



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**EL APRENDIZAJE DE LA EVOLUCION EN EL
SUBSISTEMA DE LA PREPARATORIA ABIERTA
DE LA SEP. ANALISIS PROPOSITIVO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

JOSE IGNACIO MARTINEZ DE LARA



**FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM**

DIRECTORA DE TESIS: M. EN C. ERENDIRA ALVAREZ PEREZ

2006



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.

Este trabajo de tesis lo realicé bajo la dirección de la M. en C. Eréndira Alvarez Pérez.

El poder embarcarme en esta aventura y llegar a puerto, no hubiera sido posible sin su ayuda, experiencia, profesionalismo, paciencia, sensibilidad y rigurosa necesidad de hacer bien las cosas.

Ere, te estoy profundamente agradecido.

A mis padres y a mi hermana por igual, quienes me mostraron desde mis primeros pasos por este mundo que la bondad, la compasión, la honestidad, el compromiso y la felicidad son también parte de la naturaleza humana y de la realidad.

A Teresa De Lara, mi madre: Tu luz, amor y claridad siempre han cobijado mi vida.

A Ignacio Martínez, mi padre: Aunque físicamente ya no estés presente, tu disciplina, amor y respeto aun me acompañan e inspiran.

A la P. de Arqlga. María Teresa Martínez, mi hermana: Eres mi alma gemela y me llena de dicha saberte siempre cerca.

HWHY, aunque no puedo explicarte y en muchas ocasiones no soy capaz de entender, me iluminas, me proteges y me llenas de fortaleza y amor.

“La realidad está ahí, independientemente de nosotros. No sé por qué insistimos los seres humanos en creer que está hecha para nosotros, y en negar su continuo cambio, complejidad y diversidad.

El acercarme con pasión ilimitada a lo que el budismo denomina “la realidad última” y entender algo de su misterio, es la energía infinita que alimenta mi forma de ser y de estar.

Aunque en algunos momentos la experiencia parece terrible y en otros, perfecta, este soy yo, y no me explico otra forma de estar VIVO”.

José Ignacio Martínez De Lara.

“El arte no imita a la vida, la revela”.

Amparo Cejudo.

“Yo creo profundamente que la ciencia honesta hace eso mismo”.

José Ignacio Martínez De Lara.

“Cada ser humano es un enigma”.

Farahilda Sevilla.

“No nos bañamos dos veces en el mismo río porque en su profundidad el ser humano tiene el destino del agua que corre”.

Heráclito.

“Por mi raza hablará el espíritu”.

José Vasconcelos.- UNAM.

AGRADECIMIENTOS

Al jurado de esta tesis por sus acertadas sugerencias y comentarios: M. en C. Eréndira Álvarez Pérez, Lic. Julieta Valentina García Méndez, M. en C. Ricardo Noguera Solano, Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez y Dra. María Cristina Hernández Rodríguez.

A la Biol. Arq[ua]. Alicia Blanco, Responsable de la Sección de Biología de la Subdirección de Salvamento Arqueológico del Instituto Nacional de Antropología e Historia, por dirigir mi servicio social y permitirme vivir mi primer trabajo formal en Biología.

A la Dra. Guadalupe Pacheco, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores y profesora de la Universidad Autónoma Metropolitana plantel “Xochimilco”, por su inmejorable ayuda en la captura de resultados de la aplicación del cuestionario y en su procesamiento estadístico. Guadalupe, gracias por tu apoyo incondicional.

A mi amigo el P. de Biol. Ponciano Huerta, a Jorge Peláez, a Luis Enrique Cisneros, al Ing. Arturo Merino y al Ing. Antonio Canelo por ayudarme en los períodos de desencuentro entre mi computadora, sus programas y yo.

A la Lic. Rosa Lya Castro, Coordinadora del Centro de Asesoría de la Preparatoria Abierta del Instituto Angloamericano de Coyoacán, por su paciencia, ayuda desinteresada y amistad.

A la Lic. Damaris Ortiz y a la Lic. Taira González, Coordinadoras de los Centros de Asesoría de la Preparatoria Abierta del Colegio Isaac Ochoterena y del Instituto Superior Angloamericano de San José Insurgentes respectivamente, por sus facilidades para la realización de esta investigación y por sus muestras de aprecio. También a la Lic. Rosalba Molina, Directora del Instituto Superior Angloamericano de Churubusco, por sus atenciones para conmigo en el desarrollo de esta investigación.

A los 108 estudiantes de Preparatoria Abierta que colaboraron resolviendo el cuestionario implementado como parte de la investigación.

A todos mis profesores, que durante la carrera me brindaron sus conocimientos y el ejemplo de su amor por la docencia.

Y a la Universidad Nacional Autónoma de México, la institución de educación superior más importante del país, por brindarme tantas herramientas en mi desarrollo en los ámbitos intelectual, deportivo, artístico, y de salud física y psicológica.

MENCION ESPECIAL

Deseo, en este momento, reconocer a todas aquellas personas que, de una manera u otra, han contribuido a nutrirme y a que sea yo capaz de llegar a la finalización de esta obra, que es la más elaborada que haya escrito hasta ahora.

A mis guías: la Mtra. Farahilda Sevilla y la Psic. Lourdes Otero. Sus enseñanzas siempre están presentes a pesar del tiempo y del espacio.

A Mauricio González por su paciencia durante este período complejo de mi vida al desarrollar esta investigación. Mau, gracias por tu cariño y por permitirme compartir.

Al Psic. Juan Carlos Olivares, por enseñarme que se puede vivir bien en común. Gracias por extenderme tu cariño y respeto más allá de la frontera de la separación.

A la Act. Fernanda Cortina, por su gran cariño y las vivencias en común. Gracias hermana mía.

Al Biol. Néstor Morales. Aunque yo no he sido el mejor de los amigos, tú has estado presente a lo largo de mi vida.

A Alberto Díaz por la amistad y ayuda en momentos muy difíciles de mi vida. Por ti sé que la transformación de los sentimientos y su recreación, es posible.

A mis amigos y compañeros de trabajo, el Lic. Francisco Hernández, a la Lic. Elvira Escalante, a la Lic. América Sánchez y a Laura Viñals, por su apoyo y tolerancia en mi etapa final de este trabajo; a la P. de Der. Laura Sánchez, que aunque no estuvimos cerca todo este tiempo, también va una mención especial para ti.

A los directivos y empleados de la Pista Bosques, por su apoyo y aliento día a día en la etapa final de la presente tesis.

A Martín Morales y a todos los miembros y amigos del grupo de jazz “Kimerdanza”. Gracias por permitir mi reencuentro con la danza y ser siempre un respiro tan necesario durante este período de desarrollo de la investigación.

A mis entrenadores de patinaje artístico sobre hielo y a mis profesores de danza, que ayudaron en mi formación como competidor, bailarín, entrenador y profesor.

A mis alumnos de patinaje artístico sobre hielo, que vivieron con apoyo y paciencia estos años de elaboración del presente trabajo de tesis.

A los miembros del grupo teatral “Entropía”, porque me permitieron el acercamiento a la actuación.

A “los inmutables”. Donde quiera que estén, les recordaré como el mejor grupo de amigos que haya tenido.

A todos mis exalumnos, amigos y familiares, que me han aportado experiencias maravillosas de vida. A los que están cerca, lejos, que estuvieron, que están y a los que han dejado de existir.

Y por último, a mi mismo, por seguir siendo un guerrero que me permito soñar y hacer mis sueños realidad, con disciplina, entusiasmo y profundo amor.

INDICE

I.	INTRODUCCION	1
II.	MOTIVOS Y OBJETIVOS	8
	2.1 Objeto de estudio	10
	2.1.1 Definición	10
	2.1.2 Delimitación y ubicación.....	10
	2.2 Propósitos de esta investigación	11
	2.2.1 Objetivos generales	11
	2.2.2 Objetivos particulares	11
	2.3 Tesis.....	12
III.	ANTECEDENTES	14
IV.	REFERENTES TEORICO-METODOLOGICOS	18
	4.1 Referentes pedagógico-didácticos	18
	4.2 Referentes disciplinarios	29
	4.2.1 Referentes disciplinarios generales	29
	4.2.2 Conocimientos de evolución necesarios para los estudiantes de bachillerato	36
	4.2.3 Concepciones alternativas de la evolución más frecuentes en los estudiantes	38
	4.3 Referentes institucionales	40
	4.3.1 Fines y perfil de egreso del Subsistema de Preparatoria Abierta de la SEP.....	40
	4.3.2 Fines y perfil de egreso de la asignatura de biología.....	44
	4.3.3 Fines, perfil de egreso, contenidos y bibliografía del tema de evolución	47
	4.3.3a Objetivos, prerrequisitos y requisitos para el estudio de la evolución	47
	4.3.3b Contenidos del libro de texto acerca de la evolución	53
	4.3.3c Exámenes de autoevaluación de los capítulos que corresponden a evolución	58

4.3.3d	Algunas preguntas sobre evolución del examen de la SEP para aprobar la asignatura de biología	62
4.3.3e	Análisis de la bibliografía sugerida en los capítulos de evolución	70
4.3.4	Otros núcleos problemáticos detectados que afectan a los estudiantes en su aprendizaje de la evolución	72
V.	METODOLOGIA	75
VI.	RESULTADOS	87
6.1	Resultados de la aplicación del cuestionario	87
6.1.1	Población	87
6.1.2	Estudiantes que aprobaron el cuestionario	89
6.1.3	Análisis comparativo entre los resultados del cuestionario diagnóstico y del cuestionario final	91
6.1.4	Estudiantes que contestaron correctamente una de las tres partes del cuestionario y resultados que obtuvieron en las dos partes restantes	104
6.1.5	Análisis comparativo entre las diferentes escuelas, diferentes grupos, diferentes tiempos de duración de la asesoría de biología y diferente condición de haber tomado un curso previo de biología de bachillerato o no	107
6.1.6	Respuesta más frecuente para cada pregunta del cuestionario ..	116
6.2	Propuestas para fortalecer el aprendizaje de la evolución en la Preparatoria Abierta de la SEP	125
6.2.1	Propuestas dirigidas a la Dirección General del Bachillerato y a la Dirección de Sistemas Abiertos de la SEP.....	125
6.2.1a	Propuestas generales	125
6.2.1b	Propuestas acerca de la asignatura de biología.....	127
6.2.1c	Propuestas acerca del tema de evolución.....	129
6.2.2	Propuestas dirigidas a los centros de asesoría.....	130
6.2.3	Propuestas dirigidas a los asesores	131
6.2.4	Propuestas dirigidas a los estudiantes.....	132
6.3	Propuestas para nuevas líneas de investigación	134

VII.	CONCLUSIONES	135
VIII.	FUENTES	140
	8.1 Bibliografía	140
	8.2 Hemerografía	143
	8.3 Cibergrafía	144
IX.	ANEXOS	145
	9.1 Estructura del plan de estudios vigente del Subsistema de Preparatoria Abierta de la SEP	145
	9.2 Cuestionario	146

I. INTRODUCCION

En documentos oficiales de la Secretaría de Educación Pública (SEP) se define a la educación como el proceso dinámico de comunicación, integración y transmisión de la cultura. Mediante la educación, el hombre adquiere conocimientos, aptitudes y destrezas que le permiten responder a las necesidades que le plantea su medio y, a su vez, influir en su transformación.¹

Se indica que los efectos de la educación influyen en la fuerza productiva de un país, y que en México, el enorme rezago educativo se ha manifestado en diferentes ámbitos como el desempleo, baja productividad, dependencia económica y cultural, escasa participación política y acceso limitado a la cultura y a la recreación.²

El Gobierno Federal de México, reconociendo la importancia de la educación en el desarrollo nacional, consideró necesario impulsar la formación posterior a la enseñanza básica, extendiendo la cobertura de la educación media superior y superior, procurando, según indican, mejorar la calidad de los servicios educativos que se brindan a la población en estos niveles.³

Cabe resaltar la importancia de la educación media superior en el sistema educativo nacional, al ser la última etapa en la que los estudiantes se acercan formalmente a la generalidad y diversidad del conocimiento que ha generado el ser humano a través del tiempo y, al mismo tiempo, es una fase de formación propedéutica para su posible ingreso al nivel superior.

Una de las modalidades de la educación media superior lo constituye la Preparatoria Abierta de la SEP que surge como proyecto en 1971 por decreto presidencial, como resultado del interés del gobierno federal de ampliar la cobertura educativa.⁴ Este modelo de enseñanza abierta se basa en el de la Open University de Gran Bretaña que se creó en los años sesenta.⁵ En 1973, el Centro para el Estudio de Medios y Procedimientos Avanzados de la Educación (CEMPAE) y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) realizan un convenio para elaborar, en conjunto, un paquete didáctico dirigido a la Preparatoria Abierta, el que fue probado en plan piloto en Monterrey. Durante 1979, este subsistema se hizo extensivo a todo el país.⁶ Aunque la SEP no le considera un modelo antecedente directo, sabemos, como universitarios, que el Sistema Universidad

¹ SEP. 2000b. **Informe de Labores 1999-2000.** p. 13.

² SEP. 1983. **Informe de los Sistemas Abiertos de Educación Media Superior y Superior.** p. 9.

³ Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. Presidencia de la República. 2001. **1er. Informe de Gobierno.** p.p. 61-62.

⁴ SEP. 1983. *Op. cit.* p. 15.

⁵ Mac Kenzie, Norman et al. 1979. **Enseñanza Abierta.** p. 411.

⁶ SEP. 1983. *O. c.* p.p. 53-54.

Abierta (SUA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se crea el 25 de febrero de 1972⁷.

La Preparatoria Abierta de la SEP se ha estructurado en un plan de 33 materias distribuidas en “6 semestres”⁸, con el fin de establecer un parámetro comparativo con la modalidad escolarizada que dura comúnmente 3 años (Ver anexo 9.1). Cada “semestre” de la modalidad abierta se ha estimado en una duración de 16 semanas⁹, dando la posibilidad de concluirla en un promedio de 2 años; aunque, varios centros de asesoría de educación privada ofrecen concluirla hasta en un año.¹⁰ También este plan académico puede llevarse en forma parcial si el estudiante tiene menor disponibilidad de tiempo, lo que implicaría un período mayor incluso a 3 años para terminar estos estudios.¹¹

“La educación abierta fue concebida para aprovechar la capacidad del adulto de aprender por sí mismo”. Entre sus características principales se encuentran: a) Eliminar la necesidad de asistir cotidianamente a un plantel educativo, siendo el estudiante el responsable de su propio aprendizaje; b) Permite estudiar en el hogar o en cualquier sitio, en el tiempo disponible más conveniente para cada estudiante, sin necesidad de desatender otras ocupaciones, por lo que avanza a su propio ritmo de manera flexible; c) No existen profesores, sino asesores que orientan y apoyan el aprendizaje de los estudiantes; y d) Está diseñado especialmente para adultos.¹²

Aunque es un modelo originalmente diseñado para adultos, el sistema cada vez tiene más demanda por otros sectores, como jóvenes que aun encontrándose en edades convencionales para su ingreso al sistema escolarizado, optan por este modelo educativo debido a diferentes factores, tales como: dedicarse al deporte de alto rendimiento, encontrarse trabajando, es más económico que su equivalente escolarizado, lo pudieran cursar en menos tiempo, o simplemente por el mismo incremento de la demanda general en la educación media superior, constituida por los egresados de secundaria, en combinación a la aún limitada oferta educativa de este nivel.¹³

Así mismo, cada vez más instituciones privadas de educación están ofreciendo la modalidad de la Preparatoria Abierta de la SEP¹⁴, lo que también resulta indicativo del incremento de la demanda hacia este subsistema.

Las cifras de ingreso al subsistema abierto de preparatoria reportadas por la SEP, revelan este incremento. Mientras que en 1983 se reportaron 60 150 estudiantes inscritos¹⁵, en el

⁷ UNAM. 1998. **Estatuto del Sistema Universidad Abierta y Reglamento del Estatuto del Sistema Universidad Abierta de la UNAM relativo al Ingreso, la Permanencia y los Exámenes**. México. p. 13.

⁸ SEP. Dirección de Sistemas Abiertos. 2004b. **Estructura del Plan de Estudios Vigentes del Subsistema de Preparatoria Abierta**. Documento PLANDES.DOC/LCG21 17/01/a. 2 p.p.

⁹ Mac Kenzie, N., *et. al.* 1979. *Op.cit.* p. 411.

¹⁰ Com. pers. Instituciones privadas que dan asesoría de Preparatoria Abierta de la SEP.

¹¹ Experiencia Personal con alumnos del subsistema de Preparatoria Abierta de la SEP.

¹² SEP. 1983. *O. c.* p.p. 9-10.

¹³ Com. pers. Instituciones y alumnos con los que he trabajado.

¹⁴ Com. Pers. Coordinadores de Preparatoria Abierta de Instituciones Privadas.

¹⁵ SEP. 1983. *O. c.* p. 131.

ciclo 1993-1994 ya se encontraban matriculados 256 033¹⁶. Para el año 2004 se reportó una cifra estimada de 436 000¹⁷ que equivale al 21 % de los 2 078 800¹⁸ estudiantes que cursaron bachillerato general escolarizado en el ciclo 2003-2004. Es claro que la población egresada de este subsistema constituye parte significativa del estudiantado que ingresará a las instituciones de educación superior, incluyendo a las del área de ciencias biológicas, y cuyo perfil académico de egreso repercutirá en sus futuras trayectorias escolares; lo que marca la importancia de realizar estudios diagnósticos y de análisis sobre la Preparatoria Abierta.

En una encuesta anexa a esta investigación, pregunté qué carrera deseaban estudiar en la universidad a 86 estudiantes que asistieron durante el mes de Septiembre del 2004 a las asesorías de la Preparatoria Abierta ofrecidas por las tres escuelas consideradas en el presente trabajo (Instituto Superior Angloamericano de San José Insurgentes, Instituto Superior Angloamericano de Coyoacán y Colegio Isaac Ochoterena). De ellos, 63 estudiantes deseaban ingresar a alguna licenciatura, siendo 2 (3.17 %) los que querían estudiar biología.

Además, con la gran cantidad de información que diferentes medios de comunicación están manejando sobre temas biológicos, tales como contaminación ambiental, extinción de especies, clonación, genoma humano, desarrollo de poblaciones de organismos resistentes a antibióticos y pesticidas, y armas biológicas, por mencionar sólo algunos, es indispensable para la población en general tener acceso a un conjunto de elementos fundamentales sobre el conocimiento biológico moderno. La materia de Biología de la Preparatoria Abierta de la SEP es el medio probablemente más importante, o al menos más formal, por el cual tendrán acceso a tal conocimiento científico quienes hayan optado por esta modalidad educativa.

La evolución es un tema muy importante del contenido del programa de biología del bachillerato. Un gran número de teóricos de la biología e investigadores de su enseñanza coinciden en que la teoría de la evolución no sólo es una teoría fundamental de la biología sino también un componente importante dentro de la cultura científica.¹⁹ “El evolucionismo constituye uno de los marcos teóricos unificadores e integradores del conocimiento biológico... y puede ser abordado desde distintas perspectivas: moleculares, genéticas, ecológicas, filogenéticas, geológicas, entre otras.”²⁰ Este tema se puede considerar muy complejo debido a que involucra muchos tipos de explicaciones, objetos de estudio, así como enfoques teóricos y metodológicos.

¹⁶ Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). 1997. **Exámenes de las Políticas Nacionales de Educación: México, Educación Superior**. p. 114.

¹⁷ Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. Gobierno de la República. 2004. **4º. Informe de Gobierno. (Anexos)**. (Tabla de población atendida en el sistema extraescolar).

¹⁸ *Idem*. (Tabla de matrícula de educación media superior).

¹⁹ Zuzovski, R. 1994. “Conceptualizing a teaching experience on the development of the idea of evolution: an epistemological approach to the education of science teachers”. Citado por Sánchez, María del Carmen. 2000. **La Enseñanza de la Teoría de la Evolución a partir de las Concepciones Alternativas de los Estudiantes**. p. 1.

²⁰ Hernández, María Cristina. 2002. **La Historia en la Enseñanza de la Teoría de la Selección Natural**. p.p. 1-2.

A pesar de las controversias y diferentes enfoques que se han generado para abordar los procesos evolutivos, actualmente se plantea de manera más generalizada en la comunidad científica que: 1) La Evolución es un proceso de cambios o transformaciones que de manera continua ocurren en los seres vivos a través del tiempo y que se refleja en todos sus niveles de organización (molecular, celular, individual, poblacional, comunitario).²¹ 2) El cambio de los organismos está dado por dos procesos fundamentales: la producción azarosa de la variación (por mutaciones o recombinación genética); y el mantenimiento o eliminación de ésta por medio de la selección natural.²²

En los diferentes niveles y sistemas educativos, han resultado muy confusos la adquisición y manejo de los conceptos de variación y selección natural, y en ocasiones muy alejados de lo que constituye la teoría contemporánea. Esto se ve reflejado en estudiantes, profesores y hasta en la literatura usada como texto. Esta situación se puede aún magnificar en los centros que imparten asesorías de la materia de biología de la Preparatoria Abierta de la SEP, debido en mucho al factor tiempo, lo que desarrollaré más ampliamente en el capítulo IV.

En tal subsistema se entiende por asesoría a la “función cubierta por cualquier persona capacitada para manejar los materiales didácticos elaborados a este efecto, debiéndose cubrir el aspecto motivador y el de guía capaz de orientar al alumno en las dudas que surjan durante el estudio”.²³

Aunque se espera que en los centros de asesoría, el asesor sólo oriente, guíe y resuelva dudas de los estudiantes, éstos se presentan muchas veces sin el texto base de Biología y la asesoría tiende a transformarse en un curso completo de la materia con el inconveniente de que se imparte en muy poco tiempo (entre 15 y 40 horas en total).²⁴

Es importante mencionar que para el caso de la materia de biología, así como para algunas otras materias científicas, el CEMPAE y el ITESM no elaboraron el texto sino que lo eligieron de los ya existentes, escogiendo como obra base la “**Biología**” de Smallwood W. y E. Green, Ed. Publicaciones Cultural S.A., México, 1ª. Edición, 1970.

En mi experiencia docente, he ido detectando algunos núcleos problemáticos que afectan el aprendizaje de los estudiantes en las asignaturas que he impartido en los centros de asesoría de la Preparatoria Abierta de la SEP. Biología en particular, con un texto tan amplio y con tan poco tiempo para revisarlo, ha implicado en cada ocasión un reto a mi capacidad de docente.

El presente estudio se origina a partir de mi inquietud hacia estos problemas de aprendizaje de la biología en la Preparatoria Abierta de la SEP. El planteamiento de limitarlo al tema de evolución surgió bajo mi convencimiento personal de que éste es un tema unificador e

²¹ Berovides, Vicente. 1993. “Problemas de la enseñanza de la biología evolutiva en la educación superior.” *Revista Biológica*. 7 (2-3): p. 79.

²² Hernández, C. 2002. *Op. Cit.* p. 2.

²³ SEP. 1981. **Terminología de los Sistemas Abiertos de Educación en México**. p.p. 20-21.

²⁴ Problema detectado empíricamente.

integrador del conocimiento biológico. Así estructuro esta investigación con la intención de detectar si los estudiantes de biología que cursan la asesoría de la asignatura de biología aprenden evolución. También pretendo identificar los diversos factores que influyen en la calidad del aprendizaje de la evolución.

En el capítulo II expongo los motivos para la realización de esta tesis, defino, delimito y ubico el objeto de estudio, y enuncio los objetivos de investigación. Planteo dos objetivos generales: evaluar el aprendizaje de la evolución en los estudiantes que acuden a los centros privados de asesoría de la Preparatoria Abierta de la SEP, y generar propuestas para facilitar tal aprendizaje. En este mismo capítulo expongo y sostengo la tesis de que, bajo las condiciones y situaciones actuales en que los estudiantes toman su asesoría de biología, ellos no están aprendiendo evolución.

En el capítulo III hago un recuento de los trabajos que sirven como antecedente a éste, ubicando que, después de una búsqueda exhaustiva, no encontré otra investigación específica sobre algún tema de la asignatura de biología de Preparatoria Abierta de la SEP.

En el capítulo IV resalto los referentes teórico metodológicos en los que baso los procedimientos y el desarrollo de esta investigación. De entre ellos, en los referentes pedagógico-didácticos, explico la estructura didáctica en una situación escolar, expongo algunas teorías educativas como el conductismo y el constructivismo, ubico a esta última como la más adecuada para los sistemas abiertos de enseñanza, y explico algunas particularidades de la práctica educativa en el sistema abierto de educación. También desarrollo referentes disciplinarios en los que expongo las corrientes teóricas más importantes que han dado explicación a la evolución, resaltando la teoría evolutiva moderna, sus conceptos y sus explicaciones, también haciendo un alto en sus controversias actuales. Posteriormente, distingo de entre conocimiento generado sobre la evolución, lo que los estudiantes de bachillerato deben aprender, y también expongo en forma general las concepciones no científicas que se han identificado más frecuentemente en ellos en investigaciones anteriores.

En los referentes institucionales, dentro del mismo capítulo, identifiqué los fines y perfil de egreso del Subsistema de Preparatoria Abierta de la SEP, de la asignatura de biología y del tema de evolución, analizando su implicación en el aprendizaje de los temas evolutivos. Describo y analizo los contenidos y bibliografía sugerida en los capítulos de evolución del texto y de la guía de estudio utilizados para este subsistema educativo. Detecto incongruencias importantes entre objetivos, contenidos y exámenes de acreditación que revelan una falta de estructura sólida en el propio subsistema de la Preparatoria Abierta de la SEP, en particular, en el tema de evolución de la asignatura de biología. El contenido de los capítulos referentes a la evolución está desordenado y no considera los protoconceptos²⁵ adecuados. El texto tiene una antigüedad de casi 40 años y no ha sido actualizado, consta de casi 800 páginas, no fue diseñado para un sistema abierto sino para un sistema escolarizado de un año, y en el plan de estudios de la Preparatoria Abierta se le ubica en un solo semestre. La duración en que se imparte la asesoría de biología en los centros privados es

²⁵ Conceptos que resultaría adecuado que manejaran los estudiantes antes de enfrentarse a algún tema específico. Definición basada en Sánchez, M. C. 2000. *Op. cit.* p. 3.

sólo de entre 15 a 40 horas, lo que implica que la revisión del material contenido en 800 páginas, se convierte en una carrera contra el tiempo.

En el capítulo V expongo la metodología. Menciono que elegí un cuestionario diseñado por María del Carmen Sánchez²⁶ para detectar las concepciones que los estudiantes tienen acerca de la evolución. Comento que este documento lo apliqué antes y después de la asesoría de biología para observar si había algún cambio entre ambos, y así, evaluar el aprendizaje de los estudiantes de 16 grupos en 3 centros privados de asesoría con registro en el subsistema de Preparatoria Abierta de la SEP: El Instituto Superior Angloamericano de San José Insurgentes, el Instituto Superior Angloamericano de Coyoacán y el Colegio Isaac Ochotorena. Enumero las categorías de análisis a las que se expusieron los resultados del cuestionario. Identifico a los estudiantes que lo aprobaron con un mínimo de 6, en una escala de 0 a 10. Comparo los resultados en promedio general y de las respuestas dadas para cada una de las 3 partes de que consta el cuestionario, antes y después de la asesoría, con el fin de evaluar el aprendizaje que estos estudiantes tuvieron sobre la evolución. Identifico a los estudiantes que lograron contestar correctamente todas las preguntas de alguna de las partes del cuestionario y contrasto ese resultado con el de las otras partes para observar su congruencia en la resolución del instrumento. Realizo comparaciones entre los promedios por grupos, por escuelas, por duración de la asesoría y ubico si se reportan diferencias entre los estudiantes que ya habían cursado biología y los que no. Además, detecto la respuesta más frecuente para cada pregunta y con ello identifico las concepciones más generales y frecuentes entre los estudiantes acerca de la evolución.

