o en los progenitores del mismo. De esta manera se podría disponer de una provisión infinita de clones de células capaces de reemplazar a las dañadas o desaparecidas de un determinado órgano o tejido. Las enfermedades en las que sería conveniente disponer de células de reemplazo no solamente son numerosas, sino que afectan a una proporción significativa de la población, que en su mayoría son incurables con los recursos terapéuticos con los que se cuenta en la actualidad.

Basta pensar en la posibilidad de tratar con trasplantes de neuronas o de sus progenitores a la enfermedad de Parkinson, a la de Alzheimer, a los accidentes cerebro vasculares, a las secciones de la médula espinal, de curar a la diabetes juvenil implantando células beta pancreáticas, o de reemplazar el tejido muerto de un infarto

de miocardio con nuevas células contráctiles. Además de los millones de niños que nacen con defectos neurológicos, como la parálisis cerebral, cuya situación podría ser corregida o mejorada con el trasplante neuronal (Laguens, 2004).

La utilización de un embrión clonado es que sus células, cuando son inoculadas en el individuo dador del núcleo somático, serán reconocidas como propias, previniéndose el rechazo inmunológico, evitando la necesidad de la supresión inmunológica.

Es importante que las personas se informen sobre la forma en que se obtendrían los órganos o células necesarias para tratar alguna de las enfermedades antes citadas, en tanto muchas personas, entre ellas algunos alumnos entrevistados, que se oponen a esta práctica suponen que para obtener el órgano donador es necesario clonar una persona que sirva como un simple reservorio de esos órganos, y que una vez que se utilice tendrá que ser desechado, un ejemplo de esto es la opinión de uno de los alumnos del CCH:

Pues yo no veo bien, eso de tener un doble que solo cuando lo necesitemos, le quites un órgano y se lo pongas al otro para que esté sano (MSV)

Es importante puntualizar que aunque la clonación de un organismo ya ha sido posible, para fines terapéuticos no es posible utilizar organismos completamente diferenciados, si no embriones creados de manera in vitro y en específico, las células que forman a ese embrión, lo cual también ha sido fuertemente criticado sobre todo por el sector religioso, a partir de la idea de que una persona existe desde el momento de la concepción, pero esto se discute enseguida.

Argumentos en contra de la clonación:

Los humanos deben reproducirse de la unión de un hombre y una mujer: De los alumnos que tienen una opinión negativa hacia la clonación, algunos de sus argumentos están basados en el sentido común, influidos por el entorno familiar o por los medios de comunicación masiva al que tienen acceso. Pero también las creencias religiosas juegan un papel importante al momento de tomar una postura frente a las implicaciones éticas que tiene este tipo de investigaciones. Un ejemplo de esto lo vemos en la siguiente opinión de un alumno:

Pues muchos dicen que no está bien visto, más que nada por..., desde el punto de vista de la religión, no está bien visto. Yo tengo parientes más grandes que dicen que no está bien visto eso que tenemos todos a fuerza nacer de hombre y una mujer (MAM)

Este ha sido uno de los principales argumentos de muchas personas de la sociedad para estar en contra de la clonación, ya que de acuerdo a las posturas teológico-religiosas, el procedimiento para realizar la clonación con fines reproductivos va en contra de los preceptos divinos. Desde la creación de la oveja Dolly comenzaron las primeras manifestaciones por parte de las autoridades católicas condenando de manera firme cualquier intervención con células humanas.

En lo que se refiere el catolicismo, éste ya ha tomado una fuerte postura en contra de la clonación, dado que dicha religión defiende la personalidad del “alma” que posee cada persona, la cual nos hace ser nosotros mismos y que nos distingue de los demás, no solo por nuestro aspecto físico, sino por lo que somos interiormente. Además se habla de que Dios le dotó al ser humano la capacidad para razonar, y esta diferencia que nos distingue de los animales es la que nos permite tomar decisiones pertinentes.

Esta condena que la iglesia católica hace de la clonación humana parte del hecho de que se está manipulando la ciencia para la creación humana. Se argumenta que sin duda el hombre jamás va a lograr ser Dios, y por medio de la clonación, se está jugando a serlo. Sumado a esto, el catolicismo sostiene la teoría de que permitir la clonación humana implicaría una violación de los principios fundamentales de los derechos del hombre: la igualdad entre los seres humanos y la no discriminación.

La opinión desde la postura de las religiones orientales, no es la misma, dado que tienen una posición más abierta sobre el tema, donde la clonación terapéutica (utilizada para trasplantes, erradicar enfermedades, etc.) encaja perfecto con las creencias de la reencarnación de los budistas e hinduistas.

Sin embargo, están dejando de lado todas las desventajas que la clonación trae consigo. Por esta razón, muchos de los científicos han emigrado hacia el oriente para investigar más acerca del tema. Lugar donde se les ofrecen laboratorios y un mayor incentivo a seguir investigando. Lugares como, China, India y Singapur han promulgado leyes concretas que apoyan la clonación de embriones para la investigación médica (Laguens, 2004)

Posibles riesgos de la clonación: Una de las principales objeciones hacia la clonación son los posibles riesgos que pueda tener el realizar este procedimiento; entre ellos se mencionan las malformaciones o fallas al realizar el procedimiento, así lo expresaron cuatro alumnos, a continuación se presenta una de sus opiniones:

Pues en el caso de animales creo que igual y si salen malformaciones, para los seres humano no estaría bien a menos que ya esté perfeccionado y que no haya muchas malformaciones (FNV)

Es cierto que uno de los grandes conflictos de esta innovación científica son los riesgos elevados de la clonación humana. Se han publicado los resultados de la investigación sobre clonación de animales y humanos, y la gran mayoría de los intentos de clonación de un animal dieron como resultado embriones deformes o abortos tras la implantación. De los pocos animales clonados nacidos presentan malformaciones no detectables a través del análisis en el útero, por ejemplo, las deformaciones en el revestimiento de los pulmones.

Además no debemos olvidar que para poder lograr la clonación de la oveja Dolly en 1996 se utilizaron 277 ovocitos, de los cuales solo uno tuvo éxito, pero con su nacimiento se observaron otros riesgos como son rasgos de envejecimiento prematuro, y muerte a temprana edad. No se sabe bien la causa de esto, sin embargo se especula que al utilizar una célula del ADN de una célula adulta, la regeneración no es siempre la correcta (Laguens, 2004).

Debido a todo esto es que siguen existiendo restricciones para realizar más intentos de crear humanos, hasta ahora las leyes para algunos países incluidos el nuestro, solo permiten la clonación con fines de investigación básica.

Clonación con fines de lucro: Otro de los argumentos en contra de la clonación es que este procedimiento se utilice con fines de lucro, sobre todo cuando se trata de la clonación con fines terapéuticos, así lo expresaron tres de los alumnos entrevistados, a continuación se presenta la opinión de uno de ellos:

... yo siento que nos ayudaría en cuanto positiva para las enfermedades o cosas así y hacer experimentos en personas para no dañar a personas digamos normal. Pero negativo porque ya te había dicho que tal vez hay gente que lo toma lucrativamente entonces así ya no sería, digamos sería para bien del humano, sería para mal (FAM)

Como ya se ha mencionado, la clonación con fines terapéuticos parece ser una alternativa para salvar la vida de muchos pacientes sin embargo no hay que olvidar que este tipo de procedimientos resulta costoso lo cual nos hace pensar si realmente todos los pacientes tendrán oportunidad de acceder a estas nuevas alternativas; o si se convertirá en una alternativa solo para aquellos pacientes que cuenten con los recursos económicos necesarios para poder costear el procedimiento. Esto es algo de lo que no se ha hablado, pero es importante tomar en cuenta al momento de tomar una postura a favor o en contra.

IMPLICACIONES ÉTICAS DEL PROYECTO GENOMA HUMANO.

Al preguntarles a los alumnos su opinión acerca de las implicaciones éticas que tiene que se conozca la secuencia del genoma humano, los alumnos hicieron referencia a tres aspectos; el diagnóstico y prevención de enfermedades, la confidencialidad de los datos, y la discriminación.