En el capítulo VI, explico los resultados obtenidos en la aplicación de los cuestionarios. De 108 estudiantes sólo aprobaron 12, de ellos sólo cinco se pueden identificar como poseedores de una concepción científica aceptable, siendo la calificación máxima 8.93. No hubo una diferencia significativa entre los resultados generales de los cuestionarios aplicados antes y después de la asesoría lo que demuestra que los estudiantes de estos centros de asesoría no están aprendiendo evolución, incluso se detectaron casos en los que la confusión sobre el tema era peor después de asistir a la asesoría de biología. El promedio general de calificación antes y después de la asesoría fue un poco mayor de 4. Sólo un estudiante respondió correctamente a todas las preguntas de la parte A del cuestionario, seis a las de la parte B y uno a las de la parte C. Entre algunos de ellos no hay congruencia en el nivel de respuestas correctas de una parte del cuestionario respecto a las otras, lo que revela la confusión generalizada que acerca de los temas evolutivos prevalece aún después de la asesoría de biología. No existió diferencia significativa entre los resultados comparativos de duración de la asesoría. Tampoco se encontró diferencia significativa entre los estudiantes que ya habían cursado biología de bachillerato y los que no. Donde se detectó alguna diferencia fue entre los resultados inicial y final de los grupos del Instituto Superior Angloamericano de Coyoacán que sí reportan un incremento en el promedio, que resultó ser aprobatorio al final. Estos fueron los únicos grupos que aprobaron el cuestionario y, debido a ello, también este mismo colegio fue el único que presentó un promedio aprobatorio en el cuestionario final. Las respuestas más frecuentes identificadas entre los estudiantes aluden a concepciones lamarckianas y teleológicas.

²⁶ Sánchez, M. C. 2000. *O. c.*

A partir de todos los factores adversos identificados que generan serias deficiencias en el aprendizaje de la evolución, propongo varios cambios en la planeación, realización y evaluación de la estructura curricular, en lo disciplinario y en lo pedagógico-didáctico para mejorar la situación de aprendizaje de este tema en esta población estudiantil. De entre las propuestas más importantes que expongo, destaco la reestructuración curricular de la asignatura de biología, la elaboración de un nuevo libro de texto hecho *ex profeso* para el subsistema de Preparatoria Abierta; hago algunas sugerencias en la secuencia de contenidos que, a mi juicio, facilitarían el aprendizaje de los temas abordados y propongo que como mínimo se aborden conocimientos acerca de las teorías lamarckiana, darwiniana y sintética, en términos de continuidad y ruptura, y la generalidad de las controversias contemporáneas del tema; también sugiero que se dé a la asignatura un enfoque en forma problematizadora de la realidad, que en sus exámenes se utilicen preguntas-problema, y que el tiempo de duración de la asesoría aumente significativamente.

En el capítulo VII finalizo presentando las conclusiones de esta investigación, destacando la importancia del aprendizaje de la evolución.

II. MOTIVOS Y OBJETIVOS

En seis años como asesor de materias científicas, particularmente Biología, en tres diferentes centros privados que ofrecen el sistema de asesorías de la Preparatoria Abierta de la SEP, he detectado y enfrentado directamente características y situaciones problemáticas en los diferentes elementos participantes en esta modalidad educativa, entre los que destacan:

- Textos no específicos para el sistema abierto.
- Contenidos no actualizados.
- Períodos de tiempo muy cortos para la revisión del material.
- Falta de capacitación para los docentes que sea específica al sistema abierto.
- No existen cursos de preparación dirigidos a los estudiantes que sean específicos y funcionales para que entiendan las características propias del sistema abierto de preparatoria y así puedan mejorar su desempeño.

Resulta sumamente importante una investigación como la que desarrollo en este trabajo, debido a que, como lo mencioné anteriormente, de este subsistema será de donde la población inscrita obtenga formalmente los conocimientos más importantes sobre temas biológicos. Para muchos, será la última oportunidad de recibir información científica organizada sobre biología, y para algunos, representará la adquisición del conocimiento científico formal previo para ingresar como estudiantes a las instituciones de educación superior del área biológica y otras áreas del conocimiento. Otro punto importante a denotar sobre la población educativa elegida para este estudio, es que ha sido poco estudiada, aún cuando representa una matrícula significativamente importante para el nivel de bachillerato, que puede estar enfrentando serias deficiencias en su formación académica.

Como ya mencioné en la introducción, el tema de evolución ha sido elegido porque integra y sintetiza el conocimiento biológico. Francisco Ayala²⁷ y Fedro Guillén²⁸ son algunos de los muchos científicos que hacen referencia a lo dicho por el científico Theodosius Dobzhansky²⁹ al respecto: “Nada tiene sentido en biología si no es a la luz de la evolución”. Y aún más lejos, Ayala escribe: “... bajo el prisma de la evolución es posible entender lo que los humanos somos, de dónde venimos y las posibilidades que nos brinda el futuro”.³⁰

²⁷ Ayala, Francisco. 1977. **La Teoría de la Evolución**. p 15.

²⁸ Guillén, Fedro. 1994. “El nuevo enfoque en la enseñanza de la biología en secundaria”. **Ciencia**. 45: p. 253.

²⁹ Dobzhansky, Theodosius. 1973. “Nothing in biology makes sense except in the light of evolution”. **Amer, Biol, Teacher**. 35: 125-129. Citado por Guillén, F. 1994. *Op. cit.* p. 253.

³⁰ Ayala, F. 1977. *Op. cit.* p. 15.

El aprendizaje de la evolución nos ayuda a entender nuestra propia ubicación en la naturaleza.

Cabe resaltar que en la búsqueda que realicé de Enero de 2003 a Julio de 2004 no encontré una investigación antecedente sobre este tema en particular que haya sido desarrollado en la población educativa específica elegida en esta investigación.

2.1 OBJETO DE ESTUDIO

2.1.1 DEFINICION

El objeto de estudio de esta investigación es el aprendizaje de las explicaciones evolutivas de los estudiantes en los 3 centros privados de asesoría seleccionados del Subsistema de la Preparatoria Abierta de la SEP.

2.1.2 DELIMITACION Y UBICACION

El “todo” que involucra la educación en un sistema abierto como el de la Preparatoria Abierta de la SEP es muy amplio y complejo. Esta investigación se enfocará al estudio del aprendizaje de la evolución, sin olvidar que el aprendizaje es un fragmento del continuo que representa el proceso educativo. Es evidente su inseparable relación con la enseñanza, además de las múltiples relaciones de orden epistemológico, disciplinario, metodológico, psicopedagógico, entre otras, que participan categóricamente en él. Sin embargo, será particularmente el aprendizaje del tema de la evolución en los centros de asesoría de la Preparatoria Abierta de la SEP el centro de este estudio, considerando los aspectos académicos, de planeación y de contenido que están involucrados en tal proceso. Se tomará como “campo” en la implementación de éste análisis a tres diferentes centros privados de asesoría de Preparatoria Abierta: Colegio Isaac Ochoterena, Instituto Superior Angloamericano de San José Insurgentes y el Instituto Superior Angloamericano de Coyoacán.

2.2 PROPOSITOS DE ESTA INVESTIGACION

Mis propósitos al realizar esta investigación son: hacer un análisis diagnóstico sobre el aprendizaje de la evolución en los centros privados de asesoría de Preparatoria Abierta de la SEP (población educativa poco investigada) evaluando dicho aprendizaje en los estudiantes e identificando los núcleos problemáticos que le afectan; y establecer propuestas para fortalecer el aprendizaje de la evolución en esta población educativa.

2.2.1 OBJETIVOS GENERALES

- Valorar si los estudiantes que asisten a centros privados de asesoría de la Preparatoria Abierta de la SEP adquieren y manejan los conocimientos del tema de evolución.
- Generar propuestas para facilitar el aprendizaje de la evolución en los estudiantes que asisten a los centros privados de asesoría de la Preparatoria Abierta de la SEP.

2.2.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Analizar en los objetivos y en el perfil de egreso de la Preparatoria Abierta de la SEP los aspectos que se refieren al tema de evolución.
- Analizar los contenidos del programa y del texto único utilizado referidos al mismo tema.
- Detectar las concepciones de los estudiantes sobre la teoría de la evolución antes y después de asistir a una asesoría de biología.
- Identificar los núcleos problemáticos que afectan el proceso de aprendizaje del tema de evolución dentro de la materia de biología en los centros privados de asesoría de Preparatoria Abierta de la SEP.
- Generar propuestas que contribuyan a reforzar las ventajas del sistema y a facilitar la solución de los problemas que se presentan en el manejo del conocimiento sobre la evolución.
- Exponer propuestas para el desarrollo de nuevas líneas de investigación sobre el aprendizaje de la evolución en la Preparatoria Abierta de la SEP.

2.3 TESIS

Como se muestra en diferentes documentos de la SEP, la razón de ser del Subsistema de la Preparatoria Abierta de dicha institución es el aprendizaje con calidad en sus estudiantes aprovechando, en lo particular, la capacidad que poseen para aprender por sí mismos. Las instituciones privadas de educación que ofrecen asesorías para preparar a los estudiantes de este subsistema y que establecen vínculos directos con la SEP, deben responder a esta misma idea.

Por ello, sostengo que el aprendizaje en la Preparatoria Abierta, y en lo particular, del tema de evolución como parte de la materia de biología, debe ser analizado, para valorar si se está contribuyendo a lograr este objetivo fundamental.

Considero que existen muchos factores adversos, que deben ser claramente identificados, que afectan de manera negativa el aprendizaje de los estudiantes acerca de los temas evolutivos. Estos factores pueden encontrarse dentro de alguno de los siguientes aspectos a considerar:

- La filosofía educativa, objetivos generales y particulares de la Preparatoria Abierta de la SEP.
- La congruencia del perfil de egreso del estudiante de la materia de biología con los contenidos.
- La congruencia de los objetivos considerados del tema evolutivo en la materia de biología respecto a los contenidos del programa y del texto.
- Presentación, estructura y actualización de los contenidos del texto sobre el tema.
- La congruencia de los objetivos con las guías de autoevaluación editadas por la SEP y con los exámenes aplicados a los estudiantes (particularmente con las preguntas relacionadas con los temas evolutivos).
- La estructura y contenido de los instrumentos de evaluación de estos temas.
- La complejidad misma del tema de evolución.
- Las concepciones previas de los estudiantes al abordar los temas evolutivos en este subsistema.
- Todos los puntos anteriores en relación con lo que sería adecuado que los estudiantes del bachillerato conozcan sobre la evolución.
- El desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje en la asesoría de biología de los centros privados que ofrecen este servicio.
- Las estrategias y recursos didácticos utilizados por asesores y estudiantes.

- La disposición y capacidad de los estudiantes hacia el autodidactismo requerido en Preparatoria Abierta.
- La capacidad, experiencia, disposición y capacitación de los asesores para manejar las particularidades del subsistema.
- La relación de los centros de asesoría con los asesores y los estudiantes.
- La interrelación de la SEP y los centros de asesoría.

En consecuencia, establezco la tesis de que, debido a tales factores adversos, los estudiantes de la Preparatoria Abierta de la SEP y, en particular, los que asisten a los centros privados de asesoría, no están aprendiendo adecuadamente evolución. Queriendo decir con ello que no manejan una concepción científica de la evolución (acorde con la concepción validada por la comunidad científica actual) al concluir su asistencia a la asesoría de biología o al concluir la lectura del texto implementado para esta materia.

Así mismo, pondero la importancia de generar propuestas para mejorar la situación de aprendizaje de la evolución y de sugerir qué líneas de investigación debieran continuarse en este campo.

III. ANTECEDENTES

Se han realizado estudios generales previos a esta investigación sobre el sistema abierto de educación media superior, tal es el caso de los informes que la SEP realizó en la década de los ochenta, donde se detallan las características del sistema, su historia en el mundo y en México, y las características generales e información estadística de cada modalidad implementada en México.³¹ La Preparatoria Abierta de la SEP se encuentra incluida en tales informes.

Norman Mac Kenzie, *et al*³², en una obra publicada por la UNESCO, estudiaron las perspectivas, los problemas y los aspectos prácticos de la enseñanza abierta postsecundaria e incluyeron el modelo de la Preparatoria Abierta de la SEP como uno de los más importantes en Latinoamérica.

María del Socorro Luna³³ coordina para el Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE) una publicación que sirve como parte de un taller de capacitación de asesores de sistemas de educación abierta. Ahí se incluye un trabajo de José Luis Andrade³⁴, en el que realiza un análisis del sistema de educación abierta en el nivel medio superior de la Ciudad de México, donde contextualiza los factores que han contribuido a la expansión de la educación media superior, menciona los antecedentes de la educación abierta, expone los componentes básicos que caracterizan la operatividad de los sistemas de este tipo y resalta la importancia del papel del asesor y los materiales didácticos.

Se han desarrollado diversas investigaciones sobre la problemática del manejo del conocimiento sobre evolución en los sistemas educativos. La literatura mundial reporta, lo difícil que resulta el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema de la evolución por selección natural, y como esto se complica aún más debido a las abundantes concepciones no científicas, denominadas alternativas, con las que el estudiante se enfrenta a este tema. Tales concepciones alternativas son, efectivamente, todas aquellas que no tienen una correspondencia con el conocimiento científico actual sobre el tema. Su origen es multifactorial: en principio, la evolución biológica no es un tema sencillo; la forma como están redactados algunos libros de texto y las concepciones alternativas de los propios docentes ayudan a confundir más a los estudiantes; la información recibida por los medios de comunicación y la concepción determinista, finalista y antropocéntrica de la cultura judeocristiana predominante en occidente también forman parte de esta distorsión del conocimiento evolutivo.

³¹ SEP. 1983. *O. c.* p.p. 9-131.

³² Mac Kenzie, N., et al. 1979. *O. c.* p.p. 409-413.

³³ Luna, María del Socorro. (comp.) 1996. **El Diálogo Pedagógico.**

³⁴ Andrade, José Luis. 1992. **Hacia una caracterización de los sistemas de educación abierta. Análisis del Nivel Medio Superior en México.** En Luna, S. (comp.) 1996. *Op. cit.* p.p. 57-85.

Diversos investigadores de universidades españolas se han dedicado a estudiar tales problemáticas en el manejo del tema de la evolución y las concepciones alternativas (sobre todo lamarckianas –herencia de caracteres adquiridos-) en estudiantes de secundaria, educación media superior y superior, entre ellos, los que a continuación menciono.

Ramón Grau y Jordi de Manuel³⁵ escriben un artículo que se desarrolla alrededor de las dificultades más significativas que se dan cuando se enseña y se aprende la evolución biológica en secundaria. Algunas de estas dificultades se relacionan con la simplificación de los conceptos asociados al tema, el pensamiento causal, el pensamiento antropocéntrico o la influencia de los medios de comunicación y del lenguaje. Más adelante, proporcionan ejemplos, dirigidos a alumnos de secundaria, que permiten explorar ideas previas relacionadas con la evolución de los seres vivos. También presentan una secuencia de actividades que toma en cuenta las dificultades mencionadas.

Enrique Ayuso y Enrique Banet³⁶ justifican los vínculos que deben existir entre la enseñanza de la herencia biológica y la evolución de los seres vivos, mostrando cómo ciertas dificultades para comprender la teoría neodarwinista por parte de los estudiantes de secundaria pueden tener su origen en nociones poco adecuadas sobre algunos principios elementales de genética. También hacen referencia a algunos planteamientos educativos que pueden favorecer los aprendizajes en este ámbito de la biología.

María del Pilar Jiménez³⁷ presenta información de una investigación sobre las dificultades que tienen los alumnos de secundaria para aplicar el modelo darwinista de la evolución a ejemplos de cambio biológico. Además compara las ideas centrales del modelo darwinista con algunas ideas lamarckistas frecuentes entre el alumnado y propone actividades para el aula en distintos contextos para facilitar el aprendizaje de este tema que, reporta, resulta fascinante para los estudiantes.

Entre los estudios realizados en México, Guillén³⁸ publica un artículo en el que desarrolla las dificultades de la enseñanza de la biología en la secundaria y de los planes de estudios que la SEP ha diseñado en las últimas décadas para esta materia. Destina un breve capítulo sobre la dificultad en el manejo de los procesos evolutivos en la enseñanza de la biología en este nivel educativo. Reitera la idea de Dobzhansky³⁹ sobre como la teoría evolutiva es el concepto más global y unificador de los procesos biológicos (“Nada tiene sentido en biología si no es a la luz de la evolución”), y por ello, debe ser una de las primeras materias del estudio biológico. Esto de acuerdo con las ideas de David Ausubel⁴⁰, quien sugiere introducir los conocimientos con mayor poder de unificación en primer término. Debido a

³⁵ Grau, Ramón y Jordi de Manuel. 2002. “Enseñar y aprender evolución: una apasionante carrera de obstáculos”. **Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales**. 32: 56-64.

³⁶ Ayuso, Enrique y Enrique Banet. 2002. “Pienso más como Lamarck que como Darwin: comprender la herencia biológica para entender la evolución”. **Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales**. 32: 39-47.

³⁷ Jiménez, María del Pilar. 2002. “Aplicar la idea del cambio biológico: ¿por qué hemos perdido el olfato?”. **Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales**. 32: 48-55.

³⁸ Guillén, F. 1994. *O. c.* p.p. 247-262.

³⁹ Dobzhansky, T. 1973. *Op. cit.* Citado por Guillén, F. 1994. *O. c.* p. 253.

⁴⁰ Ausubel, D. 1984. **Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento**. Citado por Guillén, F. 1994. *O. c.* p. 253.

la complejidad en el tratamiento de los procesos evolutivos, Guillén considera necesario pensar en la manera de impartirlo más efectivamente, bajo la presentación de conceptos integrados de evolución y herencia, alejar la visión antropocéntrica en lo posible y desarrollar actividades con un componente significativo para el aprendizaje del tema.

Sánchez⁴¹ realiza una investigación en la que localiza las principales concepciones alternativas de los estudiantes mexicanos (de secundaria a licenciatura) y encuentra que el conocimiento darwiniano (científico) que ellos manejan es deficiente, evaluándolo con un promedio menor a 5 (escala de 0 a 10) en toda la educación escolar, con excepción de los estudiantes de los últimos semestres de la carrera de Biología (Facultad de Ciencias, UNAM). Esto lo atribuye a un gran número de factores como la falta de antecedentes académicos, la escasa preparación de los maestros y la influencia que el léxico común y los medios de comunicación tienen sobre el tema. Además, propone y aplica una metodología de enseñanza en el 6° semestre del CCH, basada en la idea de Posner *et al*⁴², quienes consideran que las concepciones alternativas de los estudiantes se pueden transformar en concepciones científicas a través de un cuestionamiento profundo de las primeras, que provoque una gran insatisfacción con los conocimientos previos, encontrando fructíferas y plausibles las nuevas concepciones apegadas a lo manejado por la ciencia contemporánea. Los resultados revelaron que a pesar de que los estudiantes logran aumentar su enfoque darwiniano con esta metodología diferente a la tradicional, parte de las concepciones alternativas suelen persistir pues parecen estar negativamente influidos por la enseñanza previa del tema.

María Cristina Hernández⁴³, por su parte, detecta que los momentos históricos de mayor dificultad y ulterior avance del darwinismo, coinciden con los momentos de mayor dificultad en el aprendizaje en el aula. Considera que, al parecer, la lógica del proceso de aprendizaje de los estudiantes es similar a la del proceso de la construcción de las teorías científicas. Por ello, plantea una propuesta de enseñanza que incorpore aspectos histórico-epistemológicos, disciplinarios y psicopedagógicos. A la par, también evalúa la transformación conceptual del tema evolutivo que los estudiantes muestran en diferentes momentos de la carrera de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, detectando la existencia de concepciones alternativas en el inicio de la carrera y que éstas se van transformando, significativamente a lo largo de la misma, a concepciones científicas.

El trabajo de Vicente Berovides⁴⁴ (Investigador de la Facultad de Biología de la Universidad de la Habana, Cuba) es otro ejemplo de la investigación de la problemática de la enseñanza de la biología evolutiva en la educación superior. Ahí reconoce la dificultad de escribir un libro de texto que abarque todos los aspectos de la información que actualmente se maneja sobre la biología evolutiva, además del problema para aquel que imparte dicho tema biológico. Plantea que el fenómeno evolutivo puede ser estudiado bajo tres aspectos distintos que se refieren a la demostración de que la evolución es un hecho, al establecimiento de las relaciones evolutivas entre grupos sistemáticos y al estudio de los

⁴¹ Sánchez, M. C. 2000. *O. c.*

⁴² Posner, G.J., et al. 1982. **Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change.** Citado por Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p.p. 26-32.

⁴³ Hernández, M. C. 2002. *O. c.*

⁴⁴ Berovides, V. 1993. *Op.cit.*

llamados “mecanismos”⁴⁵ evolutivos. Posteriormente desarrolla cada uno de estos aspectos del estudio de la biología evolutiva destacando los problemas para introducirlos en un solo curso y advirtiendo que sólo considera lo desarrollado en el artículo como lineamientos generales de lo que debe impartirse.

Respecto a investigaciones que se hayan realizado en sistemas abiertos de educación en el área biológica, en la búsqueda que realicé de Enero de 2003 a Julio de 2004, solamente encontré reportadas dos investigaciones⁴⁶: la de Emma Calderón y la de Lilia Delgado.

Calderón⁴⁷ implementó un cuestionario dirigido a la población inscrita al Sistema Nacional de Educación para Adultos con el fin de analizar el texto “Introducción a las Ciencias Naturales, 1er. Curso” (elaborado por la SEP para el sistema abierto de educación media). De ello, obtuvo información sobre el contenido del texto, sus actividades prácticas, autoexámenes y los elementos que causaban mayores problemas de aprendizaje; además de los datos de género, vivienda y trabajo de los autodidactas. Finalmente sugiere mejoras para el texto como explicaciones más amplias para los términos técnicos, actividades prácticas que logren reforzar la teoría y con material más accesible, y también el crear una mayor conciencia de la importancia de los círculos de estudio y del papel del asesor en ellos.

Delgado⁴⁸ realiza una evaluación del texto de la materia de Bioética de la Preparatoria Abierta de la SEP, desglosando cada uno de sus capítulos y refiriéndose a qué material no está debidamente ordenado, cuál necesita ser actualizado, y la importancia de incluir temas nacionales a ser abordados durante el curso. También implementa un cuestionario dirigido a los estudiantes de la materia de Bioética, de donde detecta qué material del texto les es más complicado y cuál les es más interesante.

Dentro de la revisión que he realizado, la investigación de Delgado es la única que trata, de alguna manera, el área biológica en el subsistema de la Preparatoria Abierta de la SEP y no he encontrado alguna otra referida propiamente a la materia de Biología.

⁴⁵ El término mecanismo se refiere al “conjunto de las partes de una máquina” en Real Academia Española, 2001. **Diccionario de la Lengua Española**. p. 1474. Aunque también se le identifica en la misma fuente con el término proceso, el término mecanismo es más afín a una concepción mecanicista de la naturaleza, que resulta rígida, artificial, inorgánica e inapropiada para una teoría como la evolutiva que involucra la interacción del cambio continuo del medio con la no direccionalidad de la variación en los organismos. Los seres vivos no son máquinas respondiendo a leyes mecánicas.

⁴⁶ Revisión realizada de Enero de 2003 a Julio de 2004 en los acervos de los catálogos bibliográficos en línea de la UNAM, IPN, CINVESTAV, UIA, El Colegio de México, UP, UAM-Xochimilco, ITESM y en la biblioteca de la Dirección General de Bachillerato de la SEP y la de la UNESCO en la Ciudad de México.

⁴⁷ Calderón, Emma. 1978. **Evaluación del Texto de Ciencias Naturales para la Enseñanza Abierta en el Ciclo de Educación Media**.

⁴⁸ Delgado, Lilia. 1988. **Evaluación del Texto de Bioética y Algunas Consideraciones sobre el Sistema Abierto de Educación Media Superior**.

IV. REFERENTES TEORICO-METODOLOGICOS

4.1 REFERENTES PEDAGOGICO-DIDACTICOS

Como ya se ha mencionado en la introducción (Capítulo I), la educación es el proceso dinámico de comunicación, integración y transmisión de cultura.

Deseo resaltar el carácter dinámico que debe tener el manejo del conocimiento en el proceso educativo, siempre cambiante, continuamente enriquecido con los avances científicos y tecnológicos, en una constante autoevaluación de objetivos y resultados, y siempre retroalimentado por todos los elementos participantes.

En la educación se conjugan fundamentalmente los procesos de enseñanza y de aprendizaje. El binomio de enseñanza - aprendizaje se inicia con el surgimiento del mismo hombre. El aprendizaje es entendido como el proceso de comprensión y estructuración de la realidad⁴⁹, y la enseñanza es el proceso para propiciar y facilitar que el aprendizaje se produzca.

Existe un contenido a enseñar y a aprender como un discurso concentrado y selectivo de un campo disciplinario en el que se involucran diversos aspectos epistémicos fundamentales. Entre los más importantes se encuentran la producción científica (teorías y métodos); la construcción de la disciplina misma; métodos, técnicas, estrategias y procedimientos; y criterios de selección que resultan de los consensos entre los expertos de dicha disciplina específica, involucrados en la elaboración del contenido.⁵⁰

⁴⁹ García, Julieta Valentina y María Alejandra Lastiri. "Propuesta Didáctica Centrada en Contenidos: Fundamentos y Recursos". En García, J. V. (comp.) 1998. **Conceptos Fundamentales de Currículum, Didáctica y Evaluación para Ciencias Políticas y Sociales**. p. 193.

⁵⁰ Campos y Gaspar. 1996. "Las condiciones inmediatas de la construcción de conocimiento en el aula". Citado por Hernández, M. C. 2000. *O. c.* p. 71.

“La representación formal del proceso de enseñanza – aprendizaje en una situación escolar se conoce como estructura didáctica”⁵¹:



Figura No. 1. Representación de la estructura didáctica en una situación escolar según Campos (1989)⁵².

A este esquema, Julieta Valentina García en 1993⁵³, incorpora tres momentos:

Planeación	Realización	Evaluación
------------	-------------	------------

⁵¹ García, J. V. y M. A. Lastiri. *Op. cit.* En García, J. V. (comp.) 1998. *Op. cit.* p. 196.

⁵² Referido por Hernández M. C. 2002. *O. c.* p. 70

⁵³ García, J. 1993. “Metodologías de la enseñanza en educación superior. Núcleo problemático: técnicas didácticas”. En García, J. V. (comp.) 1998. *O. c.* p. 235.

Y desprende tres ejes analíticos importantes⁵⁴:

1.- Eje Profesor-Contenido-Estrategias (Eje Enseñanza) .- El profesor, entendido como el profesional que maneja el contenido curricular, se aboca a la tarea de la enseñanza a partir de estrategias que implican el diseño, implementación y evaluación de acciones que faciliten y permitan al alumno operar con los contenidos al nivel, amplitud y modalidad marcados por los objetivos institucionales.

2.-Eje Alumno-Contenido-Objetivos (Eje Aprendizaje) .- El alumno, entendido como el sujeto cognoscente, se relacionará con el objeto cognoscible o contenido, delimitado y enfocado por los objetivos curriculares que determinan el nivel en que el alumno se apropiara de tal contenido.

3.-Eje Profesor-Contenido-Alumno (Eje Comunicación).- El Profesor es vigilante de la construcción del aprendizaje del alumno y le enseña a operar con los contenidos, estableciendo una relación directa de comunicación al aportar la información y los métodos que constituyen la estructura conceptual de los conocimientos de referencia, así como interpretarla y plantearla críticamente, con la respectiva retroalimentación aportada por el alumno.

Los tres momentos lógicos que enmarcan el proceso de enseñanza-aprendizaje, de acuerdo con García⁵⁵, son:

- La planeación.- Es un proyecto de trabajo en el que se contemplan todos los elementos involucrados en la estructura didáctica relacionándolos con la realidad histórico-social en que se encuentran.
- La realización.- Es la puesta en práctica del proyecto planeado.
- La evaluación.- Es un proceso con fundamentos teórico-conceptuales que plantea núcleos problemáticos, enfoques, procedimientos, técnicas e instrumentos, para la revisión y valoración de los alumnos, el profesor, los contenidos, los objetivos y las estrategias de enseñanza.

La estructura didáctica es considerada por García como un sistema abierto, con múltiples interacciones, en la que todos sus elementos se tensan entre sí y pueden lograrse los objetivos con múltiples estrategias.

⁵⁴ García, J. V. y M. A. Lastiri. *O. c.* En García, J. V. (comp.) 1998. *O. c.* p. p. 196-210.

⁵⁵ *Idem.* p. p. 202-203.

Eréndira Álvarez⁵⁶ hace una adecuación a la estructura didáctica mostrada anteriormente y la representa en la siguiente figura.

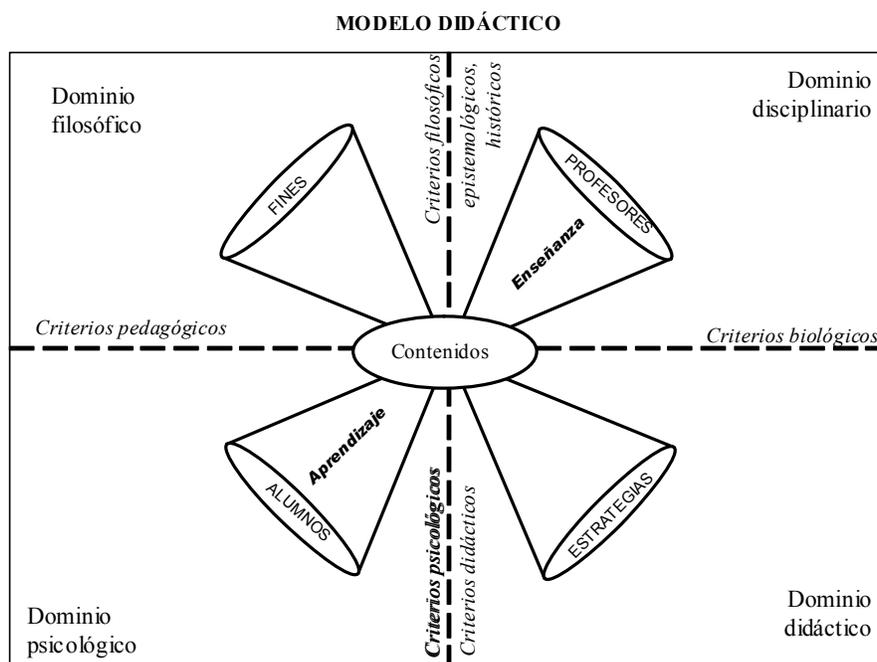


Figura No. 2. Adecuación a la representación de la estructura didáctica, realizada por Álvarez.

De la figura anterior, Álvarez resalta los siguientes aspectos:

- El esquema representa los elementos que intervienen en el proceso educativo institucional. La representación es una simplificación de un proceso complejo.
- La modificación básica al esquema original consiste en ubicar en un eje transversal a los sujetos del proceso didáctico (profesor-alumnos).
- Los objetivos y las estrategias son el otro eje transversal.
- Los contenidos se decodifican en dimensiones y niveles intelectuales, actitudinales y psicomotrices que ofrecen al alumno información, formación y habilidades a partir de una disciplina dada.

⁵⁶ Álvarez, Eréndira. 2001. **Propuesta Integral de Formación Docente para las Ciencias Biológicas del Bachillerato de la UNAM.** p. p. 73-74.

- Los conos representan áreas diferenciales, en las que es necesario hacer cortes para definir los contenidos. Para hacerlo, es necesario usar criterios biológicos, epistemológicos, filosóficos, históricos, pedagógicos, psicológicos y didácticos. Los límites entre unos y otros están marcados con líneas punteadas porque son permeables, se traslapan y complementan.

La presente investigación tomará al aprendizaje como eje central de análisis, sin olvidar que está en interacción dinámica con todos los elementos del modelo didáctico.

El aprendizaje se manifiesta como un proceso formativo ya que configura el comportamiento y formación del estudiante como individuo y sujeto social. En el sistema escolarizado el alumno interactúa con otros compañeros y recibe una orientación regulatoria por parte del maestro que le ayuda a ubicar su individualidad y al mismo tiempo su participación como sujeto social. En el sistema abierto, la situación más cercana a ello ocurre en los cursos de asesoría que ofrecen algunas escuelas privadas para preparar a los estudiantes a presentar sus exámenes frente a la SEP (secundaria o preparatoria); de otra manera, el aprendizaje se supone en solitario y aunque considera, de cualquier manera, un proceso formativo, éste se elabora aislado de la interacción propia con otros sujetos.

El sistema abierto ha sido un modelo educativo originalmente concebido para aprovechar la capacidad del adulto de aprender por sí mismo y es la SEP una de las instituciones que inicialmente implementa esto en México a nivel primaria, secundaria y preparatoria, para cubrir necesidades de ciertos sectores de la población en esta dirección.⁵⁷

Esta modalidad educativa no escolarizada propicia el estudio autodirigido, ofrece al usuario la posibilidad de estudiar en el tiempo y ritmo que mejor le convenga y no establece restricciones temporales ni de orden para cursar las materias que conforman el plan de estudios.⁵⁸

Sea dirigido a una población en sistema escolarizado o en sistema abierto y/o a distancia, en la historia reciente de la educación se han desarrollado e implementado, entre otras corrientes teóricas, el conductismo y el constructivismo.

El conductismo denota al aprendizaje como resultado de la asociación que se produce por la intervención del refuerzo estímulo-respuesta. En esta lógica, aprender es lograr cambios observables y medibles de la conducta. El currículo se establece como un plan de instrucción cerrado, obligatorio e igual para todo el que aprende. Debe cumplirse con el programa total. La evaluación se centra en la medición de resultados, como productos medibles y cuantificables. El rol del docente es protagónico, él es el que “entrega” el saber conduciendo, guiando e instruyendo. El rol del alumno es pasivo de mero receptor o

⁵⁷ SEP-CIIEAD. 1992b. **La Educación Abierta y a Distancia en México.** p. p. 13-14.

⁵⁸ SEP. 2000c. **Perfil de la Educación en México.** p. 47.

reproductor de los saberes culturales; una caja negra biológica pasiva que responde a estímulos. Sus principales autores son Watson, Pavlov y Skinner.⁵⁹

Aunque es un modelo originado a mediados del siglo XX, aún ahora, en la enseñanza de las asignaturas curriculares en el bachillerato, sigue predominando esta modalidad descriptiva y factual: el estudiante básicamente tiene que memorizar de manera inconexa definiciones, principios, nombres, fechas, lugares, pasos de procedimientos, etc.; con una visión reduccionista y fragmentada de las ciencias y las humanidades⁶⁰. Esto propicia lo que Ausubel designaría como una situación de aprendizaje receptivo-repetitiva, carente de significado y poco motivante para el alumno, aunado al desinterés, por parte de las instituciones y los docentes, de tomar en cuenta los procesos de construcción del conocimiento y de las ideas y experiencias previas de los estudiantes⁶¹.

Por su parte, el constructivismo se alimenta de las aportaciones de diversas corrientes psicológicas asociadas en general a la psicología cognoscitiva. Entre las más importantes se encuentran: el enfoque psicogenético piagetiano, la teoría de los esquemas cognoscitivos de Bruner, la psicología sociocultural vygotskyana y la teoría ausubeliana de la asimilación y el aprendizaje significativo.⁶²

Para esta corriente, el aprendizaje es resultado de un proceso de construcción y reconstrucción de significados. Es un modelo aplicado a fines del siglo XX. Aprender es lograr modificar y enriquecer esquemas de pensamientos preexistentes. El currículo es visto como proceso y solución de problemas: abierto, flexible y sujeto a investigación permanente. La enseñanza se encuentra subordinada al aprendizaje. La evaluación se manifiesta como permanente de los procesos. El rol del docente es de facilitador, orientador e intermediario en el proceso, compartiendo el saber. El rol del alumno es de un activo constructor de su propio aprendizaje, partiendo del conocimiento previo que posee.⁶³

Profundizando aún más en el rol del estudiante, en esta corriente se pretende conducirlo a un funcionamiento intelectual reflexivo, flexible y objetivo, para que sea capaz de aprender significativamente contenidos curriculares propios de las ciencias naturales y sociales, y que le convierta en un pensador crítico y creativo⁶⁴.

⁵⁹ Cordiviola, Gabriel. (responsable). (Activo en Febrero de 2004). **Aula Virtual: Teorías del Aprendizaje**. Página web.

⁶⁰ Díaz Barriga, Frida e Irene Muria. 1996. "El desarrollo de habilidades cognitivas para promover el estudio independiente". En Avila, Patricia y Cesáreo Morales. (coord.) 1996. **Estudio Independiente**. p. p. 87-92.

⁶¹ Ausubel, D. 1976. **Psicología Educativa**. Citado por Díaz Barriga, F. e I. Muria. 1996. *Op. cit.* En Avila, P. y C. Morales. (coord.) 1996. *Op. cit.* p. p. 87-88.

⁶² Díaz Barriga, F. e I. Muria. 1996. *O. c.* En Avila, P. y C. Morales. (coord.) 1996. *O. c.* p. 91.

⁶³ Cordiviola, G. (responsable). (Activo en Febrero de 2004). *Op. cit.*

⁶⁴ Díaz Barriga, F. e I. Muria. 1996. *O. c.* En Avila, P. y C. Morales. (coord.) 1996. *Op. cit.* p. 89.

Para ello, la concepción constructivista se organiza dando prioridad a tres ideas fundamentales⁶⁵:

1) El alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje.

2) La actividad mental constructiva del estudiante se aplica a contenidos que poseen ya un grado considerable de elaboración y más bien reconstruye un conocimiento preexistente. Es decir, la construcción de significados nuevos implica un cambio en los esquemas de conocimiento que poseen previamente los estudiantes, introduciendo nuevos elementos o estableciendo nuevas relaciones entre dichos elementos.

3) La función del docente es engarzar los procesos de construcción del estudiante con el saber colectivo culturalmente organizado (en particular el científico), creando condiciones óptimas para que el alumno despliegue una actividad mental constructiva, al orientar y guiar explícita y deliberadamente dicha actividad.

Ausubel, en su “Teoría del aprendizaje significativo”, hace hincapié en la importancia del conocimiento preexistente: “Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente”.⁶⁶ El aprendizaje significativo consiste propiamente en un proceso continuado de inclusión, es decir, de crecimiento, elaboración y modificación de los conceptos previos debido a la adición de nuevos conceptos. Esta teoría ha tenido una gran influencia en la enseñanza de las ciencias. Sus conceptos de diferenciación progresiva y de reconciliación integradora resultan especialmente relevantes para el aprendizaje de las ciencias. La diferenciación progresiva es la capacidad que va desarrollando el estudiante para diferenciar conceptos que originalmente le parecían confusos e iguales. En la reconciliación integradora, el estudiante puede notar que algunos conceptos, aparentemente sin relación entre sí, están realmente ligados.⁶⁷

Acerca de los conocimientos previos de los estudiantes, Pozo⁶⁸ considera que existen dos posturas basadas en el tipo de organización que les atribuyen. Para algunos autores, se trata de concepciones o ideas que presentan poca conexión entre sí por lo que pueden ser estudiadas y modificadas con cierta independencia unas de otras. Otros autores suponen que las ideas de los alumnos están organizadas en forma consistente dentro de teorías implícitas o personales. Ambas posturas tienen en común el que las ideas alternativas (entendidas como aquellas de origen contextual, motivadas por sus creencias, origen cultural, etc.) presentan características claramente diferenciadas de las teorías científicas. El

⁶⁵ Coll, C. 1990. “Un marco de referencia psicológico para la educación escolar: la concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza”. Citado por Díaz Barriga, F. e I. Muria. 1996. *O. c.* En Avila, P. y C. Morales. (coord.) 1996. *O. c.* p. p. 92-93.

⁶⁶ Ausubel, D. **Teoría del aprendizaje significativo**. (Activo en Febrero de 2004). Página web.

⁶⁷ Campanario, Juan Miguel. 2002. (Activo en Febrero de 2004). **¿Por qué la Teoría de Ausubel del Aprendizaje Significativo tiene tanta Influencia en la Enseñanza de las Ciencias?** Página web.

⁶⁸ Pozo, J. 1997. “El cambio sobre el cambio: hacia una nueva concepción del cambio conceptual en la construcción del conocimiento científico”. Citado por Hernández, C. 2002. *O. c.* p. p. 77-78.

primer enfoque ha dominado la investigación didáctica y el segundo ha prevalecido en la investigación psicológica. De cualquier manera existe consenso entre los autores constructivistas, al señalar que la consistencia implícita de las ideas alternativas será menor que la que exhiben las teorías científicas, debido a que las categorías que surgen de las teorías personales (análisis personal de lo real) son muy locales, mientras que las teorías científicas están conformadas por una relación entre conceptos que forma un sistema altamente consistente.⁶⁹ A pesar de ello, en la práctica se sabe que existe una alta resistencia al cambio de las concepciones alternativas por parte de los estudiantes.

Los sistemas educativos abiertos, por su misma naturaleza original autodidacta, se encuentran más afines a la concepción constructivista de la educación, pues ésta resalta la importancia de los procesos de autoestructuración del conocimiento (el estudiante es responsable de su propio aprendizaje conduciendo una serie de procesos de reestructuración y reconstrucción que le permiten pasar de estados de menor a mayor conocimiento).

Uno de los planteamientos recientes dirigidos hacia los sistemas abiertos es el denominado “estudio independiente”, que puede ser considerado como un proceso dirigido hacia el autocontrol y la autoevaluación, y como una actividad orientada hacia la formación independiente de habilidades intelectuales para la construcción ininterrumpida de conocimiento y su aprendizaje, al asumir los elementos presentes en dicho proceso y las variables que intervienen en el quehacer académico de los sujetos a quienes se dirige esta propuesta educativa.⁷⁰

Aunque la concepción de un aprendizaje independiente como lo maneja el sistema abierto implica un proceso originalmente en solitario, el papel del docente como facilitador del aprendizaje colaborando en un proceso exploratorio guiado para enlazar el nuevo conocimiento al preexistente en el estudiante, resulta de evidente importancia, y es en el denominado asesor en el que recae este papel.

Mientras la SEP misma ha definido al asesor como “aquella persona capacitada para manejar los materiales didácticos elaborados a este efecto, debiéndose cubrir el aspecto motivador y el de guía capaz de orientar al alumno en las dudas que surjan durante el estudio”⁷¹, una acepción más amplia, llevaría al concepto de “facilitador-guía que se considera parte activa y vehículo de confrontación de procesos y conocimientos, dispuesto a plantear estrategias para el desarrollo de habilidades cognitivas, ayudando al estudiante a adoptar una posición de aprendizaje activo que le lleve a una continua búsqueda de preguntas y planteamiento de problemas, más que a una posición de resolver problemas y dar respuestas a preguntas”⁷².

⁶⁹ Hernández, C. 2002. *O. c.* p. 78.

⁷⁰ ILCE. 1995. **Taller de Estudio Independiente**. Citado por De los Santos, Eliézer. 1996. “El estudio Independiente: Consideraciones Básicas”. En Avila, P. y C. Morales. (coord.) 1996. *O. c.* p. 11.

⁷¹ SEP. 1981. *Op. cit.* p.p. 18-19.

⁷² Avila, P. 1992. “Relación asesor-alumno como proceso conformador del autodidactismo”. En SEP-CHIEAD. 1992a. **Anuario de Actividades 1991-1992**. p. 66.

Por otro lado, el constructivismo también resalta la importancia de la actividad y el contexto donde ocurre el aprendizaje escolar, referidos estos aspectos principalmente a los contenidos, interacción social e interacción emotiva del estudiante. Justo los centros privados de asesoría se encontrarían, en teoría, respondiendo a esta necesidad de reforzar un estudio independiente dentro de un contexto equivalente al escolar pero con sus claras especificaciones hacia un sistema abierto y ofreciendo asesores que intervengan, como ya se mencionó, de facilitadores en el proceso constructivo del conocimiento.

Aunque existen diversas concepciones de los Sistemas de Enseñanza Abierta, actualmente suelen coincidir en la importancia de los materiales didácticos como factores de apoyo al desarrollo del autodidactismo, en los que la estructura y presentación de los contenidos curriculares tienden a facilitar el proceso de aprendizaje del alumno.⁷³

Algunos de los materiales didácticos más recomendados para esta línea educativa son⁷⁴:

A) Los materiales impresos, como textos específicamente redactados, libros ya publicados, juegos de gráficos y fotografías, lectura dirigida con recursos de las bibliotecas, e instrucciones para el empleo de juegos de material científico.

B) Materiales audiovisuales, como diapositivas y películas.

C) Actividades prácticas, como la utilización de juegos de material científico, trabajos dirigidos en laboratorios locales, actividades de investigación y “prácticas de campo” en la propia localidad del estudiante.

Cada medio didáctico tiene sus puntos débiles y fuertes, y no hay una combinación uniforme o ideal. El éxito del proceso de enseñanza-aprendizaje no estriba en la utilización de uno de esos medios didácticos o de todos ellos, sino en el grado de integración logrado y en la relación orgánica entre la preparación del contenido de los cursos y la de los métodos didácticos correspondientes a cada uno de ellos.⁷⁵

De hecho, aunque los materiales didácticos presentan una estructura que debe facilitar un primer acercamiento a los contenidos curriculares, esto no implica necesariamente la asimilación de los mismos por parte del alumno. No todos los estudiantes poseen técnicas autónomas de estudio, requiriendo más que una estructura accesible y atractiva de presentación de contenidos en los materiales escritos y audiovisuales; necesitan exteriorizar dudas, conocer otros puntos de vista, evidenciar o aceptar diferentes conceptualizaciones, acceder a resultados con procedimientos distintos al suyo, etc. Muchas veces ni las técnicas autodidactas ni la estructura de los materiales pueden garantizar un aprendizaje significativo y es en la interrelación asesor-alumno, o alumno-asesor, donde hay mayores posibilidades de alcanzarlo.⁷⁶

El asesor, al manejar el material didáctico, debe establecer relaciones con el estudiante que faciliten definir y proponer procedimientos de adquisición de conocimiento desarrollando habilidades para la transferencia de dicho conocimiento; basándose para ello en el dominio

⁷³ *Idem.* p. 63

⁷⁴ Mac Kenzie, N. *et. al.* 1979. *O. c.* p. 66

⁷⁵ *Idem.* p. 67.

⁷⁶ Avila, P. 1992. *O. c.* En SEP-CIEAD. 1992a. *Op. cit.* p. 64.

de su asignatura, la identificación del conocimiento previo del estudiante y de las características del sistema, y que no quede limitada esta actividad a únicamente la preparación del estudiante para salir adelante al presentar un examen oficial.⁷⁷

Es preciso no trasladar los esquemas pedagógicos tradicionales al sistema abierto de educación puesto que la asesoría se da en tiempo y espacio diferentes exigiendo establecer relaciones interpersonales directas y, por tanto, el enfoque de cómo guiar los procesos psicopedagógicos de enseñanza y aprendizaje y comunicacionales debe modificarse.⁷⁸

Un modelo como respuesta para el mejor desempeño en el aprendizaje de los estudiantes en sistemas abiertos lo constituye el “Aprendizaje Estratégico”⁷⁹. Consiste en una serie de estrategias para favorecer el modelamiento directo de las habilidades académico-intelectuales del estudiante, en particular de la “porción flexible” del sistema cognitivo (la parte penetrable entendida como la modificable y que puede ser enseñada y aprendida) buscando el desarrollo en el manejo de los conocimientos, la pericia en las habilidades académico-cognitivas y la autonomía como aprendiz, pretendiendo facilitar el tipo de procesamiento que optimiza el aprendizaje con significado.

Estas estrategias de aprendizaje son de cuatro tipos⁸⁰:

A) De adquisición de información. Se involucran procesos psicológicos que comprometen diversos niveles de procesamiento de la información como el de discriminación, el de generalización, el de la igualación a la muestra y el de construcción de nuevas variables.

B) Del manejo y administración de recursos de la memoria. Son actividades que le permiten al estudiante preactivar, reactivar y mantener activada la información necesaria, para operar sobre ella y aplicarla en el momento y condiciones adecuadas.

C) De autorregulación. Se requiere que el estudiante evalúe, planifique y regule lo que aprende, como lo aprende y para qué lo aprende.

D) De organización de lo leído y de la lectura creativa. Están relacionadas con acciones encaminadas a transformar la información en una estructura que implica integración en un todo coherente significativo, que le permita al estudiante solucionar un problema nuevo, de una manera original y novedosa.

Para la implementación de estas estrategias de aprendizaje se han considerado los siguientes componentes: a) El desarrollo de las habilidades para representar el mundo, modeladas por la experiencia. b) El procesamiento de la información que se está aprendiendo (componente intencional-atencional). c) La consideración del componente

⁷⁷ *Idem.* p. 63.

⁷⁸ *Idem.* p. 64.

⁷⁹ Castañeda, Sandra y O. López. 1988. “Modelamiento del alumno y control del proceso de aprendizaje.” Citado por Castañeda, S. 1996. “Aplicaciones del aprendizaje y la enseñanza estratégicos al estudio independiente”. En Avila, P. y C. Morales (coord.) 1996. *O. c.* p. p. 107-111.

⁸⁰ Castañeda, S. 1996. *Op. cit.* En Avila, P. y C. Morales (coord.) 1996. *O. c.* p. p. 110-115.

contextual, relacionado con características de las instrucciones, de la tarea y del contenido. Aquí se consideran, las instrucciones generativas (qué y cómo atender el material) las tareas orientadoras (diseñadas en congruencia a la estructura del material y de las habilidades requeridas para manejarlo) y los puentes de contenido (que unen lo ya conocido por el estudiante con la nueva información).

A partir de este modelo de “Aprendizaje Estratégico” se generaron dos innovaciones educativas que le refuerzan: El programa “Aprendiendo a Aprender”⁸¹, dirigido a los estudiantes, con el fin de que logren su mayor desarrollo autodidacta, y el programa de “Enseñanza Estratégica”⁸², dirigido a los docentes, para orientarlos en su tarea de facilitadores y propiciadores del estudio independiente.

⁸¹ Castañeda, S. y O. López. 1989. “La psicología del aprendizaje escolar”. Citado por Castañeda, S. 1996. *O. c.* En avila, P. y C. Morales (coord.) 1996. *O. c.* p. 118.

⁸² Castañeda, S. *et. al.* 1994. “Enseñanza estratégica: Una alternativa tecnológica para la enseñanza estratégica. Citado por Castañeda, S. 1996. *O. c.* En avila, P. y C. Morales (coord.) 1996. *O. c.* p. 118.

4.2 REFERENTES DISCIPLINARIOS

4.2.1 REFERENTES DISCIPLINARIOS GENERALES.

Del universo que abarca la biología, como ciencia que estudia a los seres vivos, la evolución es un tema que la integra y sintetiza. La evolución o también llamada biología evolutiva, se encarga del estudio de los cambios que han ocurrido, y siguen ocurriendo, en los seres vivos a través del tiempo, sus causas y efectos. La biología molecular, la genética, la paleontología, la biogeografía, la bioquímica, la biología celular, la anatomía, la embriología y la fisiología son sólo algunas de las áreas involucradas con la biología evolutiva.

La idea de que los seres vivos se transforman en el tiempo no existió siempre. La visión bíblica de la creación por un ser supremo y en un solo momento, dominó por un gran período de tiempo. El fijismo atribuía que cada ser vivo ocupaba un sitio específico en la naturaleza y era inamovible, por lo que la idea de la transformación no era posible.

A finales del siglo XVIII se comienza a transformar esta visión al considerarse las ideas de cambio a través de largos períodos de tiempo tanto en la tierra como en los seres vivos. Pero es hasta 1809 que se publica la primera teoría basada en leyes naturales (sin la intervención de milagros) para explicar este cambio: la teoría transformista de Jean Baptiste Lamarck, en su libro titulado “Filosofía Zoológica”.

En esta obra, Lamarck reconoce a los fósiles como pruebas de cambios en la tierra y en los organismos, y sostiene que existe una ley de la naturaleza para producir seres cada vez más complejos, mientras que el ambiente sufre cambios y con ello “desvía” ese poder y finalidad de la naturaleza. Los organismos tenderán, debido a las leyes naturales, a desarrollar una mayor complejidad pero, a la par, sufrirán cambios adaptativos debidos a los cambios que sufre el ambiente en donde habitan.

El mecanismo de transformación que puede sintetizarse como sigue: grandes cambios constantes y duraderos en las circunstancias donde habitan los seres vivos producen grandes cambios en las necesidades de los organismos que conducen a cambios en sus hábitos. Si estas nuevas costumbres implican la falta de uso de un órgano, éste se empobrece y termina por desaparecer. Contrario a ello, los nuevos hábitos provocan el uso frecuente de un órgano, éste aumenta en facultades y desarrollo (ley del uso y desuso). Estos cambios adquiridos durante la vida del organismo se transmiten a la descendencia si la nueva característica es común a ambos progenitores (ley de la herencia de caracteres adquiridos).⁸³

⁸³ Lamarck, Jean Baptiste. 1989. **Filosofía Zoológica.** p. p. 85-206.

Aunque las ideas de Lamarck eran compartidas por algunos científicos, la teoría no tuvo mucha aceptación, sin embargo, dejó el precedente de ser la primera teoría evolutiva científica. La gran importancia de la teoría de Lamarck es que rompe con el paradigma fijista que prevalecía y se inicia el establecimiento del paradigma transformista.