Diagnóstico y prevención de enfermedades: Del total de alumnos entrevistados, once coinciden en ver implicaciones benéficas para la población al permitir el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de enfermedades. Como ejemplo, presentamos la respuesta de un alumno:

Pues está bien porque cada quien podría tener su pronóstico de enfermedades y también tratar a cada persona diferente y darle como un tratamiento especial, sería como ayudarle a las personas a que tengan un exacto tratamiento y también avisarles para que tengan más precaución los que están más propensos a ciertas enfermedades (MSV)

Como ya se había mencionado, los alumnos ven positivas implicaciones éticas de la secuenciación del genoma humano, de hecho esta aplicación con fines terapéuticos fue una de las principales áreas donde pueden verse el vínculo de los avances de la ingeniería genética con su vida cotidiana.

La secuenciación del genoma humano cambiará nuestras vidas dando paso a grandes beneficios que no siempre fueron fáciles de imaginar. Uno de ellos es diagnosticar de un modo certero muchas de las aproximadamente 3 000 enfermedades de origen hereditario que nos aquejan. También tendremos la capacidad de evaluar la predisposición a adquirir males que tengan algún componente genético, por ejemplo la predisposición a acumular colesterol. En un futuro cercano habrá terapias genéticas que podrán corregir el problema de ciertas enfermedades hereditarias que son resultado de la presencia de un solo gen defectuoso.

Pero no solo eso, por la secuenciación de los 100 000 genes que se calcula que tiene el ser humano, se podrán diseñar mejores fármacos, actualmente ya se cuenta con grandes cantidades de productos génicos terapéuticos a partir de genes clonados, tales como insulina, interferones, interleuquinas y hormonas del crecimiento. Además, gracias a los procedimientos de clonaje, expresión y purificación, se ha tratado de identificar la proteína clave en un proceso patológico, aislarla en grandes cantidades, determinar su estructura tridimensional mediante cristalografía de rayos X, y finalmente diseñar moléculas que inhiban su función.

Actualmente, los fármacos que se utilizan son poco selectivos y actúan por igual en todas las especies, con lo cual resultan tóxicos para el agente patógeno pero también para el hospedador. Uno de los principales objetivos de la biotecnología es el desarrollo de fármacos, cuya acción sea más selectiva sobre determinadas especies (Cevallos, 2000)

Confidencialidad de la información obtenida: Cuatro alumnos opinaron a cerca de las consecuencias que tendría el que se conozca la secuencia genética de los individuos, haciendo énfasis en la forma en que se utilizará la información, quiénes tendrían acceso a dicha información y evitar que ésta sea utilizada con fines de lucro, así lo expresa un alumno:

la otra parte como que se podría mal entender porque hay muchas personas que podrían acceder a la información genética de estas personas y hasta lucrar con ellas (MSV)

No cabe duda que los descubrimientos registrados en el marco del Proyecto Internacional del Genoma Humano han despertado sano optimismo y legítima confianza con respecto a las enormes posibilidades de expansión del conocimiento sobre nuestra constitución genética y la correlativa lucha contra enfermedades, pero también es cierto que la factibilidad de transparentar nuestro genoma ante la mirada de terceros ha generado desconfianza y temores fundados que atañen a nuestra vulnerabilidad.

La privacidad y la intimidad de los individuos son valores difícilmente cuestionables en cualquier sociedad que viva bajo un estado de derecho, por lo tanto la información genética queda reservada al individuo y exige de parte de las instituciones y de las autoridades el deber de no intromisión sin previo consentimiento.

El gran temor de ser cada vez más transparentes ante terceros es que la información recabada llegue a afectar otros ámbitos y den lugar a situaciones de discriminación, éste es otra de las implicaciones éticas que también mencionaron los alumnos.

Discriminación: Otro de los aspectos que mencionaron cinco de los alumnos es la posible discriminación para ser contratado a algún trabajo al conocerse la propensión a padecer alguna enfermedad, así lo expresa un alumno:

no le encuentro desventajas, o bueno si, a que en tu trabajo te lo pidan y haya discriminación, yo creo que sería mejor que fuera privado (FSV)

Dos de los ámbitos más sensibles a los problemas de discriminación son los relacionados en materia laboral y con las aseguradoras. Basta considerar los casos de discriminación laboral aplicados a los enfermos de VIH/SIDA o a los portadores de anemia falciforme, o bien la enfermedad de Huntington, a quienes las mismas compañías aseguradoras podrían negarse a contratar para esas personas seguros de

vida o de enfermedad, por lo cual se tiene que reinventar una nueva manera de concebir los seguros médicos para que no queden desprotegidas las personas con este tipo de problemas.

En México el asunto aún no es tan importante, puesto que la mayor parte de los servicios médicos dependen del sistema de gobierno y no de los seguros. Sin embargo, y como mencionan autores como Vazquez (2002) y Cevallos (2000) éstos no son los únicos aspectos que hay que cuidar, es necesario legislar sobre el uso de la información genética, ya que dicha información no sólo podría utilizarse para negar coberturas de seguros médicos sino, con una visión racista, también para negar trabajo, ya que recordemos que un empresario no tiene que ofrecer razones de su negativa a contratar a un trabajador, por lo que puede utilizar la información genética para decidir políticas de contratación, aunque no sean alegadas en el momento del rechazo.

Sin embargo existen situaciones en las que los trabajadores están obligados a revelar al empleador la información necesaria cuando el trabajo supone requisitos de idoneidad, aunque esto implique que el empleador se niegue a contratar a la persona que padezca alguna enfermedad y ponga en riesgo su vida y la de los otros empleados.

POSTURA ANTE LOS ORGANISMOS TRANSGÉNICOS

Al preguntarles a los alumnos su opinión y postura sobre la liberación y consumo de los organismos transgénicos, ocho manifestaron estar a favor dando como razones: ser una solución a los problemas de escases de alimento, y la posibilidad de mejorar las propiedades nutritivas o físicas de los cultivos.

Sin embargo, ocho alumnos manifestaron estar en contra, argumentando los posibles daños a la salud de los consumidores y el impacto ambiental que tendrían.

Finalmente otros cinco alumnos no definieron su postura, y mencionaron puntos a favor y en contra que se engloban dentro de las razones que ya enlistaron los otros alumnos. Cabe resaltar que aunque la pregunta fue generalizada hacia los organismos transgénicos, las opiniones de los alumnos hacen énfasis solo en lo que respecta a plantas y cultivos transgénicos.

Solución al problema de escases de alimento: Solo dos alumnos hicieron referencia como un argumento a favor de la liberación y consumo de los organismos transgénicos el hecho de que pueden ser una solución al problema de escases de alimentos al poder acelerar el crecimiento o bien lograr que estos cultivos modificados genéticamente puedan sobrevivir a condiciones ambientales adversas, así lo expresa uno de ellos:

Yo lo vería bien porque son a base de la naturaleza(...) Eso de que crezcan más rápido pues si lo vería bien para., pues no sé yo veo que hay escases de comida, entonces que crezca más rápido aceleraría la producción y pues eso estaría bien. Por ejemplo también que inventaran más cosas que necesitaran menos agua para todo eso (MAM)

Una de las soluciones que se ha planteado a la escasez de alimentos podría ser aumentar la superficie terrestre destinada a la producción agrícola pero esto ocasionaría un serio impacto en el ambiente.

Además, aunque la agricultura moderna ha incrementado la producción de alimentos, introdujo también el uso intensivo de plaguicidas y fertilizantes que son muy costosos y pueden afectar la salud humana o dañar los ecosistemas, es por esto que el uso de cultivos transgénicos surge como una alternativa para disminuir tanto el problema de escases de alimentos -sin tener que aumentar la superficie de cultivo - como del uso de plaguicidas, herbicidas y fertilizantes lo cual disminuiría el impacto ambiental.

Aunado a esto, los cultivos transgénicos ofrecen la ventaja de poder ser cultivados sin tener que depender de los patrones climáticos ya que pueden existir modificaciones genéticas que permitan su sobrevivencia en condiciones ambientales adversas, lo cual finalmente se vería reflejado en un aumento en la producción y por lo tanto un mayor abasto de alimento para un mayor número de personas (<http://www.amc.unam.mx>)

Mejora de las propiedades nutritivas de los cultivos: Otro de los argumentos a favor que mencionaron seis alumnos fue la posible mejora en las propiedades nutritivas de estos cultivos lo cual contribuiría a disminuir los problemas de desnutrición que se tiene a nivel mundial, un ejemplo de estas opiniones de los alumnos se presenta a continuación:

Pues yo sabía que en el caso de los transgénicos, o sea ya elaboradas químicamente o sea son más bonitos, más grandes aportan más proteínas y vitaminas (FAM)

Otra de las ventajas que se han descrito para el cultivo de transgénicos es el poder incorporar en el genoma de las plantas características deseables presentes en otras variedades de la misma planta, además de agregar caracteres procedentes de especies no emparentadas con ella. A partir de ese momento, la planta transgénica se convierte en una progenitora que puede usarse para las cruces tradicionales. La modificación de características cuantitativas y cualitativas como la composición de proteínas, almidones, grasas o vitaminas, mediante modificaciones de las vías metabólicas, ya se ha logrado en algunas especies.

Tales modificaciones aumentan el valor nutritivo de los alimentos y podrían ayudar, en el caso de ciertas características, a mejorar la salud humana porque alivian la desnutrición y la mala nutrición. Se ha demostrado, asimismo, el potencial de la tecnología MG para resolver deficiencias de micronutrientes y por lo tanto, en reducir el gasto nacional y los recursos necesarios para poner en marcha los programas actuales de complementación (<http://www.amc.unam.mx>)

Un ejemplo de esta mejora nutrimental es el “arroz dorado”. La deficiencia en vitamina A es un problema muy importante en varios países, especialmente en Asia, donde 124 millones de niños padecen la deficiencia de esta vitamina, lo cual conduce a la ceguera. Mediante la introducción de tres genes foráneos en plantas de arroz, ha sido posible la producción de β -caroteno (pro-vitamina A) en el endospermo de las semillas de este cereal. Debido a que el β -caroteno puede ser transformado en el cuerpo humano a vitamina A, este arroz transgénico tiene un enorme potencial de disminuir la avitaminosis que padecen muchos niños en Asia (Bolívar, 2004).

Daños a la salud de los consumidores: A pesar de los beneficios que se han mencionado para los transgénicos, también existen numerosos argumentos en contra, uno de ellos es el que mencionaron 7 de los alumnos entrevistados referente a los posibles riesgos a la salud que puedan tener los consumidores de estos cultivos, debido a la forma en que son elaborados, así lo expresa una alumna:

(..) tengo entendido que con el tiempo esa acumulación de químicos también te afecta el organismo. Entonces también sería como bueno porque al consumirlo te da las energías pero malo porque con el tiempo tal vez te va a hacer daño (FAM).

Lo primero que podemos notar es que existe desconocimiento sobre la forma en que se genera una planta transgénica (específicamente porque los alumnos hacen referencia sobre todo a cultivos transgénicos y no a animales), ya que mencionan que se elaboran de manera química y que son estos químicos lo que le proporciona las mejoras nutritivas, pero también son estos mismos los que pueden causar daños, en este sentido es importante que los alumnos, y en general la población, esté informada sobre los procedimientos realizados en los laboratorios y se tengan argumentos mejor fundamentados.

De acuerdo con Bolivar (2004) entre los riesgos expuestos por los opositores resalta la amenaza del aumento de enfermedades ocasionadas por un aumento en la resistencia de las bacterias a los antibióticos de amplio espectro que se han utilizado como marcadores genéticos, que se usan en las primeras fases de los experimentos; sin embargo, estos genes no se expresan y la preocupación se ha mitigado pues ya no se utilizan genes marcadores que confieren resistencia a antibióticos. Por otro lado, nunca se ha demostrado que un gen consumido por la boca haya sido transmitido a una bacteria del tracto intestinal. También se ha señalado el riesgo de que las personas sufran reacciones alérgicas al ingerir alimentos transgénicos que contengan proteínas alérgicas de fuentes externas y aunque esto tampoco ha sido demostrado hasta ahora, las investigaciones continúan a fin de poder conocer todos los posibles riesgos a la salud que podría tener el consumo de estos alimentos, antes de ser liberados al mercado.

Impacto ambiental: Finalmente, solo dos alumnos argumentaron estar en contra de los organismos transgénicos porque éstos pueden significar un peligro para el medio ambiente, enfatizando el problema de la pérdida de diversidad, así lo expresa uno de ellos

Yo digo que los transgénicos sí ayudan y yo creo que mientras sirvan para mejorar es también mejorar para nosotros, pero creo que podrían llegar a afectar el ambiente sobretodo eso de la diversidad, pero pues ya está afectado el ambiente (FAV)

Aunque los alumnos son conscientes de los beneficios de los transgénicos también lo son hacia los daños que pueden ocasionar al ambiente, de manera específica en la pérdida de diversidad de especies, aunque también reconocen que los transgénicos no son la única fuente que afecta nuestro planeta y que de hecho ya existe un deterioro.

Con respecto al impacto ambiental que tendría el cultivo de plantas transgénicas, el mayor riesgo que se teme es que los cultivos modificados genéticamente contaminen por medio del polen a los cultivos tradicionales, lo cual traería consigo una pérdida importante de diversidad.

Esta preocupación está justificada en las zonas de origen de los cultivos. Así por ejemplo, la amenaza en México y en América Central es mucho mayor con el maíz transgénico, porque en esta zona todavía existen plantas silvestres de donde surgió el maíz cultivado. Es importante mencionar que se ha reportado el primer caso de transferencia de genes de resistencia. Sin embargo, y sin minimizar los riesgos, esto también ocurre con las plantas mejoradas por técnicas tradicionales (Bolívar, 2004).

REPERCUSIONES DE LOS AVANCES DE LA INGENIERÍA GENÉTICA EN EL FUTURO

En la última pregunta los alumnos opinaron sobre las repercusiones que se imaginan tendrían todos los avances de la ingeniería genética en un futuro sobre los seres vivos. Se pudieron advertir al menos tres tipos de respuestas; como repercusiones positivas, se menciona la mejora en la calidad de vida; como repercusiones negativas, los posibles daños o desarrollo de enfermedades por el consumo de los alimentos transgénicos; pero también hay respuestas relacionadas con la ciencia ficción.

Mejoramiento en la calidad de vida de las personas.: En general, la mayoría de los alumnos entrevistados se muestran optimistas ante los efectos que tendrán sobre los seres vivos todos los avances en la ingeniería genética ya que éstos permitirán mejorar la salud de las personas a través de un mejor diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades, lo cual ayudará incrementar la calidad de vida de las personas y también su esperanza de vida, como lo expresa uno de los alumnos:

Pues yo creo que positivas sobre todo en la salud y llegar a tratamientos personales, las personas tendrían un mayor estimado de vida (MSV)

La mayoría de los beneficios o ventajas que los alumnos ven en los avances de la ingeniería genética están relacionadas con el sector salud, ya sea para el diagnóstico de enfermedades a través de la secuenciación del ADN, o por medio de la aplicación de la clonación con fines terapéuticos para lograr el trasplante de órganos y tejidos, o bien, al modificar las propiedades nutrimentales de los alimentos se minimizan los problemas de desnutrición y desabasto alimenticio. Todos estos avances repercutirán en la calidad de vida de las personas, teniendo tratamientos más certeros, con medicamentos más eficaces, lo cual ayudará a que la población incremente su esperanza de vida.

Incremento de enfermedades y mutaciones en los humanos: Solo siete alumnos opinaron que los efectos de los avances de la ingeniería genética sobre la población serían negativos; la primera razón es por los posibles riesgos a la salud que se tengan al consumir los productos transgénicos, así lo menciona un alumno:

Pues que tal vez se pierdan algunos nutrientes, no sigan teniendo los mismo nutrientes que pudieron haber tenido en un principio, o que sean modificados para dar más nutrientes y causen alguna enfermedad, no sean asimilables por ejemplo, yo lo vería un poco mal (MAM)

Como ya se había mencionado, las repercusiones que tendrá el consumo de alimentos transgénicos es todavía un tema que permanece en investigación hasta hoy; solo podemos descartar la posibilidad de crear cierta resistencia a antibióticos por su consumo, así como una respuesta alérgica; sin embargo, falta saber la reacción que tendrán los organismos a largo plazo, no quedan descartadas todavía las posibilidades de que el consumo de estos alimentos fomente la propensión a padecer algunas enfermedades o bien el desarrollo de nuevas enfermedades, es por esto que las investigaciones alrededor de este tema continúan a fin de poder tener cada vez mayor certeza sobre los efectos del consumo de los transgénicos.