La teoría evolutiva moderna tiene su inicio con la publicación de “El Origen de las Especies” de Charles Darwin en 1859. Las ideas fundamentales de Darwin en su teoría son: entre los seres orgánicos en estado de naturaleza existe alguna variabilidad individual, y existe un proceso, la selección natural, que orienta la transformación a través del tiempo al seleccionar las variantes más provechosas para los individuos de una especie, en sus relaciones infinitamente complejas con otros seres orgánicos y con sus condiciones de vida continuamente cambiantes; los organismos que poseen estas variantes sobrevivirán y serán capaces de heredarlas a su descendencia.⁸⁴

Otras de las diversas ideas manejadas por Darwin en esta obra son las siguientes⁸⁵:

- 1) Toda variación que no es hereditaria carece de importancia evolutiva.
- 2) Las leyes que rigen la herencia le son desconocidas.
- 3) Reconoce que ignora la causa de las variaciones. Pero admite la importancia de la variabilidad espontánea.
- 4) Considera que el cambio de costumbres y el uso y desuso de órganos tienen un efecto hereditario en la transformación de los organismos pero con efectos menores que otros procesos. Pero admite que algunas estructuras que poseen los organismos no tienen ninguna utilidad.
- 5) La selección artificial hecha por el hombre en las especies domésticas y que ha generado la producción de variedades antes inexistentes, le sirve para mostrar como actúa la selección natural.
- 6) Incluye la expresión “supervivencia de los más aptos” como igualmente conveniente a la de “selección natural”.
- 7) Usa la expresión “lucha por la existencia” en un sentido amplio y metafórico que incluye la vida del individuo y el éxito al dejar descendencia.
- 8) La selección natural no produce la variabilidad, solo conserva las variaciones que surgen y son beneficiosas al ser en sus condiciones de vida.

⁸⁴ Darwin, Charles. 1980. **El Origen de las Especies**. p. p. 62-480.

⁸⁵ *Ibidem*.

- 9) La selección natural ha sido el principal, pero no el exclusivo proceso participante.
- 10) La selección natural obra con extrema lentitud y los cambios en los organismos a través del tiempo son graduales. Como la selección natural obra únicamente por la acumulación de variaciones leves, sucesivas y favorables, no puede producir modificaciones grandes o súbitas.
- 11) La naturaleza no es una personificación, sino la acción conjunta y el producto de muchas leyes naturales.
- 12) Los cambios terrestres en las áreas continentales y oceánicas son circunstancias que producen aislamiento geográfico y en conjunción con la selección natural dan origen a nuevas especies. Cuando no hay barreras físicas, la misma divergencia en la transformación de los organismos a través del tiempo origina tales diferencias en la variabilidad seleccionada que separa y conforma a dos o más especies a partir de una, o a una nueva a partir de una predecesora.
- 13) La extinción de especies se debe a la acción de selección natural a través del tiempo sobre los organismos que poseen características desfavorables y que “perdieron” al entrar en competencia con otras especies. Una especie progenitora podría extinguirse al entrar en competencia con la especie descendiente de ella.
- 14) Explica que, debida a la extrema imperfección del archivo geológico, no se conocen todas las gradaciones posibles de transición entre los organismos más sencillos y los más “perfectos”.
- 15) Al final de la obra, Darwin escribe: “Hay grandeza en esta concepción de que la vida, con sus diferentes facultades, fue originalmente alentada por el Creador en unas cuantas formas o en una sola, y que se han ido desarrollando a través del tiempo, a partir de un comienzo tan sencillo, infinidad de formas cada vez más bellas y maravillosas”

La publicación de “El Origen de las Especies” causó grandes controversias a nivel científico, político y religioso. El libro fue ampliamente leído y se entablaron acaloradas discusiones en torno a él, defendiendo o negando las ideas de Darwin.

La mayor dificultad que presentaba la teoría darwinista era la falta de una explicación clara de la herencia y su participación en la preservación de las variaciones sobre las que actuaba la selección natural.

En 1900, Hugo de Vries, Carl Correns y Erich Tchetmark, publican de manera simultánea trabajos que versan sobre la investigación que había realizado Gregor Mendel sobre la

herencia 35 años antes. Mendel demostró que los caracteres parentales no se mezclan diluyendo los caracteres progenitores (como se creía hasta ese momento) sino que se transmiten sin cambio a las generaciones siguientes en un efecto de dominancia-recesividad. La herencia se transmite en unidades discretas que son disociables y combinables de manera matemáticamente predecible.⁸⁶

La síntesis de los pensamientos de Darwin y Mendel es desarrollada por diversos investigadores, pero es hasta 1937 con la publicación de “Genética y el origen de las especies” que Dobzhansky, su autor, formula de manera clara lo que se conoce actualmente como la teoría sintética de la evolución, pues combina efectivamente la selección natural darwiniana y la genética mendeliana. Otros 4 autores pueden ser considerados, junto con Dobzhansky, quienes elaboraron de manera más desarrollada y detallada la teoría sintética: Ernst Mayr en 1942 publica “Sistemática y el Origen de las Especies”, Julian Huxley también en 1942 publica “Evolución: la Síntesis Moderna”, Georges Simpson en 1944 da a conocer “Tiempo y Modo en Evolución” y, por último, George Stebbins publica en 1950 “Variación y Evolución en Plantas”.⁸⁷

En 1947, Dobzhansky, Mayr y Simpson, junto con otros evolucionistas, organizaron un congreso en Princeton, donde se logró un acuerdo general entre los planteamientos de las diferentes disciplinas biológicas y así establecerse propiamente el surgimiento, en consenso de la comunidad científica, de la teoría sintética, también conocida como la teoría moderna de la evolución.

Los postulados esenciales de esta teoría son⁸⁸:

- i) La evolución es gradual.
- ii) Comprende dos procesos fundamentales: uno aleatorio, la producción de la variación, y otro determinístico, la selección natural adaptadora.
- iii) La evolución presenta una naturaleza dual: adaptación en el interior de la especie y diversificación en todos los niveles taxonómicos a partir del proceso de especiación.

A continuación haré mención de otras ideas y conceptos que hacen más comprensible y claro lo que esta teoría moderna comprende, basándome en Rosaura Ruiz y Francisco Ayala⁸⁹, y en Berovides⁹⁰.

La adaptación es el conjunto de cualidades que poseen los organismos en estructuras, funciones, desarrollo y conducta que les permiten mantenerse vivos y en posibilidad

⁸⁶ Ruiz, Rosaura. y Francisco Ayala. 2002. **De Darwin al DNA y el Origen de la Humanidad: La Evolución y sus Polémicas.** p. 106.

⁸⁷ *Idem.* p. p. 124-125.

⁸⁸ *Idem.* p. 126.

⁸⁹ *Idem.* p. p. 106-147.

⁹⁰ Berovides, A. 1993. *O. c.* p. p. 79-86.

reproductiva en el medio que habitan (o que, al menos, no se los impide). La adaptación también puede considerarse como el proceso histórico que origina dichas cualidades. Este concepto debe diferenciarse del de la adecuación que representa la eficacia reproductiva, la capacidad que tienen los organismos de dejar descendencia. A nivel genético, un alelo es más adecuado que otro cuando gana en representación proporcional respecto a otros alelos en una población.

El origen de la variación genética se debe principalmente a la mutación y a la recombinación. La mutación es el cambio producido de manera azarosa en el material genético de los individuos; la mayoría de las mutaciones producen efectos nocivos a quienes las presentan pero existen algunas que proveen de ventajas adaptativas a quienes le poseen. La recombinación es un proceso en el que se involucran la formación de los gametos y su unión en la fecundación. En la formación de los gametos, los alelos (variantes que existen para cada carácter en el genotipo) de un carácter se segregan y combinan de manera independiente a los de otro carácter generando una estructura genotípica en el gameto diferente a la combinación genotípica que posee el individuo; esto implica que, en la fecundación, el gameto masculino lleve una estructura genotípica que provee de un fenotipo probable diferente al del padre, y se una a la estructura genotípica del gameto femenino que a su vez contiene una posibilidad fenotípica diferente de la estructura original de la madre; esto produce una nueva combinación genética única en el hijo.

La selección natural es el proceso de reproducción diferencial de variantes genéticas alternativas como respuesta a las presiones del ambiente, lo que genera un cambio en la composición genética de las poblaciones.

Una población mendeliana (también mencionada por algunos autores como concepto de especie) es “una comunidad reproductiva de individuos que comparten un acervo genético común y que se encuentran reproductivamente separados de otras poblaciones, pues están fisiológicamente impedidos para cruzarse”⁹¹. El genotipo de una población está en función de la constitución genética de los componentes individuales. Las reglas que gobiernan la estructura genética de una población son diferentes de las que rigen la genética de los individuos. Desde esta perspectiva la evolución puede definirse como cambio en la composición genética de las poblaciones. Los cambios en la composición genética tienen lugar en un sistema ecológico en permanente cambio. Por selección natural, permanecen los organismos que poseen las variaciones genéticas que les permiten sobrevivir a los cambios del ambiente y mueren los que no las poseen. Así, las poblaciones están compuestas por los organismos que permanecen por selección natural.

La deriva genética y la migración son generadores de variabilidad en la estructura de una población. La deriva genética es el cambio azaroso en la frecuencia de los alelos en las poblaciones. La migración es el movimiento geográfico que llevan a cabo los individuos de algunas poblaciones, y su efecto es que, al trasladarse, el intercambio de individuos o gametos entre poblaciones conlleva obligatoriamente el intercambio de genes, provocando una mayor variabilidad en el nuevo sitio ocupado.

⁹¹ Dobzhansky, T. 1937. **Genetics and the Origin of Species**. Citado por Ruiz, R. y F. J. Ayala. 2002. *Op. cit.* p. 128.

Existen “mecanismos de aislamiento reproductivo” que impiden la hibridación entre especies y que, con ayuda de la divergencia genotípica y fenotípica que van presentando algunas poblaciones, y la acción de la selección natural, provocan la formación de nuevas especies. Estos “mecanismos” se han subdividido en: a) precigóticos (los que evitan la fecundación o formación de un cigoto) como el aislamiento por ocupación de hábitat distinto, aislamiento estacional o temporal, aislamiento etológico, entre otros; y b) postcigóticos (impiden el desarrollo del embrión o su viabilidad) como mortalidad cigótica, inviabilidad del producto y esterilidad del híbrido.

Otro tipo de “mecanismo de aislamiento” es el geográfico (por barreras geográficas).

El término de especiación se refiere a la multiplicación de especies y el término de evolución filética se refiere a la transformación de una especie en otra sin aumento en el número de especies. Ambos se reconocen como modos de evolución. La especiación por aislamiento reproductivo se llama simpátrica y a la especiación por aislamiento geográfico se llama alopátrica. Otros tipos de especiación considerados son: la especiación peripátrica, en la que una pequeña parte de la población invade un nuevo territorio y las nuevas presiones del ambiente a las que se expone le aíslan de otras poblaciones; y la especiación estasipátrica, en la que una parte de la población sufre una mutación cromosómica que inicia el proceso de separación de la especie original.

Se establece el término de microevolución para los cambios dentro de la especie y el de macroevolución para los cambios en categorías arriba de género. La distinción entre ambas es simplemente una cuestión de escala. Algunos científicos consideran que la macroevolución es resultado de la acumulación gradual de microvariaciones.

En el registro fósil se observan tasas evolutivas o muy lentas (braditélicas), o muy rápidas (taquitélicas), o en tiempos estándar para el grupo considerado (horotélicas).

Existen diferentes teorías que han sido planteadas por grupos de biólogos que difieren en algunos fundamentos de la teoría sintética. Entre ellas se pueden mencionar⁹²:

- 1) La teoría neutralista. Muchos de los cambios que ocurren en el DNA y las proteínas son adaptativamente neutrales (mutaciones neutrales) que ni mejoran, ni empeoran el funcionamiento del organismo. Así, a nivel molecular, la situación actual es resultado de la permanencia de las mutaciones neutras y no de la acción de la selección natural favoreciendo a mutaciones positivas. También la deriva genética se considera más importante en la evolución molecular que la selección natural.
- 2) La teoría del equilibrio puntuado. La Evolución ocurre en dos etapas: Una rápida, al surgir la nueva especie, en la que ocurren la mayor cantidad de cambios morfológicos (especiación); y otra sin cambios, llamada estasis. Se rechaza la concepción de una evolución gradual.

⁹² Ruiz, R. y F. J. Ayala. 2002. *O. c.* p. p. 156-229.

Consideran la macroevolución independiente totalmente de la microevolución.

Lo anterior constituye una visión muy general de lo que las teorías evolutivas principales han sido y de la consideración moderna y sus controversias.

Finalmente, como ya se ha mencionado, el evolucionismo constituye el programa de investigación más integrador de la biología moderna, y su adecuada comprensión es fundamental para los estudiantes, en virtud de que ofrece las herramientas conceptuales para conferirles una visión sintética e integral de los fenómenos biológicos.

4.2.2 CONOCIMIENTOS DE EVOLUCION NECESARIOS PARA LOS ESTUDIANTES DE BACHILLERATO.

En primera instancia, existen conocimientos que es conveniente que manejen los estudiantes antes de enfrentarse al tema de evolución, a los que se les ha denominado protoconceptos.⁹³

Zuzovski⁹⁴ propone como protoconceptos al tiempo geológico, cambio natural en ambientes terrestres, variabilidad, alteración del contenido genético, y potencial biótico de las especies. Kewon⁹⁵ considera que se debe hablar primero de herencia, reproducción, adaptación, variabilidad, caracteres y potencial biótico. Sánchez⁹⁶, por su parte, considera que los protoconceptos deberían estar referidos a los conceptos más problemáticos para los estudiantes: para el concepto de variabilidad, los protoconceptos sugeridos son célula, genética, ADN, cromosoma y gen; respecto al origen de la variación, la autora sugiere reproducción sexual, mutación, recombinación, célula somática y reproductiva, mitosis y meiosis; y para el concepto de evolución considera adecuados especie, población, tiempo geológico, adaptación y adecuación.

Ahora bien, la importancia de poseer conocimientos relacionados con la evolución, mas allá de un cierto bagaje cultural y de su cualidad sintética e integradora de la biología, radica en la capacidad para interpretar y comprender diversos fenómenos que acontecen en la vida cotidiana de las personas (resistencia bacteriana a los antibióticos, las variedades domésticas o de interés comercial, resistencia de plagas a los plaguicidas, por citar algunos ejemplos).⁹⁷

Con base en algunos autores como Sánchez⁹⁸, Lovtrap⁹⁹, Grau y de Manuel¹⁰⁰, y Berovides¹⁰¹, los conocimientos evolutivos mínimos recomendados para los estudiantes del bachillerato son:

- 1) La definición de evolución y el reconocimiento de que es un hecho (con sus respectivas evidencias).
- 2) Una visión general y clara de la teoría lamarckiana. Su importancia histórica y epistemológica y sus limitaciones.
- 3) Una visión general y clara de la teoría darwiniana. Sus carencias.

⁹³ Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p. 3.

⁹⁴ Zuzovski, R. 1994. *Op. cit.* Citado por Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p.3

⁹⁵ Kewon, D. 1988. "Teaching evolution. Improved approaches for unprepared students." Citado por Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p. 3.

⁹⁶ Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p. 3.

⁹⁷ Grau, R y J. de Manuel. 2002. *Op. cit.* p. 56.

⁹⁸ Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p. 2.

⁹⁹ Lovtrap, S. 1984. "Ontogeny and Phylogeny". Citado por Berovides, A. 1993. *O. c.* p. 80

¹⁰⁰ Grau, R y J. de Manuel. 2002. *O. c.* p. 56.

¹⁰¹ Berovides, A. 1993. *O. c.* p. p. 80-86.

4) Fundamentos principales de la teoría sintética, y generalidades de sus controversias actuales.

Inmersos en estos puntos, los conceptos de variación, origen de la variación, selección natural, capacidad de diferenciación entre adaptación, adecuación y aclimatación, claridad en la participación real del azar y la necesidad en los procesos evolutivos, adaptación diferencial y pensamiento poblacional, especiación, los cambios evolutivos que han originado a la especie humana, relaciones evolutivas como elemento fundamental de la clasificación de los organismos.

La intención de revisar a Lamarck y a Darwin, como Jiménez¹⁰² lo hace notar, no sólo es para una mención histórica y para “perder el tiempo” ocupándose de teorías no vigentes o reestructuradas, sino para poner de manifiesto que la evolución y sus procesos pueden ser interpretados de distintas formas, y que históricamente hubo explicaciones que resultaron una revolución con respecto al fijismo, pero que han sido reformadas (lamarckismo) o reestructuradas y enriquecidas (darwinismo). Esta visión ayuda a los estudiantes a revelar su propio perfil conceptual y la perspectiva que usan al manejar el tema y, con ello, lograr que los docentes tengan más información sobre las concepciones previas de los estudiantes y usarlas como herramientas para reconstruir el conocimiento evolutivo.

¹⁰² Jiménez, M. P. 2002. *Op. cit.* p. 53.

4.2.3 CONCEPCIONES ALTERNATIVAS DE LA EVOLUCION MAS FRECUENTES EN LOS ESTUDIANTES.

En los diversos niveles educativos existe una compleja problemática en torno a la comprensión y manejo de los temas evolutivos. Se ha encontrado, que las principales dificultades que presentan los estudiantes, son respecto al concepto de variación y su origen, la transmisión de las variaciones a la descendencia, la ausencia de pensamiento poblacional, la falta de claridad entre los niveles de individuo, especie y población, confusión en el concepto de adaptación y del de adecuación, y la participación de la necesidad en los procesos evolutivos (Sánchez¹⁰³, Grau y de Manuel¹⁰⁴). Algunas de las razones que explican esta situación son: la capacidad cognitiva de los estudiantes, las deficiencias en el enfoque pedagógico-didáctico, la gran complejidad de la teoría, la influencia que tienen las propias concepciones evolutivas erróneas de los docentes, y las concepciones alternativas (no científicas) que los estudiantes poseen previamente a un curso formal de evolución y que se manifiestan con una alta resistencia a ser modificadas. Esta resistencia al cambio se debe, en gran medida, a que estas ideas alternativas le han sido funcionales al estudiante para explicarse la realidad, por muy erróneas que sean.

Ya para Lamarck mismo era evidente lo difícil que resulta que las ideas nuevas se enlacen con o reemplacen a las ideas anteriores ya admitidas.¹⁰⁵

Algunas de las ideas alternativas que de manera más frecuente manifiestan los estudiantes según diversos autores (Hernández¹⁰⁶, Sánchez¹⁰⁷, Ayuso y Banet¹⁰⁸, Grau y de Manuel¹⁰⁹) son:

- 1) Las concepciones de tipo lamarckiano se siguen manteniendo en la actualidad. En ellas, el cambio es por necesidad, y como resultado del uso o desuso de ciertas partes de los organismos. Los cambios que sufren los seres vivos en vida pueden ser heredados a la descendencia.
- 2) Todas las mutaciones son causadas por cambios en el medio. La mutación surge porque es necesaria, y ocurre de manera simultánea en todos los organismos de una población. Cualquier mutación que sucede en un organismo, aunque no afecte a sus gametos, se transmitiría a la descendencia.
- 3) La idea del pensamiento tipológico, es decir, que se consideran a todos los organismos de una población como típicamente iguales. La variabilidad no existe dentro de las poblaciones.

¹⁰³ Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p. 3.

¹⁰⁴ Grau, R y J. de Manuel. 2002. *O. c.* p. 59.

¹⁰⁵ Lamarck, J. 1989. *Op. Cit.* p. 31.

¹⁰⁶ Hernández, M. C. 2002. *O. c.* p. p. 138-139.

¹⁰⁷ Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p. 3.

¹⁰⁸ Ayuso, G. E. y E. Banet. 2002. *Op. cit.* p. 40.

¹⁰⁹ Grau, R y J. de Manuel. 2002. *O. c.* p. p. 57-58.

- 4) La adaptación como sinónimo de necesidad. Los organismos poseen sus características porque así lo necesitan.
- 5) La adaptación es perfecta e instantánea y no es diferencial. Los cambios son de inmediato adaptativos.
- 6) La adaptación interpretada como aclimatación. “Adaptarse a las circunstancias”. “Adaptarse o morir”.
- 7) El no poder distinguir entre la variación y la selección natural. Muchos estudiantes no son capaces de ubicar que la variación es el sustrato sobre el que actúa la selección natural. Piensan que existe un proceso único en el que el ambiente causa el cambio gradual de las características. En ocasiones se interpreta que es la propia selección natural la que provoca los cambios.
- 8) Dificultad para pensar en tiempos geológicos.
- 9) Pensamiento teleológico. Supone a la evolución como un conjunto de procesos naturales que son dirigidos con un propósito o hacia un fin determinado. La naturaleza o un “autor” tienen un plan de desarrollo y cambio de los organismos hacia una meta.
- 10) Pensamiento ortogenético. La evolución de las especies se debe a una fuerza interna de los organismos que les obliga a desarrollarse hacia la perfección.
- 11) Pensamiento antropocéntrico. Atribuir a los organismos propiedades psicológicas propias de los humanos. La evolución se basa en una respuesta consciente de los seres vivos a los cambios ambientales, que conduce a una modificación del comportamiento y, en consecuencia, a cambios morfológicos y anatómicos. La cúspide de la evolución es la especie humana, es la culminación de la evolución.

Se han desarrollado diversas técnicas para hacer evidentes las ideas alternativas de los estudiantes, entre las que destacan los cuestionarios de opción múltiple y de planteamiento de problemas sobre diversos fenómenos científicos relacionados con la experiencia del alumno. De entre ellos se ha elegido para esta investigación, el elaborado por Sánchez¹¹⁰. En el siguiente capítulo se detallará con mayor claridad el contenido y alcances de este cuestionario.

¹¹⁰ Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p.p. 79-96.

4.3 REFERENTES INSTITUCIONALES

De la estructura didáctica propuesta por los autores Campos¹¹¹, García¹¹² y adecuada por Alvarez¹¹³, abordo los fines institucionales, que representan el contexto específico en el que desarrollo la investigación. Resalto lo declarado por la institución como el deber ser, y analizo su congruencia con lo que sucede en la práctica.

4.3.1 FINES Y PERFIL DE EGRESO DEL SUBSISTEMA DE PREPARATORIA ABIERTA DE LA SEP

De acuerdo con la SEP, “la meta de la enseñanza abierta es romper con el concepto elitista de la educación y así ampliar las posibilidades de oferta educativa, y superar las relaciones de dependencia entre maestro-educando, entre autoridad-institución y entre programa-tiempo”.¹¹⁴

Efectivamente la Preparatoria Abierta amplía la oferta educativa y, como ya lo mencioné, la demanda a esta modalidad es ahora muy significativa. Pero respecto a superar las relaciones dependientes escolarizadas, el siguiente análisis general muestra lo que ocurre durante las asesorías.

En la práctica, en los centros privados de asesoría se han reestablecido las relaciones de dependencia que se pretendía superar. La relación dependiente asesor-estudiante viene a sustituir la de maestro-educando de la enseñanza tradicional. El estudiante, al no llevar consigo su material didáctico, participa más como un receptor pasivo de la información que emite el asesor. La dependencia autoridad-institución se reproduce necesariamente en estos centros privados que imparten asesorías con incorporación a la SEP. Esta institución se encuentra en continuo contacto con las escuelas que participan como mediador entre la SEP y el estudiante. La SEP regula lo que debe ocurrir en la escuela que ofrece las asesorías al estudiante, y diseña y aplica los exámenes para acreditar las materias. La dependencia programa-tiempo queda establecida en cuanto a los tiempos que dicta la escuela para que los estudiantes cursen la asesoría de cada materia. En mi experiencia y la que he recopilado de otros asesores, para la materia de Biología se han asignado entre 15 y 80 horas (repartidas de 2 a 8 semanas) para completar la revisión de todo el material del texto, lo que resulta exhaustivo. En los colegios donde realicé la investigación, las asesorías se daban en 15, 20 y 40 horas. Lo que no está limitado es el número de veces que el estudiante puede cursar la asesoría. Anteriormente la SEP no limitaba la cantidad de ocasiones en que un estudiante podía presentar el examen correspondiente, pero en 2005 ha comenzado a establecer un límite máximo de cuatro oportunidades para presentar el examen y aprobarlo.

Como objetivo general para los sistemas abiertos de educación, la SEP nos indica: “Brindar al individuo la oportunidad de elevar su nivel de vida y el de su comunidad;

¹¹¹ Referido por Hernández, M. 2002. *O. c.* p. 70.

¹¹² García, J. 1993. *Op. cit.* En García, J. (comp.) 1998. *O. c.* p. 235.

¹¹³ Cfr. Alvarez, E. 2001. *Op. cit.* p. 74.

¹¹⁴ SEP. 1981. *O. c.* p. 62.

intensificar su capacidad de cooperación social, fomentar la convivencia productiva y pacífica; y fortalecer su interés en el aprendizaje, de suerte que éste se transforme en una acción permanente. Se pretende enseñar a aprender conscientes de que la autoeducación es la única fórmula válida para alcanzar el desarrollo integral de la persona”.¹¹⁵

Los objetivos fundamentales, tomados de la misma fuente citada, son:

- a) “Optimizar el aprovechamiento de los recursos humanos”.
- b) “Buscar formas de obtener mejoras cualitativas en la educación”.
- c) “Desarrollar actitudes socialmente útiles, de crítica, responsabilidad y participación”.
- d) “Formar individuos autodidactas, que sean capaces de dirigir su propio proceso educativo”.
- e) “Otorgar certificados de igual validez que los de la modalidad escolarizada”.

En el objetivo general no se aclara a que se refiere con “elevar el nivel de vida”. Teóricamente la preparatoria abierta está planteada para ello, como cualquier otro bachillerato. Pero si se refiere a un mejor nivel económico, el concluir los estudios de preparatoria da mayores oportunidades de trabajo pero, en la actualidad y realidad de este país, no asegura un mejor ingreso económico.

Respecto a fortalecer el interés en el aprendizaje para convertirlo en una acción permanente y enseñarles a aprender, los resultados de esta investigación indican un aprendizaje claramente deficiente. Los propios estudiantes comentan lo difícil que les resulta comprender algunos textos (los de matemáticas por ejemplo) la gran cantidad de material que se revisa en otros (como el de biología) y la falta de interés que todo ello les provoca al abordar las materias con contenidos científicos en tales condiciones.

A pesar de que el plan de estudios de la Preparatoria Abierta tiene una materia denominada “Metodología del Aprendizaje” (ver anexo 9.1), en mi práctica docente me he dado cuenta que nadie toma en serio esta asignatura y que su metodología no está actualizada. En concreto, nadie aprende a aprender como pretende la materia.

Referente a los objetivos fundamentales se puede comentar que la calidad educativa del subsistema, el desarrollo de actitudes de participación crítica y responsable, y la formación autodidacta, no se cumplen, partiendo de los siguientes hechos: la mayoría del material no ha sido revisado ni actualizado desde su creación en los años 70’s; algunos de los textos como el de biología no fueron creados específicamente para el sistema (fue editado en Estados Unidos en 1968 y en México en 1970 y no ha tenido revisiones ni actualizaciones hasta la fecha¹¹⁶); no está considerada una moderna tecnología educativa para facilitar el autodidactismo (al menos no en el texto de metodología del aprendizaje, ni en el de

¹¹⁵ SEP. 1978. *O. c.* p.116.

¹¹⁶ Smallwood, William y Edna Green. 2004. **Biología.** p. IV.

biología); las asesorías impartidas en instituciones privadas se desarrollan en muy pocas horas sin poder estandarizar el avance de todo el grupo; la participación crítica señalada en los objetivos no es compatible con el papel pasivo de los estudiantes que reina en la práctica en este subsistema y que comentaré después más ampliamente. Lo que si cumple el sistema es el objetivo de otorgar certificados de igual validez que los de la modalidad escolarizada.