Sin embargo, éste no es el único daño que podrían sufrir los seres humanos, también existe el temor a que existan ciertos errores durante la clonación sobre todo de humanos y que esto provoque humanos con mutaciones, así lo expresa un alumno de los alumnos que comparte esta idea:

Que pueda llegar a un descontrol, que puedan hacer unas clonaciones de humanos y a lo mejor puedan llegar a fallar ya pueda haber alteraciones en lo físico y en lo genético y el humano ya no va ser muy igual a nosotros (MNM)

Como podemos ver, los alumnos reafirman la idea de que la clonación de humanos produzca humanos mutantes, o bien que estos humanos generados a partir de la clonación no sean iguales a los no creados bajo este método.

Hasta ahora no ha sido posible la clonación de un humano y es posible que falten mucho años para que esto sea posible, no solo por las cuestiones biológicas y por las investigaciones que aún están pendientes en este ámbito, sino también porque la clonación de humanos es un tema ampliamente debatido en los ámbitos jurídicos y sociales, un ejemplo de esto es la prohibición en muchos países de realizar experimentos de este tipo, ya que solo está permitido realizar estudios de clonación con fines terapéuticos.

Exterminio de la población por los clones humanos. También encontramos que existe una idea relacionada con las películas de ciencia ficción en donde se presenta una especie de venganza por parte los humanos clonados atacando a la población no clonada y exterminándola, así lo menciona un alumno

Pues igual como en las películas de ciencia ficción que los clones se den cuenta de que no sean iguales a nosotros y que ellos acaben con nosotros y nos exterminen (FNV)

Queda clara la influencia que tienen los medios de comunicación masiva sobre las ideas que los alumnos pueden tener, que aunado al desconocimiento que tienen sobre el tema, piensan que lo que sucede en las películas puede llegar a hacerse realidad.

Como podemos ver, la mayoría de los alumnos tienen algún conocimiento sobre la ingeniería genética aunque no siempre es correcto. A pesar de que identifican muy bien el término de genética y lo pueden relacionar con los genes y el ADN, el concepto de ingeniería genética no lo tienen claro, y por lo tanto les cuesta trabajo poder vincular las implicaciones que tendrán los avances en esta área con su vida cotidiana.

Sin embargo, con todo y el desconocimiento que puedan tener los alumnos sobre el concepto de la ingeniería genética, tienen una postura muy clara con respecto a la clonación, al consumo de organismos transgénicos y a las implicaciones del proyecto del genoma humano, que en su gran mayoría se basa en la información que han obtenido de los medios de comunicación como la televisión y el internet, mezclada con lo que han visto en películas o videos, lo cual les hace tener, en la mayoría de los casos, una idea muy ficticia de lo que representan los avances de la ingeniería genética..

e. 1) Rendimiento académico y representaciones de los estudiantes

Como hemos visto los alumnos llegan al salón de clases con representaciones sociales o ideas muy claras y específicas sobre el tema de la ingeniería genética, muchas de las cuales se encuentran mezcladas con información que obtienen de los medios de comunicación y del entorno en el que se desenvuelven, incluyendo la familia, que contribuye a la creación de ideas que les permiten explicar los diversos fenómenos que ocurren a su alrededor. Para el caso específico de la ingeniería genética, en términos generales, los alumnos presentan dificultades para comprender este concepto, sus implicaciones y procedimientos utilizados. El desconocimiento o conocimiento parcial que sobre el tema tienen los alumnos, condiciona que crean o asuman como ciertas las situaciones que se presentan en la televisión, el internet y las películas de ficción, promoviendo que algunos desapruében el uso de esta tecnología, y en otros casos, atribuyan posibilidades más amplias que los verdaderos alcances que puede tener esta área de investigación

De acuerdo a los resultados encontrados en la aplicación del cuestionario de conocimientos sobre la ingeniería genética (tabla 4), previo a su revisión en el aula (pre-test), se recordará que los alumnos del plantel Azcapotzalco obtuvieron un mayor número de evaluaciones en la categoría de “rendimiento medio”, que a la vez representaron diferencias significativas con las evaluaciones obtenidas por los alumnos de los planteles Naucalpan y Sur. Si bien ningún estudiante del plantel Azcapotzalco obtuvo un rendimiento alto, y fueron más los que alcanzaron un rendimiento bajo que los que obtuvieron un rendimiento medio, las diferencias significativas obtenidas al comparar los resultados de la aplicación del pre-test en los tres planteles nos permiten concluir que los estudiantes del plantel Azcapotzalco llegan al salón de clases con ideas más acercadas al ámbito científico que al conocimiento del sentido común.

CAPITULO VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Al analizar cada una de los factores encontramos cierta homogeneidad entre los diferentes planteles del Colegio, en términos generales podemos ver que los alumnos de todos los planteles cuentan con los recursos económicos necesarios y suficientes para desarrollar las tareas escolares así como también ambientes familiares basados en la comunicación y el respeto, además con padres que cuentan con el nivel básico como único nivel de estudios, esto nos permite concluir que ninguno de estos factores parecen tener una influencia diferencial en el desempeño académico de los alumnos. Sin embargo, como se sabe en la literatura al respecto son factores que tienen influencia positiva en el desempeño académico, por lo que, al menos en el caso de los estudiantes que no mostraron un rendimiento medio o alto, se debe a otros factores relacionados, pero no a éstos.

En cuanto a las prácticas de enseñanza en que participan los profesores y alumnos del CCH, vimos que en términos generales los profesores buscan realizar prácticas apegadas al modelo constructivista, no obstante, solo uno utiliza la metodología apegada a este modelo. Si bien los demás profesores continúan realizando de enseñanza apegadas al modelo tradicional, los resultados obtenidos muestran que las prácticas de enseñanza, ya sean tradicionales o constructivistas inciden positivamente en el rendimiento académico de los alumnos, en tanto las calificaciones obtenidas en el post-test en todos los casos fueron más altas con respecto al pre-test; es decir, las prácticas de enseñanza influyeron en el aprendizaje del tema aún y cuando el aumento en las calificaciones no fue el mismo en todos los estudiantes. En este sentido, y como ya lo señalábamos, las prácticas de enseñanza son un factor importante, pero no el único que se relaciona con el rendimiento académico.

Con respecto a las representaciones o ideas previas de los estudiantes sobre los contenidos del tema, encontramos que muchos llegan con ideas más acercadas al sentido común que al conocimiento científico, las entrevistas realizadas previas a la enseñanza del tema así lo demuestran. Si bien se esperaría que después de revisar el tema en el aula estas representaciones cambiaran, aún y cuando no se detuvo el tiempo para aplicar las entrevistas posterior a su enseñanza, al comparar las respuestas del pre y post-test, podemos ver que persisten muchas de las representaciones que tienen los alumnos: al parecer, los conocimientos que se revisan en clase cumplen solo la función de ayudar a acreditar la materia, pero no de erradicar estas ideas, probablemente las causas de esto es el poco tiempo con el cuentan los profesores para revisar este tema, así como la falta de infraestructura y materiales de laboratorio para realizar prácticas que les permitan a los alumnos comprender mejor el tema ya que como sabemos muchos de ellos no han logrado desarrollar un pensamiento abstracto lo cual obstaculiza el aprendizaje de aquellos contenidos que no pueden ver o manipular.

Y con respecto a las representaciones que tienen los alumnos sobre el tema de la ingeniería genética encontramos similitudes entre las que tienen los alumnos de cada plantel y se encuentran influenciadas por el contexto que rodea a los alumnos incluyendo los amigos, la familia, así como la información que obtienen de los medios de comunicación. La mayoría de los alumnos reconocen y se encuentran a favor de la aplicación de los avances de la ingeniería genética siempre y cuando sea con fines terapéuticos. Sin embargo observamos que hay cierta confusión con términos y conceptos y la gran mayoría de ellas son científicamente incorrectas, pero que les han ayudado a explicar estos avances de la ciencia

Por otra parte creemos que todas estas ideas tienen una influencia en el aprendizaje y por consiguiente en el rendimiento académico de los alumnos pues al considerar este tema como irrelevante o desvinculado de la vida cotidiana de los alumnos repercute en el interés que éstos muestran en las aulas y finalmente las ideas erróneas y apegadas a lo que las películas muestran sobre los términos de clonación y transgénicos hace que muchos de los alumnos tenga una actitud negativa hacia este tema, teniendo una postura en contra de los avances de esta área de la biología.