La Preparatoria Abierta fue creada con el propósito de que las personas mayores de 15 años que no han sido atendidas por los sistemas tradicionales de educación y deseen empezar o concluir sus estudios de nivel medio superior tengan la oportunidad de acreditar y certificar sus conocimientos, mediante el Servicio de Educación Abierta, sin desatender sus ocupaciones. Sus objetivos particulares son:

a) “Ofrecer a las personas interesadas los métodos y los medios de enseñanza-aprendizaje para: adquirir los aprendizajes de este nivel educativo, intensificar su capacidad de cooperación social y fomentar el interés por el estudio para que éste se convierta en un acto permanente y vital”.

b) “Fomentar el autodidactismo permitiendo al estudiante avanzar de acuerdo a su ritmo individual y facilitar el estudio en cualquier horario”¹¹⁷.

La problemática del autodidactismo y la falta de actualización en los medios y métodos de enseñanza-aprendizaje considerados en el sistema ya han sido comentados.

Para ver si este subsistema está cubriendo el objetivo de que sus estudiantes adquieran “los aprendizajes” del bachillerato, se pueden revisar los objetivos generales del bachillerato.

Los objetivos del bachillerato en general son “el ofrecer una educación de carácter formativo e integral, en la que el educando reciba una preparación básica general que comprende conocimientos científicos, técnicos y humanísticos, conjuntamente con algunas metodologías de investigación y de dominio del lenguaje”¹¹⁸; así como, “el ampliar y consolidar los conocimientos adquiridos por el educando en secundaria y prepararlo en todas las áreas del conocimiento para elegir y cursar estudios superiores”¹¹⁹.

“En esta etapa se busca que el estudiante ejercite su capacidad para manejar algunas herramientas de análisis y la resolución de problemas, así como ofrecerle una formación que corresponda a las necesidades de su edad. Asimismo, se promueve que el bachiller reflexione, asimile y participe razonadamente en los cambios de su entorno, su país y el mundo”¹²⁰.

El plan de estudios de la Preparatoria Abierta de la SEP, corresponde al bachillerato propedéutico y está estructurado en seis semestres, con una duración promedio de tres años. Existen tres áreas de estudio, con un total de 33 materias cada una: a) humanidades; b) ciencias administrativas y sociales; c) ciencias físico-matemáticas. Los tres primeros

¹¹⁷ SEP. 1983. *O. c.* p. p. 53-54.

¹¹⁸ SEP. 2000c. *Op. cit.* p. 46.

¹¹⁹ SEP. 2000a. **Estadística Básica del Sistema Educativo Nacional. (1999-2000)**. p. 19.

¹²⁰ SEP. 2000c. *O. c.* p. 46.

semestres son comunes a las tres áreas de estudio y a partir del cuarto, las materias varían de acuerdo con el área elegida por el estudiante¹²¹. La materia de biología es una materia común a todas las áreas, sin embargo para las áreas de humanidades y ciencias administrativas y sociales se ubica en el quinto semestre, y en el área de ciencias físico-matemáticas se encuentra en el sexto semestre, a pesar de que se trata de los mismos contenidos¹²² (Véase anexo 9.1). Esta forma de colocar a biología en 2 diferentes semestres es, al parecer, una medida puramente administrativa para separar y reconocer a los estudiantes que cursan el área de ciencias físico-matemáticas de los que cursan las otras¹²³. La problemática que esto puede causar en los estudiantes será tratada más adelante.

De acuerdo con el plan de estudios, sí existe una perspectiva integradora del conocimiento humano en sus diversas manifestaciones (científica, humanística y artística), aunque está excluida la cultura física y deportiva. Las metodologías de investigación no están incluidas tampoco, no hay una materia que las aborde, lo más cercano a la investigación práctica es el manual de laboratorio de química (único material didáctico de este tipo en el subsistema). Además no se fomenta la investigación documental.

La idea de que el bachillerato sea una continuación de los conocimientos manejados en la secundaria, no es un propósito que se logre actualmente con facilidad en la Preparatoria Abierta. Los planes de estudio y contenidos de la secundaria han sido modificados en varias ocasiones en las últimas décadas mientras que en este subsistema esto no ha sucedido. En esto no está exenta la asignatura de biología. Guillén¹²⁴ menciona las modificaciones que ésta ha tenido recientemente en la educación secundaria. Es evidente que la asignatura de biología de la Preparatoria Abierta no responde a su papel de continuidad de secundaria ni como propedéutica para cursar estudios superiores actuales debido a que ni los contenidos ni los recursos didácticos se han actualizado desde que se instauró el sistema hace 30 años.

Por otro lado, para que el estudiante reflexione, asimile y participe en los cambios de su entorno, su país y el mundo, es necesario hacer referencia al conocimiento actual en todos los ámbitos posibles (hecho que no se cumple con recursos tan atrasados).

Respecto a hacer referencias continuas a lo que ocurre en México de acuerdo con los contenidos, tampoco ocurre, partiendo no sólo del atraso del libro de texto sino también de su origen norteamericano, que no da cabida a ninguna referencia nacional.

La Preparatoria Abierta sí atiende a las personas mayores de quince años que por diversos motivos no son atendidas por los sistemas escolarizados tradicionales y acredita y certifica su bachillerato al terminar de aprobar las 33 materias que componen el plan de estudios, con igual validez que su equivalente escolarizado, pero ya hemos revisado cómo la calidad de conocimientos adquiridos y manejados en esta opción educativa, al menos en biología, se ve afectada por varios factores.

¹²¹ SEP. 1983. *O. c.* p. 63.

¹²² SEP. Dirección de Sistemas Abiertos. 2004b. *Op.cit.* p. 2.

¹²³ Com. Pers. Coordinadores de Preparatoria Abierta en instituciones privadas.

¹²⁴ Guillén, F. 1994. *O. c.* p.p. 250-252.

4.3.2 FINES Y PERFIL DE EGRESO DE LA ASIGNATURA DE BIOLOGIA

Respecto al objetivo de estudiar Biología en la Preparatoria Abierta, Enrique Velasco¹²⁵ en el prólogo de su guía de estudio elaborada a partir del texto de Biología de Smallwood como uno de los materiales didácticos de la SEP, escribe lo siguiente:

“¿PARA QUE ESTUDIAR BIOLOGIA?”

La Biología se estudia por una razón importante: Para conocernos mejor nosotros mismos y al mundo en el que vivimos.

El hombre posee muchas características que lo diferencia plenamente de los animales, tal vez una de las principales sea su CURIOSIDAD. Siempre está ávido por saber, siempre quiere conocer más. Es por esto por lo que también se estudian otras Cátedras, para adquirir conocimientos sobre otros aspectos de nuestra vida y de nuestro mundo.

Es pertinente añadir que diversas carreras o estudios profesionales se edifican sobre el conocimiento de la Biología. Los Laboratorios de Universidades o Instituciones privadas siempre demandan más investigadores para realizar nuevos descubrimientos, los que a menudo aplicarán sus conocimientos de Biología en actividades tan prácticas como Medicina, y la Investigación Agrícola. El uso de aditivos alimenticios, drogas, insecticidas, radiaciones y medidas de control de la población son tan sólo algunos de los diversos medios por los que nuestras vidas pueden ser modificada por el conocimiento Biológico.”

Esta guía de estudio también sirve para la SEP como guía de objetivos del curso tanto para los asesores como para los estudiantes.

La finalidad del estudio de biología en este subsistema como es planteado en el texto anterior, es más bien un elemento retórico que un desglose de objetivos. En la primera frase habla de que la biología nos ayuda a conocernos mejor a nosotros mismos y al mundo en que vivimos, objetivo que, aunque fuera válido (en realidad resulta superficial y limitado) no puede totalmente ser logrado dado la falta de actualización del mismo. De esta manera, los estudiantes no tienen acceso a la información reciente acerca del “nosotros mismos y el mundo en que vivimos”.

Posteriormente, el autor continúa: “El hombre posee muchas características que lo diferencia plenamente de los animales, tal vez una de las principales sea su CURIOSIDAD”. Al plantear que el hombre se “diferencia plenamente de los animales” se está diciendo que el hombre no es un animal. Esta consideración resulta incongruente en un

¹²⁵ Velasco, Enrique. 2000. **Guía de Estudio para Biología**. p. 9.

prólogo de una guía para la asignatura de biología, cuando el texto en el que se basa clasifica, como sabemos, al *Homo sapiens* en el Reino Animal. Si el prólogo de la guía de estudio comienza con un planteamiento en donde el hombre no es considerado un animal, resultará difícil que los estudiantes lo integren posteriormente como una especie animal generada por los procesos evolutivos comunes a todos los seres vivos.

El resto del prólogo intenta acercarse a la importancia académica y aplicaciones en la vida cotidiana del conocimiento biológico, pero no tiene una estructura clara.

Así, el contenido resulta muy superficial, limitado e incorrecto para resolver de manera real la pregunta “¿Para qué estudiar biología?”

La enseñanza de la ciencia tendría que ser estudiada para desarrollar en los estudiantes la creatividad, la imaginación, la curiosidad, la apertura hacia nuevas ideas, el escepticismo razonado, la manipulación de técnicas y métodos investigativos y lograr, en lo posible, un mayor acercamiento a la realidad. La ciencia tendría que verse no sólo como una manera de buscar respuestas a problemas, sino como una forma de entender el mundo en que vivimos. Es más importante que los estudiantes sean capaces de formular preguntas a que el maestro formule preguntas y sólo invite a los estudiantes a encontrar respuestas.

La biología efectivamente es una asignatura que aporta conocimiento acerca de quiénes somos, la posición espacial y temporal que ocupamos en el planeta, nuestras relaciones con los otros seres vivos y las manifestaciones de vida en sí mismas y con sus interacciones dinámicas siempre cambiantes y complejas: la unidad y la diversidad de la vida. Esto evidentemente implica conocimientos anatómicos, fisiológicos, ecológicos, evolutivos, entre otros. El aprendizaje de esta materia requiere herramientas suficientes para que el estudiante pueda responder de manera general a cuestionamientos biológicos que afectan su vida cotidiana, la de su entorno y la del planeta (genoma humano, armas biológicas, desordenes alimenticios, extinciones masivas, por citar algunos temas). Para ello y para desarrollar las habilidades ya mencionadas es para lo que yo considero habrá de estudiarse biología en bachillerato.

En algunas ocasiones, en la práctica de las asesorías de Preparatoria Abierta, algunos asesores, dado el poco tiempo que se tiene para revisar el material, consideran como finalidad única del estudio de la asignatura de biología, el que los estudiantes sean capaces de responder satisfactoriamente a las preguntas del examen de la SEP y aprobar “aunque sea con 6”¹²⁶.

Por su parte, la SEP insiste en manejar como finalidad única de la asesoría de la materia la de cubrir estrictamente los objetivos detallados en la guía de estudio, basados en un texto de hace casi 40 años, sin considerar la posibilidad de complementarlos con otros textos o material actualizado. Con esta postura, se refuerza la idea de que lo único importante es que los estudiantes aprueben su examen sin considerar realmente lo que les pueda dejar para la vida el estudio de la biología. La SEP está exigiendo, como tarea indispensable, que los asesores que laboran en los centros de asesoría realicen una clasificación de objetivos con base en denominaciones superficiales (tales como objetivo de definición, de procedimiento,

¹²⁶ Comentario, a manera de muestra, hecho por una asesora y referido por estudiantes de su asesoría.

de estructura, de clasificación, de teorema, etc.) para comprobar su “capacidad” como asesores y reforzar que sólo revisen de manera estricta y plana el material con base en los objetivos superficiales desarrollados en 1976.

“¿Para qué estudiar biología?” es una pregunta que en el prólogo de la guía de estudio se queda sin una respuesta verdadera y coherente.

Lo que se espera que los estudiantes aprendan de la asignatura tendría que estar vertido en el programa. En éste caso, el programa no es un diseño original de la SEP, fue tomado del libro americano “Biología” de Smallwood y Green¹²⁷ como única bibliografía para este fin (elegido también, como ya se ha mencionado, como texto para la asignatura de biología) y sus contenidos se convirtieron automáticamente en el programa a seguir. No se explicitan los objetivos generales de la asignatura pero en la guía de estudio¹²⁸, publicada por la SEP, se desglosan los objetivos particulares de los temas de cada capítulo del libro.

¹²⁷ Smallwood, W. y E. Green. 2004. *Op. cit.*

¹²⁸ Velasco, E. 2000. *Op. cit.* 131 p.p.

4.3.3 FINES, PERFIL DE EGRESO, CONTENIDOS Y BIBLIOGRAFIA DEL TEMA DE EVOLUCION

En esta parte, mostraré los objetivos propuestos por la SEP acerca del tema de evolución, los protoconceptos requeridos para iniciar su estudio, señalados por esta institución como prerrequisitos, el contenido del libro de texto, y la bibliografía propuesta tanto en la guía de estudio como en el libro. Analizaré la correspondencia entre estos elementos.

4.3.3a OBJETIVOS, PRERREQUISITOS Y REQUISITOS PARA EL ESTUDIO DE LA EVOLUCION

A continuación presento los objetivos, prerrequisitos y requisitos textuales de los capítulos que abordan el tema de la evolución, tal como aparecen en la guía de estudio¹²⁹. Esto nos da una visión de los fines que se buscan al tratar estos conocimientos, y lo que se espera que los estudiantes adquieran y manejen de ellos para ser evaluados en un examen.

UNIDAD III

Modelos de cambio

REQUISITO: leer introducción (p. 171)

Capítulo 8.

Evidencias de transformación

OBJETIVOS:

Al término del estudio de este capítulo, el alumno:

1. Explicará por qué se dice que la vida ha cambiado a través de su historia.
2. Mencionará las pruebas directas que confirman y apoyan la evolución.
3. Mencionará las pruebas indirectas que apoyan la evolución.

¹²⁹ *Ibidem.*

PRERREQUISITOS:

De los capítulos 2 y 3 conocer la estructura de la célula y principales sustancias químicas celulares.

REQUISITOS:

Leer la introducción del capítulo (p.173).
Leer las partes 8.1 a 8.15 (págs. 173 a 189).

Capítulo 9.

Darwin y la selección natural

OBJETIVOS:

Al término del estudio de este capítulo, el alumno:

1. Mencionará a la selección natural como el mecanismo real por el que evolucionan las especies.
2. Explicará como llegó Darwin a concluir el principio de la selección natural.

PRERREQUISITOS:

Del capítulo 8 conocer las evidencias directas del pasado fósiles y evidencias indirectas: la teoría de la evolución.

REQUISITOS:

Leer la introducción al capítulo (p. 193).
Leer las partes 9.1 a 9.17 (págs. 194 a 211).

Capítulo 10.

Evolución: una perspectiva moderna

OBJETIVOS:

Al término del estudio de este capítulo, el alumno:

1. Mencionará las fuentes de variación.

2. Explicará como se originan las nuevas especies.
3. Explicará como se originó la vida.

PRERREQUISITOS:

Conocer del capítulo 6: sobre DNA; 8 y 9, sobre evolución.

REQUISITOS:

Leer introducción al capítulo (p. 217).

Leer las partes 10.1 a 10.6 (págs. 217 a 234).

Capítulo 11.

El orden salió del caos

OBJETIVOS:

Al término del estudio de este capítulo, el alumno:

1. Mencionará cuales son las bases necesarias para la clasificación de un organismo en un sistema taxonómico.

PRERREQUISITOS:

Conocer del capítulo 8 lo referente a Anatomía y Embriología comparada y de los capítulos 9 y 10 sobre evolución.

REQUISITOS:

Leer introducción al capítulo (p. 239).

Leer partes 11.1 a 11.2 (págs. 240 a 252).

UNIDAD IX

El hombre: Pasado, presente y futuro.

REQUISITO: Leer introducción (p. 677)

Capítulo 30.

El hombre primitivo

OBJETIVOS:

Al término del estudio de este capítulo el alumno:

1. Mencionará cuales son los posibles antecesores del hombre actual (individuos humanos simiescos), su antigüedad, su parentesco con el hombre y alguna rama de los simios, cómo y dónde fueron descubiertos sus restos fósiles.
2. Describirá las características anatómicas y de comportamiento del Australopithecus, Paranthropus, el hombre de Java y el de Pekín (Homo erectus), el hombre de Neanderthal.
3. Mencionará al hombre de Cro-Magnon como el último hombre primitivo con más probabilidad de parentesco con el hombre actual.

PRERREQUISITOS:

De los capítulos 8, 9 y 10 tener las nociones fundamentales sobre evolución.

REQUISITOS:

Leer la introducción al capítulo (p. 679).

Leer las partes 30.1 a 30.13 (págs. 680 a 697).

Lo primero que cabe mencionar acerca de estos datos es el hecho, ya mencionado, de que los objetivos no fueron formulados por la SEP a partir de una propuesta original sobre lo que los estudiantes deben aprender de evolución, sino que son desarrollados a partir del contenido del texto que fue elegido para el subsistema (de lo que Smallwood y Green decidieron a finales de los años 60 que debería manejarse sobre el tema).

En los prerrequisitos de estos capítulos, se considera que antes de estudiar evolución son necesarios los siguientes conocimientos: la célula y su estructura (capítulo 2) biomoléculas celulares (capítulo 3) entre ellas el DNA (capítulo 6) y, al ir avanzando en los capítulos que tratan el tema, los propios conocimientos de evolución que se han desarrollado anteriormente.

De acuerdo con lo mencionado en los referentes disciplinarios de esta investigación, los prerrequisitos considerados en la guía y el texto, son insuficientes para iniciar el manejo del tema de evolución; faltaría mencionar algunos protoconceptos que, aunque no son considerados entre los prerrequisitos que aparecen en la guía de estudio, sí tienen una posición previa a los capítulos de evolución, tales como especie (capítulo 4), población (capítulo 4), genética (capítulo 6), reproducción (capítulo 7); y también faltarían considerarse otros conceptos como potencial biótico (no estructurado formalmente en el contenido del texto), tiempo geológico (al menos desarrollado al principio del capítulo 8), variabilidad (esbozada en el capítulo 7 y desarrollada durante los capítulos 9 y 10), adaptación (capítulo 9), adecuación (no considerada en lo absoluto en el texto), herencia (considerada trece capítulos más tarde, en el número 24).

El colocar a la herencia en un capítulo tan posterior a la evolución hace imposible que el alumno aprenda la teoría sintética.

Todos los requisitos, recomendaciones y actividades sugeridas se podrían haber resumido en “lea los capítulos completos sin pasar por alto ningún elemento pues todo le puede ser preguntado en el examen”. Estos apartados lucen innecesarios y colocados de esta manera sólo para cumplir con una estructura que pareciera obligatoria, forzada, y sin bases pedagógicas.

Los objetivos por capítulo son, en general, muy superficiales y planos, y en la forma en que se encuentran planteados, no invitan ni al estudiante ni al asesor a una participación dinámica en el tema. En lugar de invitar continuamente al estudiante a que sólo mencione y describa elementos que le remitan a la memorización del tema, podría invitar a identificarlos y manipularlos en actividades como la solución preguntas de casos prácticos, el análisis de ejemplos y la ubicación de los fenómenos evolutivos como dinámicos y actuales. Este tipo de objetivos explicativos resultarían más funcionales.

No existe un objetivo claro sobre la comprensión de que la evolución es un hecho, pues resulta muy ambiguo utilizar en los objetivos frases como “el alumno explicará por qué SE DICE QUE la vida ha cambiado a través de su historia” (como si nadie estuviera seguro de ello) o “mencionará las pruebas indirectas QUE APOYAN la evolución” (como si la evolución fuera una personificación que requiere del apoyo de las otras personificaciones llamadas pruebas indirectas para que se le pueda creer). Tendría que hablarse de identificar y entender las evidencias que permiten afirmar que la evolución es un hecho.

El objetivo en el que se consideran “las fuentes de la variación” está colocado en el capítulo 10, que es posterior al objetivo sobre el mencionar a “la selección natural como mecanismo real por el que evolucionan las especies” ubicado en el capítulo 9. Resulta desordenado tratar en los objetivos al concepto de selección natural cuando aún no se maneja el concepto de variación, su origen y efecto en las poblaciones sobre las que la selección natural actúa.

Los objetivos que se refieren a la evolución del hombre se encuentran hasta el capítulo 30, muy separados del resto de los temas evolutivos, como si no tuvieran relación alguna, en una visión que nuevamente se antoja antropocéntrica. Parecería, de esta manera, que los procesos evolutivos han actuado, y actúan, de diferente forma en el hombre. El hombre al final del texto, como la cumbre de la evolución, lejos de los organismos de los que se “diferencia plenamente” (retomando el texto del prólogo de la guía de estudio). Otra incongruencia es que los nombres científicos no aparezcan en letras cursivas o, al menos, subrayados en la guía, como se supone que se le está enseñando a los estudiantes que deben escribirse.

Los objetivos escritos, reportan, de manera resumida, lo que considera la SEP que los estudiantes del subsistema deben aprender de evolución, basándose en el texto de Smallwood: la transformación de la vida a través de su historia, pruebas directas e indirectas de la evolución, el “mecanismo” de selección natural que provoca la evolución de las especies, cómo Darwin llegó a concluir la participación de la selección natural, las fuentes de la variación, el origen de las nuevas especies, origen de la vida, las bases para la clasificación de un organismo, los posibles antecesores del hombre actual y sus características.

En estos objetivos existen varias carencias respecto a lo que expuse en los referentes teórico metodológicos sobre lo que los estudiantes deben aprender de evolución: no está considerada la teoría de Lamarck, no está mencionada la teoría sintética, participación del azar y la necesidad en la evolución, comprensión de la adaptación diferencial y su distinción de la adecuación y de la aclimatación. Esto provoca una expectativa de aprendizaje de la evolución con huecos importantísimos. En la revisión de los contenidos se verá si estos puntos sólo están omitidos en los objetivos o también en el texto.

4.3.3b CONTENIDOS DEL LIBRO DE TEXTO ACERCA DE LA EVOLUCION

La obra base manejada como texto único para la materia de Biología de la Preparatoria Abierta de la SEP es “**Biología**” de Smallwood W. y E. Green, Ed. Publicaciones Cultural S.A., México. La reimpresión disponible más reciente es la trigésima segunda de 2004, tomada de la primera edición en español de 1970, y ésta a su vez, de la publicación original en inglés “Biology” de 1968 por Silver Burdett Company. La traducción fue realizada por el Q. B. Raúl Cortés Aguilar, profesor de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN). A partir de la primera edición no ha existido una segunda, y solamente se han realizado reimpressiones. Los revisores del texto mencionados en los créditos, Dr. Daniel Nieto Roaro (Jefe del Departamento de Biología, ENP, UNAM) y Biol. Esperanza Barajas (Jefe del Laboratorio central de Biología, ENP, UNAM) sólo realizaron la revisión de la traducción y edición original, y no ha habido más revisiones del texto. La reimpresión más antigua a la que he tenido acceso es la número nueve de 1978. Al comparar los contenidos del libro en general y de los capítulos referidos a la evolución de las especies, la herencia y la evolución del hombre, encontré que no existe cambio alguno entre la reimpresión de 1978 y la de 2003. Así que, al parecer, desde su edición original de 1970, el texto mantiene su estructura y contenidos originales.

Se divide en tres partes:

Parte I, La vida: Tres modelos básicos.

Parte II, Modelos de estructuras y función en los organismos.

Parte III, Modelos de interacción entre los organismos y el medio.

Y en total, consta de 31 capítulos repartidos en esas tres partes.

La primera Parte, La Vida: Tres modelos básicos, se divide a su vez en 3 unidades:

Unidad Uno. Modelos de estructura.

Unidad Dos. Modelos de función.

Unidad Tres. Modelos de Cambio, en el que se exponen los conocimientos acerca de la evolución.

La Unidad Uno (Modelos de estructura) desarrolla temas como la estructura de la célula, biomoléculas, niveles de organización.

La Unidad Dos (Modelos de función) comprende temas como fotosíntesis, respiración celular, síntesis proteica, genética y bases de la reproducción.

El material contenido en estas dos primeras unidades es el conocimiento previo (protoconceptos) que los estudiantes han manejado durante su preparación para comenzar el estudio de la evolución en este curso de biología.

La Unidad Tres (Modelos de Cambio) consta de 4 capítulos (8, 9, 10 y 11), de los cuales los primeros tres consideran el tema de Evolución (el 10 % del texto), y el último de ellos, trata el tema de taxonomía.

El capítulo 8 se titula “Evidencias de transformación” y maneja los siguientes conocimientos: las pruebas directas (fósiles, desarrollo de resistencias a insecticidas y antibióticos en poblaciones de organismos, el caso de la polilla moteada, cambios en las especies domésticas manipulados por el hombre) y las pruebas indirectas (estructuras homólogas, embriología comparada de vertebrados, unidad de estructura y función en todos los organismos) que demuestran que la biosfera y en todos los niveles de organización se han experimentado transformaciones a través del tiempo. Se distingue entre el hecho de la evolución y la teoría que le confiere una explicación.

El capítulo 9 se titula “Darwin y la Selección Natural” y se refiere a los siguientes temas: la teoría de Lamarck de la herencia de caracteres adquiridos. Darwin formula la teoría de la selección natural en la que considera que unos individuos de una población están más capacitados para dejar descendencia que otros¹³⁰. Señala que esta ha sido comprobada experimentalmente y es aceptada como un hecho por la mayoría de los biólogos. Se considera como el más importante principio explicativo en biología. Varios acontecimientos ayudaron a Darwin a formular su teoría, tales como su viaje alrededor del mundo, sus observaciones sobre las especies de las islas cercanas a tierra firme, las secuencias de fósiles en las capas de las rocas, su lectura del ensayo de Malthus, y su estudio de las poblaciones domésticas. Wallace llegó a la misma conclusión y publicaron un ensayo conjunto.

El capítulo 10, “Evolución: una perspectiva moderna”, está conformado por: las causas de la variación en las poblaciones (mutaciones, con una mención especial a la poliploide). La especiación, exponiendo como causa principal al aislamiento geográfico. El origen de la vida que, aunque no es propiamente un tema evolutivo, es incluido en éste capítulo.

El capítulo 11 denominado “El orden salió del caos”, contiene respecto a la evolución: la taxonomía como actividad que trata de ordenar el gran número de especies producidas por las fuerzas evolutivas. Aunque en el pasado se clasificaron a los organismos por sus semejanzas y diferencias morfológicas, en la actualidad se agrupan por relaciones evolutivas. Se mencionan las reglas del sistema binomial de nomenclatura. Al final del capítulo 11 se añade en esta primera parte un ensayo gráfico: “Sistema moderno de clasificación”¹³¹. No es objetivo de esta investigación revisar la vigencia del sistema de clasificación escrito hace casi 40 años que se enseña a los estudiantes de la Preparatoria Abierta, pero habría mucho que decir al respecto.

El capítulo 30 titulado “El hombre primitivo” contiene la siguiente información: plantea, en una sucesión, a diferentes ancestros del *Homo sapiens* actual y sus características. Hace 2 millones de años vivieron dos tipos de hombre-simio, el *Paranthropus* (vegetariano, al parecer se extinguió sin contribuir a la evolución del hombre actual), y el *Australopithecus* (ancestro del tipo primitivo del hombre). El *Homo erectus* es el primer hombre verdadero y

¹³⁰ Smallwood, W. y E. Green. 2004. *O. c.* p. 208.

¹³¹ Así denominado textualmente por los autores en Smallwood, W. y E. Green. 2004. *O. c.* p. 255.

surgió en Africa hace 500,000 años. El hombre de Java y el de Pekín fueron especímenes del *H. erectus*. El registro fósil del hombre de Neandertal data de hace 100,000 años y termina con la aparición del hombre de Cro-magnon hace 35,000 que ya se considera que pertenece a la especie del hombre actual. Fue cazador, con utensilios bien hechos, pinturas de cavernas y otras manifestaciones artísticas fueron parte de su evolución cultural.