Al comparar los resultados de los tres planteles aquí estudiados, encontramos que es el plantel Azcapotzalco el que muestra mejores resultados en las calificaciones del pre y post-test y es también este mismo plantel donde se localiza un mayor número de padres y madres de familia que cuenta con el nivel básico como máximo nivel de estudios, así como el plantel en el que se localiza el único profesor que realiza prácticas de enseñanza por investigación guiada, por lo que consideramos que la suma de todos estos factores favorecen los resultados observados en el post-test.

Es importante señalar que además de los factores que aquí se evaluaron, existen muchos otros que intervienen en el rendimiento académico como son las aptitudes intelectuales, el autoconcepto, la autoestima, el esfuerzo, la memoria, las competencias, el nivel de pensamiento formal y la disposición del propio alumno, entre otros, que también son importante de evaluar para poder tener una mejor visión sobre el rendimiento académico, además no hay que olvidar que los alumnos del Colegio se encuentran en la etapa la de adolescencia y que es en el espacio escolar donde se evidencia muchos de los cambios físicos, cognitivos y afectivos de los adolescentes, aquí se ponen en evidencia, el desafío, la rebeldía, la ambivalencia ante su propio cuerpo, los cambios emotivos, sus nuevas capacidades intelectuales, los cambios familiares, entre otros., y son con estas modalidades de conducta que tienen que interactuar los profesores lo que muchas veces los pone en tensión junto con los padres, y a los mismos adolescentes.

Nuevas presiones sociales y académicas empujan a los adolescentes a desempeñar diferentes roles que a menudo implican asumir otras responsabilidades. En la adolescencia el desempeño académico se convierte en algo mucho más serio y los adolescentes empiezan a sentir que el juego de la vida tienen que jugarlo de verdad. Incluso pueden empezar a percibir los éxitos y fracasos actuales como predictores de cómo les irá en la vida cuando sean adultos, es por esto que resulta importante continuar realizando estudios que nos permitan conocer a fondo las causas que le permiten a un alumnos triunfar o fracasar en el ámbito académico, pues lo importe no solo es conocer los índices además es necesario saber que lo causa y cuáles son las alternativas que se tienen para resolver esos problemas así como también concientizar a los padres y profesores de que un rendimiento académico bajo no es responsabilidad o decisión exclusiva del alumno, sino un problema multifactorial que involucra a todos los que rodean al joven adolescente, y por lo tanto todos deben contribuir a lograr que el rendimiento se incremente y lograr verdaderos aprendizajes en los alumnos que puedan utilizarlos en la vida cotidiana.

Si bien es cierto que la enseñanza del nivel medio superior no es una tarea fácil, dadas las características cognitivas y afectivas que el alumno de este nivel presenta, hay que entender que la mejor forma de fomentar la motivación por aprender es permitirles interactuar espontáneamente con su entorno, y si no han logrado desarrollar su pensamiento a niveles superiores, los profesores debemos de proporcionar las tareas necesarias hasta que los alcancen. Tratar de evitar coartar o censurar el deseo de saber de los alumnos imponiéndoles currículos demasiado rígidos, que alteren su ritmo y sus pautas de aprendizaje ya que con esto solo se logra que más alumnos abandonen las aulas, sintiendo que no son capaces de cumplir con las tareas escolares

Debemos lograr que la escuela cumpla con los objetivos, no de reprobar o aprobar alumnos, sino de formar personas íntegras y comprometidas con su sociedad. Que el aula se convierta en un espacio para que los jóvenes critiquen el mundo en que viven pero que también propongan soluciones.

Por último recomendamos el diseño de un cuestionario socioeconómico que permita obtener una categorización socioeconómica más detallada de los alumnos del plantel y relacionarla con su rendimiento académico, así como la aplicación de un nuevo cuestionario sobre los estilos de educación familiar que permita conocer y clasificar a los alumnos dentro de estas categorías y evaluar su relación con el rendimiento académico y también poder conocer el punto de vista de los padres

BIBLIOGRAFIA

- ABRIC, J-C. (2004). Practicas sociales y representación. México: Coyoacan
- AGUILAR, V. J.; Valencia, C. A. y Romero, S. P. (2004). "Estilos parentales y desarrollo psicosocial en estudiantes de bachillerato". *Revista Mexicana de Psicología*, 2,119-129 pp
- ALVES, E. y Acevedo, R. (1999). La evaluación cuantitativa. Venezuela: Ediciones Cerimed, Valencia.
- ALBERO, M.. (2002). Adolescentes e internet. Mitos y realidades de la sociedad de la información. 05/12/2013). , de ZER. *Revista de Estudios de Comunicación*. Sitio web: <http://www.ehu.er/zer/zer13/adolescentes13.htm>.
- ARBESÚ, G. M . I, Gutierrez, V. S. y Piña, O. J. M . (2008). Representaciones sociales de los profesores de la UAM-X sobre la evaluación de la docencia e investigación. *Reencuentro*, diciembre, 85-96
- ARELLANO, G. Y. y Martínez, S. G. (2009). ¿Aprender matemáticas?: Representación social que sobre el aprendizaje de las matemáticas tienen estudiantes de un CECyT del IPN. Ponencia publicada en Memoria Electrónica del X Congreso Nacional de Investigación Educativa del COMIE. Veracruz, Veracruz, 21-25 sept., 1-14.pp
- ARMENTA, G. N., Pacheco, C. C y Pineda D. E., (2008). Factores socioeconómicos que intervienen en el desempeño académico de los estudiantes universitarios de la facultad de ciencias humanas de la Universidad Autónoma de Baja California. *psicologia*, 11, 153-165 pp.
- AUSTIN-WARD, Enrique D., & Villaseca G. C., (1998). La terapia génica y sus aplicaciones. *Revista médica de Chile*, 126(7), 838-845. Recuperado en 25 de diciembre de 2014, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98871998000700013&lng=es&tlng=es. 10.4067/S0034-98871998000700013.
- BELLO, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación química*. Vol. 15, núm. 3, 210-217pp

- BENÍTEZ, L. M. G.; Becerra, Q. E. G.; Soto, L. R. M.; Aguilar, J. M. T. y González, L. C. (2004). "Trayectorias escolares de los estudiantes de la generación 1998 y . (2004). "Trayectorias escolares de los estudiantes de la generación 1998 y 1999 de la Facultad de Contaduría y Administración de la UASLP". . Recuperado 29 de diciembre de 2010, de Revista de la Educación Superior, Sitio web: http://www.anuies.mx/servicios/p_anuies/publicaciones/revsup/131/01.html
- BOLIVAR, Z.G. F. . (2004). Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna. . México: Colegio México.
- BLANCO, S. Ma. I., (2012). Recursos didácticos para fortalecer la enseñanza-aprendizaje de la economía. Trabajo fin de Master. Universidad de Valladolid. Recuperado 29 de diciembre del 2010, Sitio web: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/1391/1/TFM-E%201.pdf>
- BRONFENBRENNER, U. (1986). Ecology of the family as a context for human development: research perspectives. *Developmental Psychology*. 22 (6), 723-742 pp.
- BRINSTER, R., E. Sandgren, R. Behringer, R. Palmiter. (1989). Non simple solution for making transgenic mice. *Cell*. 59: 239-4pp1
- CAMARENA, O. E. (2009). La enseñanza: Imaginarios docentes. México: Gernika.
- CAMPANARIO, J.M y MOYA, A.. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas . *Enseñanza de las ciencias* , 17(2), 179-192 pp.
- CARABAÑA, J. (1979). Origen social, inteligencia y rendimiento académico al final de la EGB en ministerio de educación y ciencia (MEC). *Temas de Investigación Educativa*, Madrid.
- CARDENÁS, G. G. V. y Cortés, V. B. (2009). Estilos parentales y atribuciones causales de padres de familia de alumnos de una secundaria rural con problemas de reprobación escolar. Ponencia publicada en *Memoria Electrónica del X Congreso Nacional de Investigación Educativa del COMIE*. Veracruz, Veracruz, 21-25 sept., pp. 1-11.
- CARRANZA, F. M. R. y Carera S. J. I. (2007). *Fracaso escolar: punto de vista de los alumnos y familiares*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores-Zaragoza. UNAM. 101 pp.