Al analizar los contenidos mencionados, es importante señalar que: en la introducción de la parte I, el autor manifiesta que el libro fue escrito pensando en un curso escolarizado de un año, para un sistema abierto de bachillerato: “Los hechos de la biología, es decir, lo que los biólogos han aprendido acerca de la vida, forman la mayor parte del material que vamos a estudiar en este año”¹³². Es increíble usarlo para un sistema abierto cuando las condiciones y el modelo educativo son muy diferentes. Resulta obvia la dificultad que implica en los centros privados de asesoría ofrecer su revisión desde un tiempo tan reducido como son 15 horas. Los contenidos de evolución están presentados de una manera desordenada y falta considerar elementos importantes del tema. Entre los hechos que sobre ello pueden mencionarse son:

- Se expone correctamente la teoría de Lamarck, pero se dice que “sus ideas subsisten hasta hoy en forma limitada”¹³³. De acuerdo con varios investigadores y los resultados de esta investigación, esto es falso, pues se encuentra que aún muchos estudiantes manejan concepciones alternativas de tipo lamarckianas.
- El concepto de selección natural es desarrollado antes de que la variación y sus características hayan sido completamente explicadas. Cómo va ser plenamente comprendida la selección natural si no se han explicado las variaciones sobre las que actúa. Posteriormente se hace necesario repetir el concepto de selección natural y cómo actúa sobre las variaciones de los individuos de las poblaciones. Es un camino más largo para explicar lo mismo: sería más fácil empezar por las variaciones para después considerar la participación de la selección natural sobre ellas.
- El concepto de tiempo geológico y su comprensión no están suficientemente atendidos para lograr que los estudiantes manejen con mayor certeza este tema.
- Se menciona la extinción, pero no es definida claramente, ni se tocan las causas que le producen.
- Los contenidos sobre herencia, indispensables para la comprensión de la teoría sintética moderna, se abordan en los capítulos 24 y 25 (14 capítulos después del tema de evolución). Cómo plantear una teoría moderna de la evolución sin haber considerado antes el conocimiento de la herencia.

¹³² Smallwood, W. y E. Green. 2004. *O. c.* p. 2.

¹³³ *Idem.* p. 194.

- Aunque se hacen referencias a Dobzhansky y a Simpson, y se mencionan algunas características propias de la teoría evolutiva moderna, nunca se menciona, como tal, a la teoría sintética.
- El texto no considera conceptos como migración, deriva genética, adecuación, neutralismo y puntualismo; dejando totalmente fuera elementos fundamentales para entender la variación, la variabilidad, la selección natural, la especiación, y las controversias contemporáneas acerca de la teoría evolutiva moderna.
- Aunque se define la adaptación, no se diferencia de la aclimatación y de la adecuación.
- El capítulo que trata sobre evolución del hombre, se estudia mucho después de los otros capítulos que abarcan los temas de evolución y se pudiera entender totalmente ajeno a ellos. Pareciera mostrar una visión antropocéntrica y de mayor perfección conferida al ser humano como cumbre de la evolución al ponerle hasta el penúltimo capítulo del texto, 20 capítulos después de haberse tratado la teoría de la evolución.
- La secuencia evolutiva del hombre que se maneja en el libro está atrasada, y por lo mismo es errónea: *Australopithecus*, *Homo erectus*, Hombre de Neanderthal, Hombre de Cro-magnon. Ahora se considera que esta secuencia ocurrió como sigue: *Australopithecus*, *Homo habilis*, *Homo erectus*, Hombre de Cro-magnon. Se había pensado que los neandertales eran ancestros del hombre actual, pero ahora se sabe que el Hombre de Neanderthal y el Hombre de Cro-magnon fueron contemporáneos y no el primero ancestro del segundo; aunque el Neanderthal desaparece, mientras que el Cro-magnon subsiste.

A continuación presento los aciertos en el desarrollo de los temas:

- A diferencia de cómo es tratado en los objetivos, la evolución queda totalmente explicada como un hecho, con evidencias directas e indirectas que le confirman.
- Se distingue el término evolución de la teoría de la evolución. Evolución como el proceso y la teoría como explicación del proceso. Solamente cabría distinguir el término de evolución como estudio de los procesos evolutivos.
- La selección artificial está bien explicada y relacionada con la selección natural.
- Es un acierto el haber escrito que “la lucha por la existencia no debe ser mal interpretada”¹³⁴

¹³⁴ Smallwood, W. y E. Green 2004. *O. c.* p. 207.

- Se hace mención de Wallace.
- La especiación está explicada a partir del aislamiento geográfico y de mecanismos de aislamiento reproductivo (que sólo están denominados como mecanismos de aislamiento).
- Se menciona que la clasificación de los organismos considera las relaciones evolutivas.

Al comparar los objetivos con los contenidos, encontramos que aunque la mayoría de los objetivos son coherentes con los contenidos en el texto, en algunas ocasiones no resultan suficientes y son rebasados por los contenidos. Por ejemplo, Lamarck no está comprendido en los objetivos y sí en el texto. Lo mismo ocurre con el manejo del concepto de adaptación.

De entre las omisiones de los objetivos y los contenidos, la más notable es la de no mencionar a la teoría sintética de la evolución, a pesar de desarrollar algunos aspectos de ella. Sería adecuado mostrar su origen compartido a partir de la teoría evolutiva darwiniana y la herencia mendeliana, distinguir las diferencias que posee en su planteamiento con la teoría de Darwin y mostrar generalidades de sus controversias actuales.

Esta omisión, en conjunto con el atraso temporal de la información contenida en el texto, hace muy difícil que los estudiantes puedan contestar acertadamente a la parte de biología de los exámenes de selección para ingresar a instituciones de educación superior cuando, por ejemplo se les cuestione acerca de la teoría sintética en alguna pregunta de evolución y ellos no tengan idea alguna de ello. Peor será para el 2.33 % de estudiantes¹³⁵ que desean ingresar a la licenciatura de biología y en los contenidos de evolución no hayan visto conceptos como migración, deriva genética, adecuación, la teoría sintética, neutralismo y puntualismo, no siendo capaces de relacionar la herencia mendeliana con la evolución darwiniana y no tener ningún conocimiento acerca de las controversias en la teoría moderna de la evolución.

En 40 años, la SEP, a través de la Dirección de Sistemas Abiertos y de la Dirección General del Bachillerato, no ha producido un recurso *ad hoc* para la asignatura de biología del subsistema de Preparatoria abierta y sigue usando un texto inadecuado y desactualizado, y todo indica que en las otras áreas de conocimiento está ocurriendo lo mismo. La Dirección de Sistemas Abiertos y la Dirección General del Bachillerato de la SEP tendrían que estar trabajando conjuntamente en la elaboración de textos específicos para el subsistema, respondiendo a su responsabilidad institucional de dirección de la educación nacional, en el ámbito de la Preparatoria Abierta.

¹³⁵ Porcentaje reportado en el sondeo que realicé en los colegios investigados sobre que estudios superiores desearían cursar posteriores a su preparatoria abierta, durante el mes de Septiembre de 2004. En esta encuesta, hecha en una población diferente a la cuestionada (pues resultó de un interés posterior a la aplicación de los cuestionarios), se realizaron 3 preguntas sencillas a cada estudiante: ¿Deseas ingresar a una carrera universitaria?, ¿A qué carrera?, ¿En qué universidad te gustaría cursarla? De 86 estudiantes que respondieron a las preguntas, 63 deseaban ingresar a una universidad. De ellos, 2 desean ingresar a la carrera de biología. Uno en el Politécnico o en la UAM y el otro en la UNAM o en el Colegio Simón Bolívar.

4.3.3c EXAMENES DE AUTOEVALUACION DE LOS CAPITULOS QUE CORRESPONDEN A EVOLUCION

A continuación se muestran los exámenes de autoevaluación presentados por la misma guía de estudio¹³⁶ que nos da una referencia sobre lo que la SEP espera que los estudiantes aprendan acerca de los temas evolutivos.

EXAMEN DE AUTOEVALUACION DE LA UNIDAD III

Subrayar el inciso de la respuesta correcta

1. La prueba más convincente que afirma que la vida ha cambiado a través del tiempo son los:
a) organismos b) fósiles c) esqueletos d) helechos fosilizados.
2. La edad de un fósil puede ser determinada más acertadamente por:
a) su localización con relación a la superficie de la tierra en la cual se le encontró b) la clase de roca en la cual fue encontrado c) la radioactividad de materiales asociados con él d) el color del fósil.
3. Los cambios que presentan la polilla moteada, resistencia de insectos al DDT, resistencia de bacterias a antibióticos, representan casos de:
a) Evidencia directa contemporánea b) evidencia directa del pasado c) evidencia indirecta d) no son ninguna evidencia.
4. Entre las evidencias de cambios en la biósfera la más discutida pero con notables argumentos en su apoyo está la:
a) teoría celular b) teoría cromosómica de la herencia c) teoría de las mutaciones d) teoría de la evolución.
5. Lamarck pensó que el factor importante en la evolución era:
a) la mutación b) las hormonas c) la herencia de los caracteres adquiridos d) los cromosomas.
6. La selección artificial llevada a cabo por ganaderos y agricultores se parece a la selección natural en que en ambas:
a) puede usarse la reproducción asexual b) el número de descendientes se controla c) los ejemplares (animales o plantas) con caracteres desfavorables son eliminados d) implican uso y desuso de órganos.

¹³⁶ Velasco, E. 2000. *O. c.* p. p. 46-128.

7. El mecanismo que propone Darwin para explicar su mecanismo de la evolución se llama:
a) supervivencia del más apto b) uso y desuso de órganos
c) selección natural d) lucha por la existencia.
8. Entre las “fuentes” que motivan a que haya variación tenemos a:
a) mutaciones y recombinaciones b) meiosis y poliploidía
c) mitosis y mutaciones d) meiosis y mitosis.
9. La hipótesis que propuso Oparin acerca del origen de la vida, menciona que la atmósfera de la tierra primitiva contenía las substancias:
a) dióxido de carbono, metano, hidrógeno y agua b) vapor de agua, metano, hidrógeno y amoníaco c) amoníaco, nitrógeno, vapor de agua e hidrógeno d) carbono, metano, nitrógeno y vapor de agua.
10. La mejor indicación de que un grupo de plantas ha avanzado hacia arriba en la escala evolutiva, es que:
a) forma semillas y se reproduce por gametos b) se reproduce por fisión binaria, esporas o gametos c) posee tejidos vasculares y se reproduce por esporas y gametos d) tiene alternancia de generaciones.

EXAMEN DE AUTOEVALUACION DE LA UNIDAD IX

(CAPITULO 30)

Subrayar el inciso de la respuesta correcta

1. Un ancestro del hombre primitivo que se encontró con características intermedias entre el gorila y el hombre actual, se le llamó:
a) *Paranthropus (sic)*, b) *Australopithecus (sic)*, c) hombre de Java, d) hombre de Pekín.
2. Los restos encontrados de *Paranthropus (sic)* como antecesor del hombre primitivo, sumieron en duda a los antropólogos debido a que se caracterizaba por:
a) cavidad craneana mayor y mandíbulas muy pequeñas y livianas, b) tenían mayor estatura y corpulencia, c) sus hábitos carnívoros y usos de utensilios, d) mandíbula pesada, y dientes picados debido a sus hábitos vegetarianos.
3. El individuo que se cree haya sido quien inició la transmisión de conocimientos de generación tras generación (cultura) se supone fue:
a) *Homo sapiens (sic)*, b) *Homo rhodesiense (sic)*, c) *Homo neanderthalensis (sic)*, d) *Homo erectus (sic)*.

4. De acuerdo a la evidencia científica, la probable secuencia de hombres “fósiles” del más antiguo al hombre más reciente fue:
 - a) Cro-Magnon, Neanderthal, Java, b) Java, Neanderthal, Cro-Magnon, c) Neanderthal, Cro-Magnon, Pekín, d) Neanderthal, Java, Pekín.

5. Sus esqueletos casi se confunden con los del hombre actual, además dejó una amplia evidencia de su talento con el arte:
 - a) Hombre de Neanderthal, b) Homo erectus (*sic*), c) Hombre de Cro-Magnon, d) Hombre de Pekín.

7. Entre otras cosas, el uso frecuente de un mismo tipo de insecticida o antibiótico para el control de plagas de insectos o enfermedades del hombre, puede dar lugar a:¹³⁷
 - a) formas de organismos resistentes a estas sustancias, b) control eficaz de esos problemas, c) control parcial de esos problemas, d) formas sensibles a esas sustancias.

De estos 2 exámenes de autoevaluación escritos en la guía de estudio se pueden analizar los siguientes aspectos:

- Representan lo que la SEP propone que los estudiantes deben aprender del tema, al concluir su estudio.

- Se identifican varias preguntas que son acordes con los objetivos planteados: la transformación de la vida a través de su historia, “pruebas” directas e indirectas de la evolución, el conocimiento del mecanismo de selección natural y cómo Darwin llegó a considerarle, las fuentes de la variación, origen de la vida, los posibles antecesores del hombre actual y sus características. Solamente un par de objetivos no son atendidos en las preguntas: el origen de las nuevas especies, y las bases para la clasificación de un organismo.

- Otras preguntas están relacionadas con los contenidos pero son sobre temas que no están considerados en los objetivos: el cálculo de la antigüedad de un fósil y la concepción evolutiva de Lamarck. En ello, los objetivos resultan poco congruentes con lo que se les pide a los estudiantes en estas autoevaluaciones. Se les pregunta por conocimientos que no están claramente contemplados en los objetivos. Sería conveniente que el conocimiento general de la teoría de Lamarck se mencionara entre los objetivos en tanto se desarrolla en los contenidos del texto. Dado los resultados del cuestionario que apliqué a los grupos de asesoría de preparatoria abierta, en donde las concepciones alternativas lamarckianas son frecuentes entre ellos, se hace más evidente la

¹³⁷ La pregunta 6 corresponde al capítulo 31 (El hombre moderno y su medio ambiente) y no tiene relación con la evolución del hombre. Aunque la pregunta 7 también pertenece al contenido del capítulo 31, la tomé en cuenta debido a que está relacionada con el tema de evolución de la Unidad III.

importancia de considerarlas en los objetivos y luego reconstruir el conocimiento con base en las teorías más modernas.

- Las preguntas se plantean de tal manera que remiten a la continua memorización de conceptos y palabras. Aunque la memoria forma parte del aprendizaje, no es la que le da sentido. Sería ideal plantear preguntas que lleven al estudiante a aplicar conocimientos en casos prácticos y no sólo a indagar su capacidad de memorización.
- Algunas preguntas tienen una pésima redacción. La pregunta 7 de la unidad III dice: “el mecanismo que propone Darwin para explicar su mecanismo de evolución”. Resulta que existe un mecanismo que se propone para explicar un mecanismo de evolución y, además, el mecanismo le pertenece a Darwin (“su mecanismo de evolución”). La palabra mecanismo, como mencioné anteriormente, restringe de manera rígida la naturaleza dinámica de los procesos evolutivos y alude a un paradigma que se contrapone con la explicación evolutiva, por ello no es conveniente utilizarle. La pregunta 10 de la misma unidad está escrita de la siguiente manera: “la mejor indicación de que un grupo de plantas ha avanzado hacia arriba en la escala evolutiva, es que:”. Esto me hace plantearme la pregunta ¿Existe una escala evolutiva por la que los organismos deban avanzar hacia arriba? Este planteamiento me recuerda la posición teleológica en la que los organismos podrían ir subiendo “escalones” evolutivos hasta lograr un fin predeterminado de máxima perfección. En los contenidos del texto no está escrita alguna consideración semejante, es un error del autor de la guía en el que está cuestionando algo que ni siquiera aparece en los contenidos. Está totalmente fuera de lugar para las consideraciones modernas de la teoría de la evolución. Los organismos se han diversificado a través de la selección que en la naturaleza se ha desarrollado a partir de las variaciones en los individuos de las poblaciones y de la especiación ocurrida a partir de “mecanismos de aislamiento”, no escalan posiciones evolutivas rumbo a un fin.
- Las preguntas 5 y 7 del capítulo 30, aparecen mal escritos los nombres científicos, sin letras itálicas ni subrayados como indica la nomenclatura científica internacional. Esta situación es totalmente inaceptable, cuando ya se han explicado en los contenidos del capítulo 11 las reglas de nomenclatura científica.
- La pregunta 7 del examen de la unidad IX, referente a la resistencia hacia los insecticidas y a los antibióticos desarrollada en las poblaciones de insectos y de microorganismos respectivamente, es la única que pudiera considerarse más de aplicación que de memorización.
- A excepción de la pregunta 10 de la unidad III (que ya fue comentada), todas las demás preguntas si corresponden a información contenida en el texto.

4.3.3d ALGUNAS PREGUNTAS SOBRE EVOLUCION DEL EXAMEN DE LA SEP PARA APROBAR LA ASIGNATURA DE BIOLOGIA

Los exámenes que aplica la SEP a los estudiantes de la asignatura de biología para acreditarles, son documentos que nos pueden servir para identificar lo que, finalmente, esta institución les está demandando como perfil de lo que deben de haber aprendido al leer el libro de texto o, en su caso, al tener una asesoría. Estos exámenes constan de 30 o 60 preguntas. Formalmente no es posible tener acceso a ellos debido a la confidencialidad con que los maneja la SEP, pues así procura evitar que sean copiados por los aspirantes a aprobar la materia. Aún así, les pedí a algunos estudiantes que formaron parte de la población de esta investigación, que se aprendieran las preguntas que aparecen en el examen sobre el tema de evolución. Las preguntas y las opciones de respuesta, referidas por ellos, son las siguientes:

1.- De los siguientes enunciados, cuál describe a la adaptación:

- a) Características que se transmiten de generación en generación
- b) Características que le dan ventaja al organismo dentro de su medio
- c) Características que le garantizan la supervivencia al organismo
- d) Características adquiridas por necesidad

2.- ¿Cuál de los siguientes isótopos se usa para determinar antigüedad del coral más antiguo?

- a) torio
- b) cloro
- c) helio
- d) carbono

3.- El enunciado que hace referencia a la teoría de Lamarck está indicado por la letra:

- a) Las adaptaciones adquiridas por los organismos se transmiten a la descendencia
- b) Los cambios que presentan los organismos provienen de su genética
- c) Los cambios que sufren los organismos son producto de la selección natural
- d) Los cambios que sufren los organismos son producto del azar

4.- El ancestro más antiguo de los monos actuales es el:

- a) *Homo habilis*
- b) *Gigantopithecus*
- c) *Ramapithecus*
- d) *Dryopithecus*

5.- ¿Cuál de los siguientes investigadores encontró los restos del *Paranthropus*?

- a) Raymond Dart
- b) Robert Broom
- c) Eugène Dubois
- d) Davidson Black

6.- El ancestro inmediato del hombre actual fue el hombre de:

- a) Java
- b) Pekín
- c) Neanderthal
- d) Cro-magnon

7.- Los siguientes enunciados se refieren a pruebas indirectas que apoyan la teoría de la evolución, con excepción de:

- a) La homología en la estructura de los miembros anteriores de los vertebrados
- b) La unidad entre estructura y función celular
- c) Las semejanzas en el desarrollo embrionario de los vertebrados
- d) La resistencia que han desarrollado los microorganismos a los medicamentos

8.- Una fuente de variación en los organismos es:

- a) gemación
- b) poliploidía
- c) regeneración
- d) conjugación

9.- Durante el proceso evolutivo la Selección Natural actúa sobre las especies provocando que éstas:

- a) Logren un alto grado de especialización
- b) Invadan una gran cantidad de hábitats
- c) Desarrollen variables favorables que les permitan adaptarse a su medio
- d) Presenten modificaciones en su código genético al ocurrir cambios ambientales

10.- Uno de los hechos que permitió a Darwin establecer el principio de la selección natural fue:

- a) Las diferentes especies de tortugas que conservaron sus hábitos alimenticios
- b) La población de pinzones que tenían hábitos alimenticios iguales
- c) Las diferentes tortugas que permanecieron en un mismo nicho
- d) La población de pinzones que ocupó nichos diferentes que habían sido habitados por otras especies

11.- Una de las pruebas indirectas en que se apoya la teoría de la evolución es:

- a) El cambio en la pigmentación de las polillas moteadas
- b) El estudio de las homologías que presentan algunas estructuras de organismos
- c) Los cambios estructurales mostrados por algunos organismos domesticados
- d) El desarrollo de resistencia a los antibióticos por algunas bacterias.

12.- Una de las características que diferencia al *Homo erectus* del *Australopithecus* es que el primero:

- a) Desconocía el uso del fuego
- b) Se alimentaba de vegetales
- c) Empleaba flechas hechas de hueso para cazar
- d) Diseñaba herramientas

13.- ¿En cuál de las siguientes opciones están ordenados cronológicamente los antecesores del hombre actual?

- a) *Australopithecus*, *Paranthropus*, Hombre de Neanderthal, Hombre de Pekín
- b) *Australopithecus*, Hombre de Java, Hombre de Neanderthal, Hombre de Cro-magnon
- c) *Paranthropus*, *Australopithecus*, Hombre de Cro-magnon, Hombre de Neanderthal
- d) *Paranthropus*, Hombre de Java, Hombre de Cro-magnon, Hombre de Neanderthal

14.- En una región coexisten dos especies de ranas que son muy similares físicamente. Una se alimenta de insectos rastreros y otra de insectos voladores. En la primera especie el macho llama a su pareja con un croar con varios sonidos cortos y largos muy sonoros, mientras que en la segunda especie lo hace con un croar corto, ruidoso y resonante. ¿Sería posible que ambos tipos de rana se cruzaran entre sí y llegaran a formar una nueva especie?

- a) Sí, porque ambas están en la misma región
- b) No, porque se alimentan de diferentes insectos
- c) Sí, porque físicamente son muy similares
- d) No, porque ambas presentan diferente comportamiento durante el cortejo

15.- Para clasificar a un organismo por el sistema natural es necesario tomar en cuenta principalmente su:

- a) hábitat
- b) tipo de reproducción
- c) morfología
- d) distribución geográfica

Algunas preguntas sobre herencia se relacionan con la evolución al tratar sobre lo que un padre puede heredar a un hijo y lo que no, que ayudaría a entender la diferencia entre una teoría lamarckiana, y una darwiniana o una moderna, en el aspecto de lo heredable y el mantenimiento de las variaciones a través de las generaciones.

16.- ¿Cuál de las siguientes características puede ser heredada de un padre a su hijo?

- a) La forma de pensar
- b) La forma de los ojos
- c) La facilidad para los deportes
- d) La fuerza para saltar.

17.- De las siguientes opciones que característica no puede ser heredada de un padre a su hijo:

- a) La forma de los dientes
- b) El color del cabello
- c) La afición por un deporte
- d) La forma de la nariz

18.- ¿Cuál de las siguientes características puede heredar un pintor a su hijo?

- a) La forma como toma el pincel
- b) La afición por los murales
- c) La afición por los paisajes
- d) La forma de las manos

En varias ocasiones, los estudiantes refirieron que no existía una sola pregunta sobre evolución en el examen. Esto implica que la SEP no está considerando necesario que los estudiantes manejen un conocimiento unificador e integrador de la biología como la evolución. Según esto, el conocimiento sobre el tema podría ser omitido, a pesar de que ocupa 10% del texto: 3 capítulos.

En otras ocasiones, se refirieron a un máximo de 6 preguntas del tema en el examen. Esto es más congruente con el 10% de espacio que ocupa el texto.

Respecto al planteamiento y conocimientos que demandan las preguntas contenidas en los exámenes de la SEP referidas por los estudiantes, surge el siguiente análisis:

- Algunas preguntas están demandando una memorización total del libro de texto, pues les están pidiendo información literal innecesaria y que pudiera estorbar para comprender los contenidos más significativos y funcionales del texto. La pregunta 2, por ejemplo, les pide haberse aprendido de memoria qué isótopo es utilizado para calcular la antigüedad del fósil de coral, información que sólo aparece en un recuadro lateral al texto (ni siquiera considerado como contenido principal en el libro). En la pregunta 5 se les está pidiendo que hayan memorizado el nombre del investigador que encontró los restos de *Paranthropus*, información que también aparece en el texto pero que me parece un exceso que les sea preguntado. ¿Será que los estudiantes no puedan comprender la secuencia de la evolución propuesta para el hombre si no saben el nombre de los investigadores que han descubierto los restos de sus ancestros evolutivos?
- En la pregunta 3 se cuestiona adecuadamente la teoría de Lamarck, pero recordemos que resulta incongruente que esto les sea pedido pues es un tema que no aparece en los objetivos, y la SEP insiste en que los asesores se enfoquen a cubrir solamente los objetivos escritos.
- La información requerida para contestar la pregunta 4 (el ancestro más antiguo de los monos) no aparece en los contenidos. No es válido que les sea cuestionada información que no está considerada en el texto.
- En la pregunta 9 ninguna respuesta es correcta, al menos, de la manera como fue referida por los estudiantes. La selección natural no actúa sobre las especies ni provocando que éstas “logren” un alto grado de especialización (enunciado muy ambiguo y falto de significado) ni invadan una gran cantidad de hábitats, ni que presenten modificaciones en el código genético, ni que desarrollen variables favorables que les permitan adaptarse a su medio (las especies no desarrollan variables favorables por acción de la selección natural, las variaciones ya existen y son seleccionadas las más favorables).
- En la pregunta 13 se pide la secuencia cronológica de los ancestros del hombre. Desde el contenido del texto, dada su antigüedad, se considera al Neandertal como antecesor del Hombre de Cro-magnon, secuencia que actualmente ya no es aceptada. Por ello, ninguna respuesta es correcta aunque sí existe una respuesta congruente con el texto.
- Se prefiere preguntar (pregunta 15) en qué se basaba la clasificación del sistema natural antiguo y no tomar en cuenta en la pregunta a las relaciones evolutivas detectadas como fundamentales para los sistemas de clasificación modernos (hecho que sí está considerado en los contenidos del texto).

- La pregunta 14 es la única que está planteada a partir de un ejemplo práctico, para indagar cómo los estudiantes aplican conocimientos acerca de la especiación y las barreras que evitan el cruce entre especies diferentes. Este tipo de preguntas debiera ser más generalizado en los exámenes, pues demanda sobre lo significativo de los conocimientos aprendidos; claro está que el texto y las asesorías deberían ser acordes con esta lógica.
- En general, resulta muy incongruente que, por una parte, se les pida a los estudiantes sean capaces de resolver ejemplos prácticos de aplicación de conocimientos significativos y, por otro lado, se les demande una memorización tan estricta sobre elementos muy específicos y sin significado para ellos.
- Las tres preguntas referidas para la herencia (16, 17 y 18) pretenden hacer distinción entre las características heredables y las no heredables. Las opciones planteadas como respuestas resultan muy ambiguas para este fin. Cada pregunta puede tener varias respuestas pues se sabe que es genéticamente heredable la disposición para desarrollar ciertas conductas, aficiones y cualidades físicas, intelectuales y artísticas. Esto puede crear aún mayor confusión en los estudiantes sobre lo que es heredable y lo que no.
- El resto de las preguntas me parecen bien planteadas y aunque algunas insisten en el factor de memorización, son elementos necesarios para darle secuencia lógica a la información manejada: definición de adaptación, pruebas indirectas de evolución, origen de la variación, desarrollo de la teoría de Darwin, ancestro inmediato del hombre y características diferenciales de sus ancestros.