- CARROSCOSA, A. J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I) Análisis sobre las causas que lo originan y/o mantienen. . Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencias, 2 (002), 183-208 pp.
- CCH (2004). Programas de estudio para Biología I, II, III y IV. CCH-UNAM, México, 19 pp.
- CEVALLOS, M. A . (2000). El proyecto genoma humano en la balanza. ¿Cómo ves?, núm 21, 10 pp.
- CIBELLI, J., S. Stice, P. Golueke, J. Kane, J. Jerry, C. Blackwell, F. Ponce de Leon, J. Robl. (1998). Cloned transgenic calves produced from nonquiescent fetal fibroblasts. Science, 22, 1256-1258 pp.
- CID- SABUCEDO, A., Perez-Abellas, A. y Zabalza, M. A. (2009). Las practicas de enseñanza declaradas de los “mejores profesores” de la universidad de vigo. Revista electrónica de investigación y evaluación educativa., 15 (2), 1-29 pp.
- CLARK, A.J., A. Cowper, R. Wallace, G. Wright, J. Simons. (1992). Rescuing transgene expression by co-integration. Biotechnology. , 10, 450 pp.
- COLL, S. C. (1990). Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento. México: Paídos.
- CONTRERAS, D. J. .(1994). Enseñanza, curriculum y profesorado. México: Alkal.
- COVADONGA, R de M. (2001). Factores vinculados al bajo rendimiento. Revista complutense de Educación, 12(1), 81-113 pp.
- COVARRUBIAS, P. P. y Perusquia, Z. M. (2009). “Prácticas de enseñanza que favorecen el aprendizaje. Un estudio sobre las representaciones de estudiantes universitarios”. Ponencia publicada en *Memoria Electrónica del X Congreso Nacional de Investigación Educativa del COMIE*. Veracruz, Veracruz, 21-25 sept., 1-12 pp
- CÚ B. G., Aragón N. F., (2006). El perfil sociodemográfico y su impacto en el rendimiento académico de los alumnos de la Universidad Autónoma de Campeche, México. 20 de febrero del 2008, de Quaderns digitals: Revista de Nuevas Tecnologías y Sociedad Sitio web: http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.VisualizaArticuloIU.visualiza&articulo_id=8991
- CURTIS H.; Barnes. S. N.; Schnek, A.; Massarini, A. (2008). Biología. México: Panamericana.

- DÍAZ-BARRIGA, A. F y Hernández, R.G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. México: Mc Graw Hill.
- EDEL, N. R. (2003). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. . Revista Iberoamericana sobre eficacia y cambio en Educación, 1(2), 1-15 pp.
- ERTMER, A. P y Newby, J. T. (1993). Conductismo, Cognitivismo Y Constructivismo: Una comparación de los aspectos críticos desde la perspectiva del diseño de instrucción. Performance Improvement Quarterly, 6(4), 50-72 pp.
- ESTÉVEZ, L. E., Musitu, O.G., Murgui, P. S. y Moreno R. D. (2008). Clima familiar, clima escolar y satisfacción con la vida en adolescentes. Revista Mexicana de Psicología. Vol. 25 (1).119-128 pp.
- FELMER, R. (2004) Animales transgénicos: pasado, presente y futuro. Archivos de Medicina Veterinaria. Vol. 36 (2) 105-117 pp.
- GALICIA, M. X. I.; Sánchez, V. A. y Robles, O. F. J. (2009). “Análisis de la relación entre rendimiento escolar, el nivel de depresión y la dinámica familiar en adolescentes. Ponencia publicada en *Memoria Electrónica del X Congreso Nacional de Investigación Educativa del COMIE*. Veracruz, Veracruz, 21-25 sept., pp.1-11
- GARCÍA, B. J. F y Domenech, B. F. (2002). Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. Revista electrónica de motivación y emoción . Vol. 1 (6), 24-36 pp.
- GÓMEZ-LIM, M. A. (2001).Producción de vacunas y compuestos farmacéuticos en plantas transgénicas. Avance y Perspectiva, vol. 20, 365-375 pp.
- GONZALEZ, G. MT. (2006) Absentismo y abandono escolar: una situación singular de la exclusión educativa. Revista electrónica Iberoamericana sobre calidad, eficacia y cambio en educación. Vol. 4 (001). 1-15 pp.
- GUTIÉRREZ- PÉREZ, C. (s/a) “La ciencia en la vida cotidiana, una alternativa para la Enseñanza” (estrategias para hacer atractiva la clase de ciencias). Jornadas sobre la enseñanza de las ciencias y las ingenierías, IES Politécnico de Cartagena.
- HERRERA E. L., Jofre A. y Garfias (1997). Transformación genética de plantas. CINVESTAV Irapuato.
- JAENISH R. B. M. (1974). Simian virus 40 DNA sequences in healthy adult mice derived from preimplantation blastocist injected with viral DNA. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 21: 1250-1254 pp

- JADUE, G. (1997). Factores ambientales que afectan el rendimiento escolar de los niños provenientes de familias de bajo nivel socioeconómico y cultural. *Estudios pedagógicos* 23:75-80 pp.
- JIMÉNEZ, M. (2000). Competencia social: intervención preventiva en la escuela *Infancia y Sociedad*. 24: 21-48 pp.
- JODELET D. (1986). La representación social: fenómenos, conceptos y teoría. En Serge Moscovici, *Psicología Social II*(469-494). Barcelona: Paídos.
- JORBA, J y Sanmartí, N. (1993). La función pedagógica de la evaluación. *Aula de Innovación Educativa*, noviembre (20), 20-30 pp
- KING, S. y L. Campbell-Allan (2000). La evaluación del aprendizaje de los estudiantes, en Alien, D. *La evaluación del aprendizaje de los estudiantes* (112-123) Barcelona: Paídos
- KLEIN, T.; Wolf, E; Wu, R., Sanford, J. (1987). High velocity microprojectiles for delivering nucleic acids into living cells. *Nature* 327:70-73pp
- LACKWOOD, B. I y Ruiz, R. Z. (2008). Factores que influyen en el proceso de enseñanza – aprendizaje en el área español como segunda lengua, en quinto y sexto grado en la modalidad de multigrado en la escuela Bilingüe: “Enmanuel”. Año 2007 – 2008 Rosita, RAAN. *Ciencia e Interculturalidad*, noviembre (2). 104-124 pp.
- LAGUENS, P. R. (2004). Clonación de embriones ¿una nueva esperanza terapéutica?. *Revista Química Viva*. abril (1) 28-30 pp.
- LAVITRANO, M., A. Camaioni, V. Fazio, S. Dolci, M. Farace, C. Spadafora. (1989). Sperm cells as vectors for introducing foreign DNA into eggs: genetic transformation of mice. *Cell*. 57: 717-23 pp.
- LISKER, R y Tapia R. (1997). Clonación en humano, *Ciencia*, 48: 15-30 pp.
- LEHNINGER, Nelson, D.L. y Cox, M.M. (2005). *Principios de Bioquímica*. México: Omega.
- LOMELÍ, G.,(1991). “Acerca de la enseñanza de la biología”, *Revista de la Educación Superior*, vol. XX (77) 117-130 pp.
- MACCOBY, E. E. y Martin, J. A. (1983). “Socialization in the context of the family: parentchild interaction”. En E. M. Hetherington (ed.). *Handbook of Child Psychology: Vol. 4. Socialization, Personality, and Social Development* (4a. ed., (1-102). Nueva York: Wiley.

- MAJLUF, A. (1993). Marginalidad, inteligencia y rendimiento escolar. Lima: Brandon Enterprise.
- MARTÍN-DÍAZ, M. J. (2002). Enseñanza de las ciencias ¿Para qué? Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 1 (2) 1-6 pp.
- MARTÍNEZ GONZÁLEZ, R. A. (1992). Factores familiares que intervienen en el progreso académico de los alumnos. Aula Abierta.60: 23-39 pp.
- MAZZITELLI, A. C. y Aparicio, T. M. (2000). Las actitudes de los alumnos hacia las ciencias naturales, en el marco de las representaciones sociales, y su influencia en el aprendizaje. Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Vol . 8 (1).1-23 pp.
- MCLANAHAN, S. S. (1985). "Family Structure and reproductions of poverty". American Journal of Sociology, XC:130-152 pp.
- MÉNDEZ, R. O. (2009). Capital familiar y logros escolares en estudiantes de sexto grado de primaria. Un estudio de familias regiomontanas en contextos de pobreza. *Ide@s CONCYTEG*. 51: 1028-1041 pp.
- MENDIETA, S. M. (2008). Desarrollo de inteligencias múltiples en el aprendizaje de la ingeniería genética. Tesis de Maestría. México: UNAM.
- MONROY, F. M.; Contreras, G. O y Desatnik, M. O (2009). Psicología Educativa. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, México: UNAM. 154-173 pp.
- MONSANTO. (2000). *Plant biotechnology 2000*. Informe anual de Monsanto.
- MUNICIO, J. I. P., Pozo, J. G. C., & Crespo, M. Á. G. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. México: Morata.
- NIEDA, J. y MACEDO B. (1998). Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años. México: SEP. 19-24 pp.
- NIEMANN, H., B. REICHEL. (1993). Manipulating early pig embryos. *J Reprod Fertil Suppl*. 48: 5-94pp
- NOGUERA, S. R y Ruíz, G. R. (2000). El proyecto genoma humano. Ciencias. Abril-Junio (58). México, UNAM. 4-13 pp.
- OJEDA, C. M y Alcalá, MT. (s/a) La enseñanza en las aulas universitarias. una mirada desde las cátedras: aspectos curriculares que inciden en las prácticas pedagógicas de los equipos docentes. Revista Iberoamericana de Educación, 1-10 pp.

- ORDOÑEZ, P. Z. (2006). Estudio Exploratorio sobre las prácticas de enseñanza-aprendizaje adecuadas de las/los docentes. Una mirada a partir de las/los estudiantes. *Revista de Investigación*. Vol. 6 (2) pp. 271-279 pp.
- OROZCO, E. del C. (2009). Las teorías asociacionistas y cognitivas del aprendizaje: diferencias, semejanzas y puntos en común, *Revista Docencia e Investigación*, 19:175-191 pp.
- OSORIO, G, M. C.; Mejía, S. H.L. y Navarro Z. J. A. (2009). Factores psicosociales que influyen en el éxito o fracaso del aprovechamiento escolar en la asignatura de Física básica. Caso del plantel "Ignacio Ramírez Calzada", *Espacios públicos*, Vol. 12 (26). 261-276 pp.
- OSORNIO, C. L., Valadez, N. S., Cuellar, G. A. y Monjo, M. J. (2008). Variables sociodemográficas que influyen en el rendimiento académico de estudiantes de medicina de la FESI-UNAM. *Revista electrónica de Psicología Iztacala*, Vol. 11 (4) 1-14 pp.
- OVEJERO, B. A, García, A. I. A y Fernández, A. J. A. (1994). Correlatos psicosociales de fracaso escolar en estudiantes de bachillerato y nivel superior. *Psicothema*. Vol. 6 (002). 245-258 pp.
- PERFIL DEL ALUMNO DEL CCH, (2009). Colegio de Ciencias y Humanidades, Cuadernillo, núm 3. México: UNAM.
- PEREZ, F.L. (S/A). Los factores socioeconómicos que inciden en el rezago y la deserción escolar. Revisado el 2 de enero del 2015, de UAM-AZCAPOTZALCO
Sitio web: [www.coepesguanajuato.mx/press/Documentos/5 parte/ 5.4/ FACTORES.PDF](http://www.coepesguanajuato.mx/press/Documentos/5%20parte/5.4/FACTORES.PDF)
- POZO, J. I. (2000). ¿ Por qué los alumno no aprenden la ciencia que les enseñamos?: el caso de las ciencias de la tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, (8.1) 13-19 PP.
- POZO, J. I. (1997). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- POZO, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- RAMIREZ, C. A. A. (2005) Reseña de estrategias docentes para un aprendizaje significativo de Frida Díaz Barriga Arceo y Gerardo Hernandez Rojas. *Tiempo de educar*. Vol. 6 (012). 397-403 pp.

- ROJAS, E. B.; Moreno, I. R. y Naranjo, M. M. M. (2006). La Teoría de Bernard Weiner y el rendimiento académico en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos N° 1. Gonzalo Vázquez Vela. Ponencia presentada en el 6° *Congreso Internacional Retos y Expectativas de la Universidad. "El papel de la Universidad en la transformación de la sociedad"*. 1-12 pp.
- ROZALEN, J, Fernandez, G. J.F, Ceña, V. y Jordán, J. (2003). Aplicaciones de la Terapia génica. Centro Regional de Investigaciones Biomédicas. Vol. 22 (10), 142-150 pp.
- SANCHEZ-CUEVAS, M. C. (2003). Biotecnología: Ventajas y desventajas para la agricultura. *Revista UDO Agrícola* 3(1) 1-11 pp.
- SANCHEZ, M. L. R. (2009). El efecto de las variables socioeconómicas, culturales y de rendimiento escolar previo sobre la deserción escolar al primer año de estudios en la universidad. Ponencia publicada en *Memoria Electrónica del X Congreso Nacional de Investigación Educativa del COMIE*. Veracruz, Veracruz, 21-25 sept. 1-10 pp.
- SANMARTÍ, N y Tarín, R. (1999). Valores y actitudes: ¿se puede aprender ciencias sin ellos?. *Alambique*. 22: 55-65 pp.
- SANTIN, G. D . (2001). Influencia de los factores socioeconómicos en el rendimiento escolar internacional: hacia la igualdad de oportunidades educativas. 22 de octubre del 2012, de Documento de trabajo Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales Sitio web: [http:// www.ucm.es/BUCM/cee/doc/ 01-01/ 0101.PDF](http://www.ucm.es/BUCM/cee/doc/01-01/0101.PDF)
- SANTROCK, W. J. (2004). *Psicología del desarrollo en la adolescencia* (9ª Ed.) Madrid: McGraw-Hill.
- Serie de informes sobre el hambre en el mundo 2006: el hambre y el aprendizaje. Programa mundial de alimentos. 3-16 pp.
- SOTELO, C. A. M.; Echeverría, C. B. S. y Ramos, E. Y. D. (2009). "Relación entre variables motivacionales y rendimiento académico en estudiantes universitarios." Ponencia publicada en *Memoria Electrónica del X Congreso Nacional de Investigación Educativa del COMIE*. Veracruz, Veracruz, 21-25 sept..1-12 pp.
- STAKE, E. R. (1999). *Investigación con estudio de caso*. Madrid: Morata.
- TORRES, V. L E y Rodríguez, S. Y. N. (2006). Rendimiento académico y contexto familiar en estudiantes universitarios. *Enseñanza e investigación en Psicología*. Vol. 11 (2) 255-270 pp.

TREJO, C. J. (2010). Comparación de las ideas previas sobre la selección natural entre estudiantes del 4 y 6 semestre del CCH. Tesis de Maestría, México: UNAM.

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. (2001). Alimentos transgénicos. 22 de octubre de 2012. Comunicación del equipo de profesores del Área de Tecnología de Alimentos. Sitio Web
<http://ar.groups.yahoo.com/group/nutricion/message/338>

VALDERRAMA, F., Arango, I y Afanador K., (2005). Transformación de plantas mediada por Agrobacterium: "ingeniería genética natural aplicada" Rev. Fac. Nal. Agr. Vol.58 (1) 2569-2585 pp.

VALLEJO, C. A. y Mazadiego, I. T de J. (2006). Familia y Rendimiento académico. Revista de educación y Desarrollo. Vol. 5, (julio-septiembre) 55-59 pp.

VERGARA, Q. M del C. (2008). La naturaleza de las representaciones sociales. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud. Vol. 6(001). 55-80 pp.