Después de revisar las preguntas de los exámenes de autoevaluación y las del examen oficial es evidente que la SEP está apostando, en gran medida, por una educación memorística de principios del siglo XX, al menos en la Preparatoria Abierta. Esto denota una incongruencia absoluta con la propuesta de favorecer el autodidactismo y el buen ánimo hacia la educación continua (objetivos escritos oficialmente por la SEP y ya mencionados en su momento) cuando los objetos a ser aprendidos están siendo sólo memorizados para tratar de aprobar un examen y con una falta total de significado. Suponer que la educación es sinónimo de memorización es una consideración muy primitiva. Los estudiantes terminarán concluyendo que la biología es una ciencia plana e inerte de la que tienen que memorizar cerca de 800 páginas de un texto pues es la manera en que pueden contestar acertadamente los exámenes oficiales. Probablemente también concluyan que ya no hay nada más por leer o conocer acerca de la biología o si llegan a ubicar que aún hay mucho por conocer, no será fácil que les queden muchas ganas de enterarse. Así mismo, tampoco es fácil que puedan darse cuenta del dinamismo real y cotidiano de lo biológico, al grado de que nosotros mismos somos uno de los muchos objetos de estudio de la biología, como ejemplo inmediato de la complejidad y misterios que debieran despertar el interés activo de cualquier persona.

Por otra parte, relacionando los análisis desarrollados en esta investigación acerca de los objetivos, contenidos y exámenes, se hace evidente la incongruencia existente entre algunos elementos considerados en tales planteamientos y documentos:

- Existen conocimientos que aparecen en los contenidos y que son considerados en las preguntas de examen, pero no en los objetivos.
- Se plantean preguntas de examen acerca de información que no aparece en el libro de texto, cuando se supone que a partir de su contenido se elaboraron las preguntas.
- La SEP está demandando en los exámenes que los estudiantes, por una parte, se aprendan de memoria el libro de texto de casi 800 páginas (en cuyo caso se convertirían en un libro de biología de Smallwood ambulante elaborado hace 40 años) y, por otra, que sean capaces de aplicar conocimientos aprendidos significativamente para resolver ejemplos prácticos. Los objetivos planteados no corresponden a ninguna de estas tendencias educativas: en ningún enunciado de los objetivos se indican frase como “el alumno memorizará...” o “el estudiante desarrollará la capacidad de aplicar significativamente la información adquirida en ejemplos prácticos...”, aunque si los invitan continuamente a solo “mencionar “ una serie de conocimientos que pudieran referirse a memorizarlos sin significado (ejemplo: “Mencionará las fuentes de variación”).

Todo ello resulta totalmente confuso para los estudiantes, asesores y los mismos coordinadores que en conjunto deseen tener resultados educativos y también aprobatorios en los exámenes de la SEP. No es fácil decidir hacia donde dirigir la educación en las asesorías del subsistema cuando el propio subsistema presenta las incongruencias ya mencionadas.

4.3.3e ANALISIS DE LA BIBLIOGRAFIA SUGERIDA EN LOS CAPITULOS DE EVOLUCION

La bibliografía recomendada en la guía de estudio¹³⁸ para los capítulos que contienen los temas sobre evolución es la siguiente:

Darwin, C., “Autobiografía”, Ed. Nova Buenos Aires, 1945.

Darwin, C., “Viaje de un naturalista alrededor del mundo”, Ed. El Ateneo, Buenos Aires, 1945. El Viaje del Beagle contado por Darwin.

Barnett, S. A. y colaboradores, “Un siglo después de Darwin”, Alianza Editorial, Madrid, 1966.

Halfpter, G., “La Especie en Biología” Acta politécnica Mexicana, 8:143-150, 1967.

Gómez-Pompa, A., “El Concepto de Especie en Angiospermas”, Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., 26, 95-99, 1965.

Comas, J., “Unidad y variedad de la especie humana”, UNAM Lecturas universitarias, México, 1967.

Vallois, H.V., “Las razas humanas”, Ed. Universitaria de Buenos Aires, 1964.

Moore, R., “Hombre, tiempo y fósiles”, Ed. Labor, S.A., 1957.

Hemleben, J., “Darwin” Alianza Editorial, Madrid, 1971.

Houghton Brodrick, A., “El hombre prehistórico”, F.C.E., México 1955.

Myres, J.I., “El amanecer de la historia”, F.C.E., México, 1950.

Más allá de que no haya un orden alfabético ni cronológico en la presentación de estos documentos, lo que es evidente es lo anacrónico que resulta. Todos ellos fueron publicados entre 1945 y 1971. Aunque todos los textos son en español y editados en México (lo cual los hace parecer accesibles) no existe ninguno actualizado. Ni siquiera la bibliografía de la guía ha sido revisada y actualizada. Es posible que algunos de estos libros ni siquiera se pudieran conseguir. También es muy posible que un material actualizado creara una mayor confusión sobre los contenidos del texto, a sabiendas que maneja los conocimientos de hace 40 años.

¹³⁸ Velasco, E. 2000. *O. c.* p. p. 49 y 129.

Respecto a la bibliografía recomendada por el libro de texto, enlisto las siguientes consideraciones:

- Todo el material es en el idioma inglés, lo cual es congruente con el origen americano del texto.
- Son publicaciones comprendidas entre 1950 y 1966. Esto habla de lo atrasado del texto, pues aunque fue publicado en 1968, y considerando los tiempos de revisión y publicación, es posible que el material se haya terminado de escribir en 1966.
- Están comprendidas obras de Darwin pero en sus versiones en inglés.
- También se encuentran obras de Dobzhansky, Stebbins, Mayr y Huxley. Lo más incongruente es que no se hable explícitamente en el texto acerca de la teoría sintética cuando se proponen obras de consulta de autores que son sus principales fundadores y exponentes (en las referencias también se hace alusión a Simpson).

En general se trata de un material atrasado, de difícil acceso y en otro idioma. Totalmente inconveniente para invitar al estudiante autodidacta a consultarlo y aún menos cuando, con el propio texto, tiene muchísimo que leer y retener para enfrentarse a exámenes básicamente memorísticos.

4.3.4 OTROS NUCLEOS PROBLEMATICOS DETECTADOS QUE AFECTAN A LOS ESTUDIANTES EN SU APRENDIZAJE DE LA EVOLUCION

La ubicación de la materia de biología dentro del plan de estudios puede resultar confusa para los estudiantes. Como ya se mencionó, está colocada en diferentes semestres (quinto o sexto) dependiendo del área de estudios que se está cursando (aún tratándose de los mismos contenidos) y por ello tiene en la estructura de registro a examen para la SEP una clave diferente: 56 para las áreas de humanidades y ciencias administrativas y sociales, y 66 para el área de ciencias físico-matemáticas (consultar anexo 9.1). Si los estudiantes se equivocaran en su registro implicaría la anulación de su examen y por ende de su calificación pues se eliminaría al no corresponder con el área cursada. Esto provocaría un retraso en tiempo y avance de créditos por una confusión de tipo administrativo.

En la Preparatoria Abierta existen dos períodos denominados fase A y fase B para presentar los exámenes de las diferentes materias. La fase A agrupa a 21 materias, mientras que la fase B reúne a 19 de las materias. Existen exámenes cada 15 días pero correspondientes a una fase distinta, de tal manera que cada materia de una fase se presenta cada mes. Así, la materia de Biología que pertenece a la fase A, ya sea clave 56 o 66, se puede presentar cada mes (a excepción de los períodos de vacaciones administrativas oficiales de la SEP).¹³⁹ Los exámenes se solicitan con un mes de anticipación y de haber un error en el registro de la clave de Biología, se generarían las complicaciones antes mencionadas. Por ello me parece un problema innecesario que la materia de Biología sea manejada con dos claves diferentes y en distintos semestres aún cuando comprende exactamente los mismos contenidos. Actualmente se está implementando una modificación a los períodos para que los exámenes de las asignaturas de ambas fases se puedan presentar al mismo tiempo cada 15 días.

La consideración de la asesoría de biología para un período de pocas semanas cuando el texto está considerado para un año escolarizado en su origen, resulta poco práctico. Es necesario hacer recursos *ad hoc* para el sistema y sus tiempos.

El ausentismo y la deserción son dos problemas comunes entre los estudiantes que se inscriben a los centros de asesoría. La falta de asistencia de los estudiantes que ocurre durante las asesorías es un problema frecuente de no fácil solución. Algunos de ellos no están interesados en los contenidos de la asignatura. Ellos mismos me han expresado que traen consigo un prejuicio de rechazo hacia la biología, proveniente de niveles educativos anteriores, y reforzado por la idea generalizada de gran dificultad para acercarse a ella y entenderla, como sucede con todas las asignaturas científicas. Para fortalecer aún más esta consideración negativa, la SEP eligió como texto un libro de casi 800 páginas que, en la práctica (de acuerdo al tipo de preguntas de las guías de autoevaluación y exámenes), pretende que sean aprendidas enciclopédicamente. Por si esto fuera poco, en las escuelas particulares se llegan a impartir asesorías hasta de sólo 15 horas que claramente no

¹³⁹ SEP. Dirección de Sistemas Abiertos. 2004a. **Calendario de Solicitud y Presentación de Exámenes.** Enero-Abril. Preparatoria Abierta. p. 1.

alcanzan ni para resolver dudas, en el caso de que los estudiantes asistieran con el texto leído, evento como ya se mencionó antes, en general es improbable. De hecho, muchos estudiantes al presentarse a las asesorías de biología sin el libro de texto, provocan que la asesoría se convierta en una clase tradicional y ellos estén como elementos pasivos solamente recibiendo información sobre un texto muy extenso en pocas semanas. Esto hace aún más difícil la práctica de las asesorías. Aún 40 horas, que es el máximo de duración de las asesorías en los colegios investigados, resultan muy poco tiempo revisar de una manera significativa el material. De esta manera, no es fácil establecer una enseñanza-aprendizaje constructivista y que dé espacio para investigar las concepciones previas de los estudiantes y utilizarlas en la construcción del nuevo conocimiento bajo tales limitaciones. Con todo este contexto, se hace también evidente el motivo de deserción de la asesoría de Biología, cuando de antemano se tiene un rechazo hacia la materia y se “asusta” aún más a los estudiantes con los factores del tiempo reducido y la gran cantidad de material a aprenderse.

Un problema extra a considerar es la falta de laboratorio como parte del programa del estudio de la Biología. Mientras que para las asignaturas de física y química el programa de preparatoria abierta considera y recurre a la elaboración de prácticas en laboratorios caseros o de institutos y colegios disponibles¹⁴⁰, esto no fue considerado para la materia de biología. Incluso se elaboraron cuadernillos de laboratorio para física y química, mientras que para la materia de Biología esto nunca se ha considerado, aún cuando existe el manual de prácticas de laboratorio que acompaña al texto de Biología de Smallwood.¹⁴¹

La forma como algunos asesores hemos fomentado la parte práctica y de investigación personal en los estudiantes es con investigaciones bibliográficas extramuros (enfocadas a la actualización del material) y prácticas en casa y algunas observaciones de preparaciones con la ayuda de microscopios de juguete o semiprofesionales. En particular, para evolución, la visita a museos, muestras de fósiles, elaboración de pseudofósiles y juegos didácticos ayudarían a la comprensión y apropiación de los conocimientos.

El material didáctico es mínimo y en donde se ha invertido más en esquemas y algunas cartulinas para crear síntesis de los temas de biología es en el colegio Isaac Ochoterena. En los colegios del Instituto Superior Angloamericano no se ha logrado convencer a las autoridades superiores de invertir en material didáctico, a pesar del interés en ello por parte de asesores y coordinadores del subsistema.

En los centros privados de asesoría como los investigados, se tiene la facilidad de que sus autoridades realizan todos los trámites burocráticos de inscripción y pago al subsistema y a sus exámenes. Los estudiantes no tienen que estar tan involucrados en ello y sólo pendientes de sus fechas de inscripción y de exámenes. La mayoría de los estudiantes con estas facilidades, que son una ventaja para su menor dispersión para su educación, se hacen menos responsables de su aprendizaje, esperando que todo sea resuelto por los asesores y las autoridades. Algunos, de manera literal, han expresado que “si pagan, tiene derecho a que el asesor les de guías resueltas, material resumido escrito, o que ya no tienen porque realizar trabajos de investigación extra clase”.

¹⁴⁰ Mac Kenzie, N. Et al. 1979. *O. c.* p. p. 412-413.

¹⁴¹ Green, E. y Kenneth Bobrowsky. 1980. **Laboratorio de Biología Investigaciones.**

También existe la idea generalizada, reportada por los propios estudiantes al ingresar al subsistema, que la Preparatoria Abierta es una opción para la gente con problemas de aprendizaje, inadecuada, con problemas emocionales, “más fácil que el escolarizado”, “para sacar más rápido la prepa y olvidarse de ella”, “para echar la flojera”, “sólo ir 2 horas diarias al escuela y ya”. La realidad siempre los rebasa y ubica en que estas actitudes iniciales no les van a facilitar su camino por el subsistema. Es una modalidad más ambiciosa en contenidos (pero atrasado) que muchos programas escolarizados. Aquí se tiene que terminar de revisar todo el material de cada asignatura pues la SEP preguntará en el examen acerca de todo el programa. En ocasiones, en el sistema escolarizado no importa si no se termina de revisar todo el material, el examen final contendrá sólo los temas vistos, pues el propio profesor es quien elabora el examen. Esta situación, aunada a la cantidad de material a revisar en tiempos tan cortos, exige de los estudiantes un esfuerzo extra en la asesoría y mucho trabajo fuera de la escuela. Así, resulta una opción más compleja en estos sentidos que su equivalente escolarizado.

En el capítulo de resultados retomaré elementos de este análisis para ligarlos a la evaluación del aprendizaje de la evolución que realicé en los tres centros de asesoría elegidos para esta investigación.

V. METODOLOGIA

Con el fin de detectar si los estudiantes de Preparatoria Abierta de la SEP están aprendiendo evolución al cursar una asesoría de biología, se aplicó el cuestionario diseñado por Sánchez¹⁴², antes y después de tal curso, a los estudiantes de tres centros de asesoría particulares del DF: El Colegio Isaac Ochoterena, el Instituto Superior Angloamericano de San José Insurgentes y el Instituto Superior Angloamericano de Coyoacán. Con este documento es posible ubicar si estos estudiantes poseen un conocimiento científico actual sobre el tema de evolución o, de no ser así, que tipo de concepciones alternativas tienen.

La autora del cuestionario aplicado desarrolló este instrumento de evaluación recopilando las experiencias de diversos investigadores en enseñanza de la evolución y toma como punto de partida a las concepciones alternativas más frecuentemente reportadas en los estudiantes, según lo encontró en la literatura. Se centró en tomar las mejores ideas para elaborar un examen de acuerdo con las características de las escuelas mexicanas de enseñanza media superior: una longitud no mayor de 30 reactivos y preguntas de opción múltiple para evitar la subjetividad en la interpretación de las respuestas.

Este documento está diseñado evitando la pregunta simple de conceptos y definiciones involucrados en el estudio de la evolución que referirían únicamente la memorización por parte de los estudiantes. En lugar de ello, se plantean preguntas de casos “prácticos” en donde resulta explícito si poseen conocimientos suficientemente claros para aplicarlos en tales casos.

Los principales temas problemáticos reportados para los estudiantes, que se consideraron para el diseño del examen, fueron: a) Origen de los cambios en una población; b) Papel de la variación en las poblaciones; c) La evolución como cambio en la proporción de individuos con nuevos caracteres, con la participación del proceso de selección natural. Estos son conocimientos fundamentales que deben poseer los estudiantes sobre evolución.

El cuestionario, al considerar tales problemáticas, revela: si el estudiante tiene un enfoque tipológico o poblacional; si tiene idea clara sobre el origen de la variación y sus efectos en coparticipación con la selección natural; si sus consideraciones sobre el cambio evolutivo son lamarckianas, teleológicas, ortogenéticas o darwinianas; y si es capaz de aplicar una concepción científica al responder a las preguntas y al elegir, de entre las opciones posibles, la explicación a la respuesta.

El que este documento lo haya aplicado al principio y al final del curso de biología fue para ubicar si hubo algún cambio en las concepciones evolutivas de los estudiantes después de haber asistido a la asesoría y de haber estudiado el texto que se tiene elegido en este subsistema.

Las aplicaciones de los cuestionarios las realicé entre el 30 de Enero de 2003 y el 1 de Julio de 2004. Apliqué 159 cuestionarios a 108 estudiantes de 16 grupos de los 3 colegios mencionados. De ellos, 22 estudiantes pertenecían a 4 grupos del Instituto Superior

¹⁴² Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p.p. 79-96.

Angloamericano de San José Insurgentes, 18 estudiantes eran de 3 grupos del Instituto Superior Angloamericano de Coyoacán y 68 estudiantes formaban parte de 9 grupos del Colegio Isaac Ochotorena. De los 108 estudiantes cuestionados, 51 presentaron el cuestionario tanto antes como después de la asesoría, 39 sólo resolvieron el cuestionario inicial y 18 contestaron sólo el cuestionario posterior a la asesoría.

El cuestionario de Sánchez, como puede verse en el anexo 9.2, consta de 3 partes (A, B y C). A continuación, explico los alcances del cuestionario en la obtención de información y la manera como se evaluaron las respuestas dadas por los estudiantes en cada una de sus partes.

PARTE A

En esta primera parte, como su autora lo menciona¹⁴³, se analiza el conocimiento de los tres puntos más conflictivos y básicos para comprender la teoría de la evolución: a) El origen de esta variación; b) El papel de la variación en el proceso evolutivo y c) La evolución considerada como cambios poblacionales, es decir, como la suma del cambio en proporciones de ciertos genotipos nuevos en una población. Primero, se origina y mantiene la variación en algunos individuos en los que se mejora su adaptación y, a la vez, también aumenta su adecuación, originando un número cada vez mayor de descendientes modificados hasta que el nuevo carácter se fija en la población.

Para ello, esta parte del cuestionario consta de seis preguntas que tienen tres opciones numéricas (1, 2 ó 3) para escoger como respuesta. El estudiante elige de entre las siguientes opciones:

- a) Tachar el número 1 si sólo la frase de la izquierda es correcta.
- b) Tachar el número 2 si no sabe o no se acuerda.
- c) Tachar el número 3 si sólo la frase de la derecha es correcta.

Al contestar de manera correcta (número 1 ó 3, según sea el caso), el estudiante está manejando una concepción científica, al responder incorrectamente el estudiante revela una concepción alternativa y al optar por el número 2 (de duda) se considera que no asume un pensamiento evolutivo o que no posee información sobre el tema.

¹⁴³ Sánchez, M.C. 2000. *O. c.* p. 109.

En la siguiente tabla se pueden observar cómo están agrupadas las preguntas por pares, de acuerdo al punto de conflicto que abarcan, al tipo de información que se obtiene y qué es lo que muestran (basado en Hernández¹⁴⁴).

Parte A del cuestionario

No. de pregunta	Punto de conflicto	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta
1 y 2	Origen de la variación. (Azar vs. Necesidad)	Refleja que la variación en los caracteres se originó por cambios azarosos en el material genético (mutaciones o recombinación genética), y que estos caracteres sobreviven o desaparecen por selección natural.	Muestra la creencia de que las variaciones surgen por necesidad y determinada por el ambiente.
3 y 4	Papel de la variación en el proceso evolutivo (Adaptación diferencial vs. Adaptación inmediata)	Refiere a la idea que las poblaciones evolucionan debido a que algunos de sus miembros poseen una ventaja adaptativa sobre otros individuos, en virtud de sus características genéticas.	Informa que el estudiante considera a la evolución como un proceso que modifica, por necesidad, a las especies como un todo, y promueve su adaptación inmediata al ambiente, ignorando la variación dentro de una población (variación intraespecífica).
5 y 6	La evolución considerada como cambios poblacionales (Pensamiento poblacional vs. Pensamiento tipológico)	Atribuye el surgimiento de nuevas características, a los cambios discretos en los individuos, y que éstas se establecen gradualmente en la población como aumento en la proporción de individuos con la nueva característica a través de varias generaciones.	Permite ver la idea de que el cambio evolutivo se debe a un cambio gradual en todos los miembros de una población, el cual se va “heredando y afianzando cada vez más” en la descendencia generación tras generación.

Tabla No. 1. Puntos de conflicto que atienden cada par de preguntas de la parte A, y las interpretaciones para sus respuestas correctas e incorrectas.

¹⁴⁴ Hernández, M. C. 2002. *O. c.* p. 101

Para analizar el resultado de las respuestas a este tipo de preguntas se asigna un puntaje de la siguiente manera (basado en Sánchez¹⁴⁵):

TIPO DE RESPUESTA	PUNTAJE
Respuesta correcta (sea el 1 ó 3, según corresponda a la frase acertada).	5
Respuesta número 2 (no sé o no me acuerdo).	2.5
No contestada. (Tomada como no sabe o, no sabe si sabe o no)	2.5
Respuestas Incorrectas	0
Doble respuesta	0

Tabla No. 2. Tipo de respuesta para las preguntas de la parte A del cuestionario y su puntaje correspondiente.

Las respuestas “no sé o no me acuerdo” y las no contestadas tienen un valor de 2.5, mayor al 0 de las respuestas incorrectas pues he considerado mayor ventaja para el aprendizaje no tener una concepción sobre el tema a tener que transformar una concepción alternativa ya establecida.

Los resultados numéricos de las respuestas las agrupé por pares de preguntas como mostré en la tabla no. 1, de acuerdo al punto de conflicto al que se refieren. De esta manera determiné (basado en Hernández¹⁴⁶):

- Como concepción científica válida a aquellos que sumaron 10 ó 7.5 al considerar cada bloque de dos preguntas (dos respuestas correctas o una correcta y una “no sé o no me acuerdo”, respectivamente).
- Como concepción indefinida o que no reporta información o pensamiento evolutivo a aquellos que sumaron 5 (dos respuestas “no sé o no me acuerdo”, o una correcta y otra incorrecta). Concepción indefinida o sin concepción.
- Como concepción no válida o alternativa a aquellos que sumaron 2.5 ó 0 (una “no sé o no me acuerdo” y una incorrecta o dos respuestas incorrectas).

¹⁴⁵ Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p. 88.

¹⁴⁶ Hernández, M. C. 2002. *O. c.* p. 102.

Agrupé a los estudiantes por tipos de concepción de acuerdo a lo que contestaron por cada par de preguntas para así tener más claro cómo se comportó la población en cada punto de conflicto, comparando este comportamiento entre ambos cuestionarios aplicados (el diagnóstico y el final).

Al realizar una suma del puntaje de toda la parte A, pude obtener resultados que van desde 0 (todas las respuestas incorrectas) hasta 30 puntos máximo (todas las respuestas correctas).

PARTE B

En esta sección del cuestionario clasifiqué a los estudiantes por sus concepciones particulares (científicas o alternativas), de acuerdo con las distintas explicaciones que se han dado sobre la evolución de las especies. El inciso de cada respuesta indica el tipo de concepción a la que se refiere. La siguiente tabla muestra esta clasificación (Basado en Hernández¹⁴⁷).

INCISO	CONCEPCION	SIGNIFICADO
L	Lamarckiana	El cambio de las especies se da gradualmente por uso y desuso de estructuras y funciones que se heredan a las siguientes generaciones debido a la necesidad de supervivencia.
T	Teleológica	La naturaleza origina cambios dirigidos en las especies con un propósito y hacia un fin determinados
O	Ortogenética	La evolución de las especies sigue un curso predeterminado por una fuerza interna en los organismos que les dirige hacia la perfección.
D	Darwiniana ¹⁴⁸	El origen de la variación es azaroso. La selección natural es el mecanismo principal del proceso evolutivo que actúa sobre la variación existente y selecciona a los individuos con las características más favorables para su permanencia y éxito reproductivo. Debido a los procesos hereditarios, tales características se irán transmitiendo a la descendencia y generalizándose en la población a través del tiempo.

Tabla No. 3. Tipo de concepción considerada por inciso posible de respuesta y su significado.

Consideré el inciso N) como respuesta nula para evitar respuestas inventadas o de posible interpretación subjetiva.

Para analizar los resultados, conté la cantidad de estudiantes que optaron por determinado inciso en cada pregunta y comparé los resultados antes y después de la asesoría.

Después, realicé un cruce de las respuestas dadas para ambas preguntas, observé cuántos estudiantes resultaron en cada posibilidad combinada y, en particular, cuántos tuvieron las dos respuestas darwinianas. También hice una comparación de este comportamiento antes y después de la asesoría.

¹⁴⁷ Hernández, M. C. 2002. *O. c.* p. 104.

¹⁴⁸ Aunque considero mejor el término de concepción científica actual en lugar de concepción darwiniana (por sus diferencias con la teoría moderna actual), respeté esta denominación como originalmente la utilizó Sánchez, autora del cuestionario.

Para darle un puntaje a la parte B tomé con valor 5 a la respuesta darwiniana y como 0 al resto de posibilidades y obtuve las siguientes categorías:

PUNTAJE	CRITERIO
10	Dos Respuestas darwinianas
5	Una respuesta darwiniana y otra alternativa
0	Dos respuestas alternativas

Tabla No. 4. Suma del puntaje de las dos respuestas de la parte B, de acuerdo al tipo de incisos elegidos.

PARTE C

Esta parte provee de información acerca de la comprensión de la participación de la selección natural y sus efectos en la evolución. Para ello, el cuestionario consta de diez problemas de tipo “doble acción - respuesta razón”, que son preguntas con dos opciones de respuesta seguidas por tres explicaciones posibles.

Las respuestas y sus explicaciones solo tenían una opción correcta respectivamente. Asigné puntajes a las posibles respuestas y explicaciones de la siguiente manera (Basado en Sánchez¹⁴⁹):

Tipo de respuesta	Puntaje
Respuesta correcta	2
Respuesta incorrecta	1
Explicación correcta	3
Explicación incorrecta	0
2 Respuestas ó 2 explicaciones	0
Respuesta no contestada	1.5
Explicación no contestada	1.5

Tabla No. 5. Tipo de respuesta y explicación con su puntaje correspondiente.

Asigné más puntos a la explicación correcta (3) que a la respuesta correcta (2) debido a que es evidente que explicar correctamente un aspecto de los eventos evolutivos es más valioso que sólo tener la capacidad de responder acertadamente.

Nuevamente di mayor puntaje a las respuestas y explicaciones no contestadas (1.5) que a las incorrectas (0) debido a que he considerado ventaja que los estudiantes no reporten una concepción clara a que manifiesten una alternativa, esto por considerarse una mejor disposición para el aprendizaje. Establecí el valor de 1.5 para la respuesta y la explicación no contestadas pues es la media entre 1 y 2, y entre 0 y 3 respectivamente.

¹⁴⁹ Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p. 90

Al sumar el puntaje de la respuesta con el de la explicación pude obtener las siguientes combinaciones y categorizaciones posibles por pregunta (Basado en Sánchez¹⁵⁰ y Hernández¹⁵¹):

Respuesta inicial	Explicación	Puntaje Total	Categoría	Código	Criterio
Incorrecta	Incorrecta	1	Concepción Científica Nula	C N	Esto denota que el estudiante ignora completamente el tema desde el punto de vista científico.
Correcta	Incorrecta	2	Concepción Científica Deficiente	C D	Esto implica que una concepción errónea muy arraigada permite al estudiante resolver correctamente la pregunta, pero utilizando razones equivocadas.
Incorrecta	Correcta	4	Concepción Científica Correcta Incompleta	C I	En este caso se considera, pese a lo erróneo de la respuesta inicial, que el estudiante al ser capaz de elegir una explicación correcta, es porque maneja una concepción alternativa menor o una concepción científica de conocimiento incompleto.
Correcta	Correcta	5	Concepción Científica	C C	El estudiante responde correctamente a ambas etapas (Respuesta y explicación).