VAZQUEZ, R. (2002). Privacidad vs conocimiento público. Implicaciones sociales del Proyecto Internacional del Genoma Humano. Ciencia. Vol. 53(1). 53-65 pp.

ZAPATA-ROSS, M. (2012). Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos. Bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión crítica del "conectivismo". 12 de octubre del 2012, de Universidad de Alcalá Sitio web: www.eprints.rclis.org/17463/1/bases_tericas.pdf

PAGINAS WEB:

(<http://www.oecd.org/>,
<http://www.enlace.sep.gob.mx>).

(<http://www.ciceana.org.mx>)

(<http://www.amc.unam.mx>)

(<http://www.cch.unam.mx/principal/plandeestudios>).

(www.cultek.com; revisado el 26 de abril del 2012)

APENDICE

ANEXO 1. Cuestionario Socioeconómico

Maestría en Docencia para la Educación Media Superior Cuestionario Socioeconómico

De antemano agradecemos tu cooperación para responder las siguientes preguntas. Las instrucciones son muy sencillas, solo debes marcar la casilla con una "X".

DATOS GENERALES

Turno: Matutino Vespertino

Género: Masculino Femenino

Edad: 15 años 16 años 17 años 18 años

19 años Más de 21 años

Estado civil: Soltero (a) Casado (a) Unión libre

Tienes hijos: Sí ¿Cuántos? _____ No

Tipo de transporte que utilizas para llegar al CCH

a) Automóvil familiar b) Automóvil propio c) Taxi

d) Transporte público e) Automóvil de un amigo o vecino

INFORMACIÓN SOBRE VIVIENDA E INGRESOS FAMILIARES

1. El lugar donde vives es:

a) Propio

b) Rentado

2. Vives con:

a) Tu papá

b) Tu mamá

c) Ambos padres

d) Con tu pareja

e) Amigos

f) Otro familiar

g) Solo

3.Cuál es el número total de personas con las que vives (contándote tú).

a) De 3 a 5

b) De 6 a 8

c) Más de 9

4. Cuántas de las personas con las que vives aportan recursos económicos.

a) 1

b) 2

c) 3 a 4

d) 5 a 6

e) 7 a 8

4. ¿A cuánto ascienden tus ingresos mensualmente?

- a) De \$100 a \$500 b) De \$501 a \$1000 c) De \$1001 a \$1500
d) De \$1501 a \$2000 e) De \$2001 a \$2500 f) Más de \$2500

5. De tus ingresos, qué porcentaje aportas al gasto familiar

- a) Nada b) El 25% c) El 50% d) El 75%
e) El 100%

6. El horario de tu trabajo es

- a) Fijo b) Variable

7. ¿Cuántas horas trabajas a la semana?

- a) De 1 a 7 hrs b) De 8 a 16 hrs c) De 17 a 23 hrs
d) De 24 a 40 hrs e) Más de 40 hrs

8. ¿Qué puesto desempeñas?

R _____

INFORMACIÓN FAMILIAR

1.Cuál es el último nivel escolar concluido de:

- a) Tu mamá: Primaria Secundaria Carrera corta o técnica
Preparatoria Universidad Posgrado
b) Tu papá: Primaria Secundaria Carrera corta o técnica
Preparatoria Universidad Posgrado

2. ¿Qué actividades sueles realizar en familia?

- a) Visitar familiares b) Ir al teatro c) Ir a museos
d) Ir al cine e) Salir a restaurantes f) Ver la televisión
g) Juegos de mesa h) Otro (especifique cuál) _____

3. ¿Cuánto tiempo a la semana dedicas a las actividades familiares?

- a) De 0 a 3 hrs b) De 4 a 7 hrs c) De 8 a 11 hrs
d) De 12 a 15 hrs e) De 16 a 19 hrs f) Más de 20 hrs

4. ¿Tus padres se involucran en tus actividades y tareas escolares?

- a) Si b) No

5. ¿Con qué frecuencia tus padres asisten a la escuela para conocer tu desempeño académico?

- a) Una vez al mes Una vez al semestre c) Una vez al año
d) Nunca

6. ¿Tus padres están enterados de tus calificaciones?

- a) Si b) No

7. Cómo consideras la relación con tus padres de acuerdo a los siguientes criterios

Criterios	Considero mi relación como....				
	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala
Comunicación					
Confianza					
Respeto					
Tolerancia					
Supervisión					

TIEMPO DE ESTUDIO Y RECREACIÓN

2. ¿Cuántas horas a la semana inviertes en estudiar y/o realizar tareas fuera de clases?

- a) De 0 a 3 hrs b) De 4 a 7 hrs c) De 8 a 11 hrs
d) De 12 a 15 hrs e) De 16 a 19 hrs f) Más de 20 hrs

3. ¿Cuánto tiempo a la semana tienes de tiempo libre?

- a) De 0 a 3 hrs b) De 4 a 7 hrs c) De 8 a 11 hrs
d) De 12 a 15 hrs e) De 16 a 19 hrs f) Más de 20 hrs

4. ¿Qué actividades sueles realizar en tu tiempo libre?

- a) Ir al cine b) Salir con los amigos c) Escuchar música
d) Jugar Videojuegos e) Practicar algún deporte f) Ir a fiestas
g) Asistir a eventos culturales h) Leer i) Ver a tu pareja
j) Actividades en familia

¡GRACIAS POR TU COOPERACIÓN!

ANEXO 2. Cuestionario de Conocimientos

1. ¿Qué es la ingeniería genética?
2. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de la utilización de la ingeniería genética en el mundo?
3. Menciona dos ejemplos que conozcas en los que se aplique la ingeniería genética
4. ¿Cuál es el procedimiento para crear un organismo transgénico en condiciones de laboratorio?
5. ¿Cuál es tu postura con respecto al impacto que tendrán los organismos transgénicos y clonados en el medio ambiente?
6. ¿En qué consiste el Proyecto Genoma Humano?
7. ¿Qué implicaciones tiene en la vida cotidiana el descubrimiento del Genoma Humano?
8. ¿Qué es la clonación?
9. ¿Qué es la terapia génica? Da un ejemplo de su aplicación
10. ¿Con qué aspectos de la vida cotidiana relacionas los avances de la Ingeniería genética?

ANEXO 3. GUIÓN DE ENTREVISTA A ESTUDIANTES

1. ¿Que representan para ti los avances de la Ingeniería Genética?
2. Para tu vida cotidiana ¿que relevancia tiene este tema?
3. Desde tu punto de vista ¿qué implicaciones éticas tiene en general este tema?
4. Desde tu punto de vista ¿ que implicaciones éticas tiene que se conozcan los resultados del Proyecto Genoma Humano?
5. Desde tu punto de vista ¿que implicaciones éticas tendría la manipulación del ADN para crear organismos?
6. ¿Estás de acuerdo con la clonación?
7. ¿Cuál sería tu postura hacia los transgénicos?
8. ¿Qué repercusiones te imaginas que tendrían todos estos avances en un futuro para los seres vivos?
9. A parte de la escuela ¿qué otras fuentes de información has consultado para obtener información sobre este tema?

ANEXO 4. GUIÓN DE ENTREVISTA A PROFESORES

1. ¿Qué opina usted del modelo educativo del CCH?
2. ¿Cómo planea y organiza el curso de biología I?
3. ¿Considera que es importante en el curso de biología 1 el tema de la ingeniería genética?
4. ¿Cómo aborda el tema de la ingeniería genética con sus alumnos?
5. ¿Cuales son las estrategias y los recursos didácticos que utiliza para la enseñanza de este tema?
6. ¿Considera que cuenta con las herramientas necesarias para la enseñanza de este tema?
7. ¿Considera que las estrategias didácticas empleadas le permiten cumplir con los aprendizajes que marca el programa?
8. ¿Cómo evalúa este tema?
9. ¿Este tema resulta atractivo o interesante para los alumnos?
10. En el caso de los alumnos que no les parece atractivo el tema, ¿que estrategias o recursos utiliza para motivarlos e interesarlos en el tema?
11. ¿Ha tenido problemas para enseñar este tema?
12. ¿Que acciones son necesarias para que los alumnos se sientan más interesados en el tema y en general en los aprendizajes de Biología I?