Tabla No. 6. Categorización de puntaje combinado al sumar las posibilidades del tipo de respuesta y del tipo de explicación dadas por pregunta.

Al sumar la respuesta y la explicación no contestada encontraría un total de 3 puntos. Esto asumiría una falta de información o que no se asume un pensamiento evolutivo, lo cual he considerado más ventajoso que una categoría CN o que una CD, que podrían implicar concepciones alternativas muy arraigadas.

Al realizar una sumatoria de los resultados de las diez preguntas de esta parte C, pude identificar la categoría de la concepción general como resultado de toda la sección. Para ello, establecí rangos de puntaje para colocar la sumatoria en alguna de las cuatro categorías ya consideradas individualmente para cada pregunta (mostradas en la tabla no. 6).

¹⁵⁰ Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p. p. 89-90.

¹⁵¹ Hernández, M. C. 2002. *O. c.* p. p. 110-111.

La siguiente tabla muestra los rangos de categorización:

Rango de Puntaje Total	Categoría	Clave	Criterio
10 a 15	Concepción Científica Nula	C N	El rango se extendió desde que las 10 respuestas-explicaciones resultaran CN (10 puntos) hasta un máximo de 5 CD con 5 CN ($10 + 5 = 15$).
16 a 31	Concepción Científica Deficiente	C D	A partir de 6 CD con 4 CN ($12 + 4 = 16$) hasta 5 CI con 5 CD ($20 + 10 = 30$) + 1, para ajustar el límite con el rango superior.
32 a 45	Concepción Científica Correcta Incompleta	C I	A partir de 6 CI con 4 CD ($24 + 8 = 32$) hasta 5 CC con 5 CI ($25 + 20 = 45$).
46 a 50	Concepción Científica	C C	Desde 6 CC con 4 CI ($30 + 16 = 46$) hasta 10 CC (50).

Tabla No. 7. Rangos de puntaje correspondiente a cada categoría de concepción y el criterio utilizado para el establecimiento de dicho rango.

Los criterios de cada rango los establecí con la consideración general siguiente: para que un resultado lo ubicara en el rango superior, debería tener mayoría de respuestas de ese rango superior (al menos seis de diez).

Agrupé a los estudiantes de acuerdo a las categorías de puntaje total de la parte C y se comparé lo ocurrido antes y después de la asesoría.

Posteriormente, ordené los datos obtenidos a partir de cada sección del cuestionario y establecí las siguientes categorías de análisis:

1) Considerando al cuestionario como si fuera un examen escolar, determiné cuántos estudiantes aprobaron antes y después de la asesoría. Para ello realicé la sumatoria de los puntajes de las tres partes del cuestionario. El total máximo fue de 90 puntos (30 de la parte A, 10 de la parte B y 50 de la parte C) el cual lo igualé a una calificación de 10. Las otras posibilidades de resultado las fui equiparando proporcionalmente y la calificación mínima aprobatoria que consideré fue de 6 (54 puntos totales). Para llevar a cabo este análisis se utilizó a la población total de 108 estudiantes.

2) Utilizando los datos de la población que resolvió ambos cuestionarios (diagnóstico y final) analicé el comportamiento de las respuestas antes y después de la

asesoría haciendo un comparativo general para identificar algún cambio que reportara si los estudiantes manejaron más científicamente los conocimientos evolutivos al final de la asesoría. Es decir, si los estudiantes aprendieron evolución durante la asesoría de Biología. Primero, estimé el promedio general que esta población sacó como calificación tanto en el examen diagnóstico como en el final y los comparé. Después realicé comparaciones en cada una de las partes del cuestionario. Para la parte A clasifiqué a los estudiantes por categorías conceptuales (válida, indefinida o alternativa) en cada par de pregunta de acuerdo al punto de conflicto que denotan (origen de la variación, el papel de la variación en el proceso evolutivo, y la consideración poblacional). En la parte B agrupé por tipo de concepción de acuerdo al inciso elegido (lamarckiana, teleológica, ortogenética, darwiniana y otra). También realicé un cruce de las respuestas dadas para las dos preguntas de esta sección y observé el comportamiento para esta combinación. En la parte C sumé el puntaje de las diez preguntas y clasifiqué a los estudiantes de acuerdo a su concepción general (científica, incompleta, deficiente o nula).

3) Ubiqué al número de estudiantes que dieron respuestas correctas totales en cada parte del cuestionario, antes y después de la asesoría. De entre ellos investigué como resolvieron las otras partes del cuestionario.

4) Comparé los resultados obtenidos entre los diferentes grupos analizados, entre los tres colegios, entre los diferentes períodos de tiempo en que se impartió la asesoría, y entre los estudiantes que habían asistido a algún curso previo de biología de bachillerato, para detectar si se mostraba alguna diferencia.

5) Identifiqué la respuesta más frecuente para cada pregunta y realicé una interpretación del por qué esa respuesta fue la más escogida.

Para la captura de los datos usé el programa Excel de Office XP y para el análisis de las categorías anteriores utilicé el programa estadístico SPSS. Para determinar si existía diferencia significativa entre los promedios comparados utilicé la prueba de hipótesis t-student, según Jonathan Franco, *et. al.*¹⁵²

¹⁵² Franco, Jonathan *et. al.* 1985. **Manual de Ecología.** p. p. 178-196.

VI. RESULTADOS

6.1 RESULTADOS DE LA APLICACION DE CUESTIONARIOS

6.1.1 POBLACION

Como mencioné en el capítulo anterior, las aplicaciones de los cuestionarios las realicé entre el 30 de Enero de 2003 y el 1 de Julio de 2004. Apliqué, antes y después de las asesorías de biología de los 3 colegios estudiados, un total de 159 cuestionarios a 108 estudiantes pertenecientes a 16 grupos. La tabla siguiente muestra como se encontraban conformados estos grupos a los que fue aplicado el cuestionario:

Grupo	Escuela ¹⁵³	No. de horas de asesoría	No. de cuestionarios aplicados		Estudiantes que presentaron:			No. total de estudiantes
			Previo	Posterior	Los 2 cuestionarios	Sólo previo	Sólo posterior	
I	AI	20	5	1	1	4	0	5
II	AI	40	5	6	5	0	1	6
III	AI	40	6	4	4	2	0	6
IV	AC	40	4	4	4	0	0	4
V	AC	40	5	4	4	1	0	5
VI	AC	40	7	6	4	3	2	9
VII	IO	20	4	3	2	2	1	5
VIII	IO	40	12	9	7	5	2	14
IX	IO	40	2	2	1	1	1	3
X	IO	20	8	6	3	5	3	11
XI	IO	20	2	1	0	2	1	3
XII	IO	15	6	7	4	2	3	9
XIII	IO	20	8	6	3	5	3	11
XIV	IO	20	7	5	5	2	0	7
XV	IO	15	5	3	3	2	0	5
XVI	AI	40	4	2	1	3	1	5
16	3		90	69	51	39	18	108

Tabla No. 8. Grupos de asesoría de biología a los que fue aplicado el cuestionario, con sus datos generales.

¹⁵³ Las siglas de las escuelas corresponden a: AI = Instituto Superior Angloamericano de San José Insurgentes; AC = Instituto Superior Angloamericano de Coyoacán; IO = Colegio Isaac Ochoterena.

Del total de 108 estudiantes cuestionados, 22 pertenecían a 4 grupos del Instituto Superior Angloamericano de San José Insurgentes (AI), 18 eran de 3 grupos del Instituto Superior Angloamericano de Coyoacán (AC) y 68 formaban parte de 9 grupos del Colegio Isaac Ochotorena (IO).

De todos ellos, 13 ya habían cursado anteriormente la asignatura de biología del bachillerato. Las edades de los estudiantes van desde los 15 años hasta los 44, teniendo como moda los 18 años (22 estudiantes) y de 18 a 22 años el rango de edad de mayor concentración de la población (57.7 %). El 54.7 % de los estudiantes eran hombres y el 45.3 % mujeres.

En total, 90 estudiantes resolvieron el cuestionario previo a la asesoría y sólo 69 el posterior (23.33 % menos que los primeros). De entre ellos, únicamente 51 estudiantes presentaron ambos cuestionarios (tanto el previo como el posterior a la asesoría), lo que representa el 47.22 % del total de estudiantes; 39 sólo resolvieron el cuestionario inicial (36.11 % de la población) pero no estuvieron presentes para resolver el cuestionario posterior, y 18 no estaban presentes para el cuestionario previo y contestaron solamente el cuestionario posterior a la asesoría (el 16.67 %).

En 12 de los 16 grupos encuestados, se redujo el número de cuestionarios resueltos al final de la asesoría respecto a los del inicio, en 2 grupos se mantuvo el mismo número y en otros 2 grupos aumentó en uno el número final de cuestionarios con respecto al inicial. Ya mencioné que hubo 23.33% menos de estudiantes resolviendo el cuestionario posterior con respecto al total de estudiantes que resolvieron el diagnóstico. Cerca de una cuarta parte de la población ya no estaba asistiendo al final de la asesoría.

Estos datos revelan lo inestable de la población que asiste a las asesorías; el ausentismo y deserción son frecuentes en esta modalidad educativa (aspectos que yo mismo he corroborado en mi experiencia como asesor del subsistema, y que ya mencioné en los referentes institucionales). El ausentismo es un problema evidente para el aprovechamiento de la asesoría y más aún cuando la mayoría de los estudiantes no poseen el texto ni la guía de estudio.

6.1.2 ESTUDIANTES QUE APROBARON EL CUESTIONARIO

Considerando al cuestionario como si fuera un examen escolar, encontré que, de los 159 cuestionarios aplicados, sólo 12 resultaron aprobatorios (7.55 %). Es decir, éstos fueron los únicos que obtuvieron un mínimo de 6 de calificación en base a un total de 10 (la calificación máxima). La siguiente tabla muestra las características de estos 12 estudiantes que aprobaron el examen:

Estudiante	Calificación	Categoría de Examen ¹⁵⁴	Escuela	Grupo	Horas de asesoría	Curso previo
1	7.83	Primero de dos	Anglo Insurgentes	3	40	no
2	7.17	Sólo el uno	Anglo Insurgentes	1	20	no
3	6.56	Primero de dos	Isaac Ochoterena	15	15	no
4	8.94	Segundo de dos	Anglo Coyoacán	6	40	sí
5	8.78	Segundo de dos	Isaac Ochoterena	12	15	no
6	8.33	Sólo el dos	Anglo Coyoacán	6	40	no
7	7.89	Segundo de dos	Anglo Coyoacán	5	40	no
8	7.89	Segundo de dos	Anglo Coyoacán	6	40	no
9	7.78	Segundo de dos	Anglo Coyoacán	5	40	No
10	7.00	Segundo de dos	Isaac Ochoterena	14	20	No
11	6.78	Sólo el dos	Anglo Coyoacán	6	40	No
12	6.56	Segundo de dos	Anglo Coyoacán	5	40	No

Tabla No. 9. Estudiantes que aprobaron el cuestionario.

¹⁵⁴ Las categorías de examen representan lo siguiente: “Sólo el uno” se refiere a que el estudiante solamente contestó al cuestionario diagnóstico inicial, anterior a la asesoría. “Sólo el dos” se refiere a que sólo contestó el segundo cuestionario o final, posterior a la asesoría. “Primero de dos” se refiere a que es el cuestionario diagnóstico pero el estudiante resolvió los dos cuestionarios. “Segundo de dos” se refiere a que es el cuestionario final pero el estudiante también había resuelto el diagnóstico.

De la tabla anterior se observan los siguientes datos sobre los estudiantes aprobados en el primer examen:

1a.- En el cuestionario diagnóstico solamente aprobaron 3 estudiantes de 90 que lo respondieron (3.33 %).

1b.- De ellos, 2 presentaron ambos cuestionarios y reprobaron el segundo, es decir, que tuvieron menos claridad acerca de evolución después de tomar la asesoría. Uno de ellos tomó 15 horas de asesoría y 40 el otro.

1c.- El tercer estudiante aprobado sólo presentó el primer cuestionario pero no el segundo.

1d.- Dos cursaron su asesoría en el Anglo de Insurgentes, pero en grupos diferentes y el otro en el Colegio Isaac Ochotorena.

1e.- De entre ellos la máxima calificación fue de 7.83 y la menor de 6.56.

1f.- Ninguno había cursado antes biología de bachillerato.

En la misma tabla se observan los siguientes datos sobre el segundo examen:

2a.- De los 69 que presentaron el cuestionario final, aprobaron sólo 9 (13.04 %). Aún así se incrementó 10% el porcentaje de aprobados respecto a lo reportado para el cuestionario diagnóstico que fue de 3.33 %.

2b.- Ninguno de ellos había aprobado el primer cuestionario. Siete resolvieron ambos cuestionarios y dos sólo el segundo.

2c.- De los 9 estudiantes aprobados sólo uno había cursado biología de bachillerato anteriormente. El resto no habían recibido un curso previo.

2d.- La máxima calificación fue de 8.94 y la mínima fue de 6.56.

2e.- Siete cursaron una asesoría de 40 horas, uno de 20 y el otro de 15.

2f.- Siete se asesoraron en el Anglo de Coyoacán, de ellos cuatro formaban parte del grupo 6 y tres del grupo 5. Ningún estudiante del Anglo de Coyoacán había aprobado el primer examen y al final fue la institución con mayor número de aprobados.

2g.- Los dos restantes tomaron su asesoría en el Colegio Isaac Ochotorena.

2h.- Ocho de estos estudiantes aprobados fueron mujeres y sólo uno hombre, a pesar de que en la población total había mayoría de varones (54.7%).

6.1.3 ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LOS RESULTADOS DEL CUESTIONARIO DIAGNOSTICO Y DEL CUESTIONARIO FINAL.

Para este análisis solamente utilicé los resultados de los estudiantes que presentaron ambos cuestionarios para poder hacer un seguimiento más claro del “antes y después” de la asesoría. Con ello detecté si hubo algún cambio para saber si aprendieron evolución o no.

Los estudiantes quienes resolvieron ambos cuestionarios fueron 51. De ellos sólo dos aprobaron el primero, pero reprobaron el segundo. Siete aprobaron el cuestionario final y ninguno de ellos había aprobado el cuestionario diagnóstico. Esto habla de que aumentó el número de aprobados de 2 a 7. Estos siete lograron manejar los conocimientos evolutivos suficientes para aprobar después de haber tomado su asesoría. Véase la tabla no. 9 del apartado anterior para más datos sobre ellos (6.1.2).

Al calcular el promedio general de la calificación que obtuvo la parte de la población considerada se observa lo siguiente:

Categoría	No. de estudiantes	Promedio	Desviación estándar
Cuestionario diagnóstico	51	4.08	1.12
Cuestionario final	51	4.43	1.76

Tabla No. 10. Comparación entre los promedios generales del cuestionario diagnóstico y el cuestionario final.

El promedio general de ambos cuestionarios resultó muy bajo y acorde con lo reportado por Sánchez¹⁵⁵ para la denominada preprueba (cuestionario diagnóstico) quien encontró un promedio menor a 5 (tomando como 10 la calificación máxima) en todos los niveles escolares (de secundaria a licenciatura) con excepción de los últimos semestres de la carrera de biología. En lo particular, los bachilleratos estudiados por Sánchez tuvieron un promedio menor al reportado en esta investigación para la Preparatoria Abierta. En el promedio de la preprueba la ENP sacó 2.88, una preparatoria privada 2.89 y el CCH Oriente 3.63. En el promedio de la postprueba, Sánchez reportó 3.95 para el CCH después de un curso tradicional y 4.35 para la preprueba de la población que ingresó al turno matutino del primer semestre de la carrera de biología en enero 1998 (este dato de preprueba sirve como un equivalente a como egresaron de bachillerato los ingresantes a la licenciatura). Es claro que todos estos promedios resultaron menores a lo encontrado en esta investigación. Sólo fue algo mayor el promedio reportado para la población que ingresó a la carrera de biología en el turno vespertino enero de 1998, con 4.74.

Regresando a la comparación de la calificación promedio de la población que respondió al cuestionario diagnóstico contra el promedio que se obtuvo al resolver el cuestionario final, se observó una mejoría en el promedio de sólo 0.35 puntos, que no es significativa (Prueba

¹⁵⁵ Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p. p. 156-160.

t-student¹⁵⁶, $t = 1.23 < C = 1.99$, con $gl = 100$ y 95 % de confiabilidad). Esto indica que al pasar del promedio inicial de 4.08 al promedio final de 4.43, no se obtuvo ni siquiera una mejoría equivalente a la de una pregunta extra bien contestada, pues cada pregunta tenía una calificación de 0.55 puntos.

Este resultado indica que no hubo cambio real en el manejo de los conocimientos sobre evolución entre antes y después de cursar la asesoría.

A continuación presento un análisis comparativo que realicé entre los resultados del cuestionario diagnóstico y del cuestionario final, para cada una de las 3 partes que componen dicho cuestionario.

¹⁵⁶ Franco, J. *et. al.* 1985. *Op. cit.* p. p. 178-196.

PARTE A

+ PREGUNTAS 1 y 2. Origen de la variación.

Cómo mencioné en la metodología, estas preguntas revelan las ideas que tienen los estudiantes acerca del origen de la variación. Una concepción válida indica que la aparición de la variación es casual; una concepción indefinida denota la falta de algún tipo de concepción sobre el tema; y una concepción alternativa indica la idea de que el cambio en los organismos se debe a la necesidad o en respuesta a los cambios en el ambiente. La siguiente tabla presenta los datos reportados antes y después de la asesoría de la asignatura:

Categoría	No. de estudiantes Cuestionario diagnóstico	%	No. de estudiantes Cuestionario final	%
Concepción Alternativa	27	53.0	24	47.0
Concepción Indefinida	17	33.3	18	35.3
Concepción Válida	7	13.7	9	17.7
TOTAL	51	100.0	51	100.0

Tabla No. 11. Comparación, entre el cuestionario diagnóstico y el cuestionario final, de la cantidad de estudiantes por categoría de concepción, para las preguntas 1 y 2 de la parte A (Origen de la variación).

De los 51 estudiantes sólo siete ya poseían una concepción válida acerca de este tema antes de su asesoría y la mayoría, 53 %, demostraron una concepción alternativa. Después de haberle cursado no hubo una gran diferencia pues sólo 3 estudiantes cambiaron su concepción alternativa, aumentó en uno la indefinida y aumentó en 2 el número de estudiantes con una concepción válida acerca del origen de la variación.

+ PREGUNTAS 3 y 4. El papel de la variación en el proceso evolutivo (Adaptación diferencial).

Estas preguntas proveen de información acerca de la participación de la variación en la evolución. Una concepción válida refiere a la idea de que las poblaciones evolucionan gracias a las ventajas adaptativas de algunos de sus miembros, en virtud de sus características genéticas particulares; una concepción indefinida indica una falta de concepción acerca del tema; una concepción alternativa informa que el estudiante considera a la evolución como un proceso que modifica por necesidad a las especies como un todo y provoca su adaptación inmediata.

La siguiente tabla reporta lo sucedido sobre este tema en la población de estudiantes considerada:

Categoría	No. de estudiantes	%	No. de estudiantes	%
	Cuestionario diagnóstico		Cuestionario final	
Concepción Alternativa	22	43.1	21	41.2
Concepción Indefinida	17	33.4	23	45.1
Concepción Válida	12	23.5	7	13.7
TOTAL	51	100.0	51	100.0

Tabla No. 12. Comparación, entre el cuestionario diagnóstico y el cuestionario final, de la cantidad de estudiantes por categoría de concepción, para las preguntas 3 y 4 de la parte A (Papel de la variación en el proceso evolutivo).

En estos datos se observa como, al inicio de la asesoría, 12 estudiantes tenían una idea válida acerca del papel de la variación en la evolución y que esto disminuyó a sólo siete estudiantes después de la asesoría. Es decir, se confundieron más después de cursarla y hubo un incremento en los estudiantes con una concepción indefinida.

+ PREGUNTAS 5 y 6. Pensamiento poblacional.

Estas dos preguntas manifiestan si los estudiantes poseen un pensamiento poblacional o tipológico. Una concepción válida demuestra un pensamiento poblacional. En él, el surgimiento de nuevas características se debe a cambios discretos en los individuos que se van estableciendo de manera gradual en la población como un aumento en la proporción de individuos con la nueva característica a través de varias generaciones. Una concepción indefinida implica una concepción no clara acerca del tema. Una concepción alternativa denota que el cambio evolutivo se cree que se debe a un cambio que afecta a todos los miembros de una población al mismo tiempo, heredándose y afianzándose cada vez más en la descendencia.

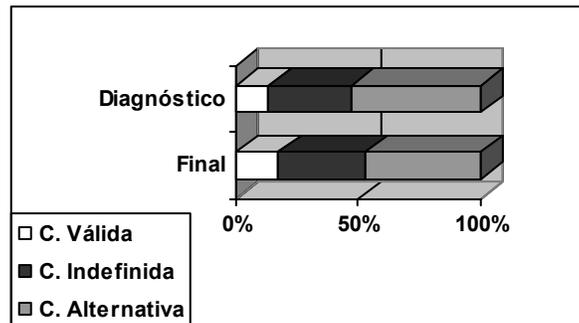
La siguiente tabla muestra lo ocurrido en la aplicación de cuestionarios para esta parte:

Categoría	No. de estudiantes Cuestionario diagnóstico	%	No. de estudiantes Cuestionario final	%
Concepción Alternativa	13	25.5	10	19.6
Concepción Indefinida	24	47.1	29	56.9
Concepción Válida	14	27.4	12	23.5
TOTAL	51	100.0	51	100.0

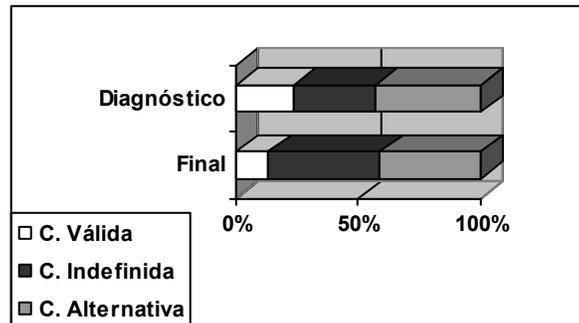
Tabla No. 13. Comparación, entre el cuestionario diagnóstico y el cuestionario final, de la cantidad de estudiantes por categoría de concepción, para las preguntas 5 y 6 de la parte A (Pensamiento poblacional).

De nueva cuenta el número de estudiantes con concepción válida disminuye después de cursada la asesoría. Aumenta la confusión y es la concepción indefinida la que vuelve a reportar incremento, en esta ocasión, sobre el manejo del pensamiento poblacional.

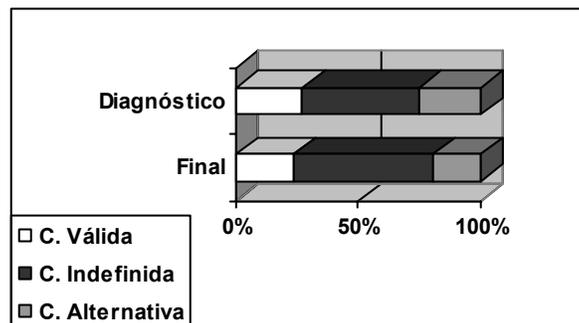
En la siguiente página se observan las gráficas que representan lo que encontré en esta investigación en esta parte A del cuestionario. Se hace evidente que los estudiantes más que aprender durante la asesoría sobre estos puntos de conflicto, se confunden más. En los 3 pares de preguntas se observa que la concepción indefinida siempre se incrementó en el número de estudiantes al final de la asesoría.



Gráfica No. 1 Comparativo entre los cuestionarios diagnóstico y final, del porcentaje de estudiantes por tipo de concepción para la suma del puntaje de las preguntas 1 y 2 de la parte A (origen de la variación).



Gráfica No. 2 Comparativo entre los cuestionarios diagnóstico y final, del porcentaje de estudiantes por tipo de concepción para la suma del puntaje de las preguntas 3 y 4 de la parte A (el papel de la variación en el proceso evolutivo).



Gráfica No. 3 Comparativo entre los cuestionarios diagnóstico y final, del porcentaje de estudiantes por tipo de concepción para la suma del puntaje de las preguntas 5 y 6 de la parte A (pensamiento poblacional).

PARTE B

Como ya hice mención, en esta parte del cuestionario ubiqué las concepciones evolutivas existentes en los estudiantes de acuerdo a las más reportadas en la literatura: lamarckiana, teleológica, ortogenética o darwiniana¹⁵⁷.

La siguiente tabla muestra lo encontrado para cada una de las dos preguntas:

Tipo de Concepción	Pregunta no. 1				Pregunta no. 2			
	No. de estudiantes Diagnóstico	%	No. de estudiantes Final	%	No. de estudiantes Diagnóstico	%	No. de estudiantes Final	%
Lamarckiana	4	7.8	2	3.9	34	66.7	34	66.7
Teleológica	22	43.2	16	31.4	3	5.9	3	5.9
Ortogenética	13	25.5	18	35.3	8	15.6	6	11.8
Darwiniana	9	17.6	12	23.5	3	5.9	7	13.7
Otra	3	5.9	3	5.9	3	5.9	1	1.9
TOTAL	51	100.0	51	100.0	51	100.0	51	100.0

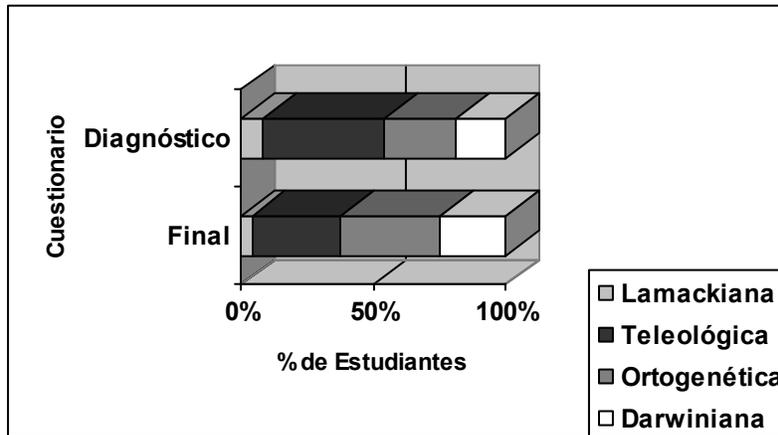
Tabla No. 14. Comparación entre el cuestionario diagnóstico y el cuestionario final del número de estudiantes por tipo de concepción en las preguntas 1 y 2 de la parte B.

En la primera pregunta, en la que se cuestiona de qué manera surgió la habilidad para correr tan rápido en los chitas, se observa una clara mayoría de estudiantes que recurrieron a una explicación teleológica en el cuestionario diagnóstico. Para el cuestionario final la tendencia mayoritaria se posicionó hacia la explicación ortogenética aunque muy cercana a ella se reportó de nuevo la concepción teleológica. Se registró un aumento de sólo 3 estudiantes en la concepción darwiniana al final de la asesoría.

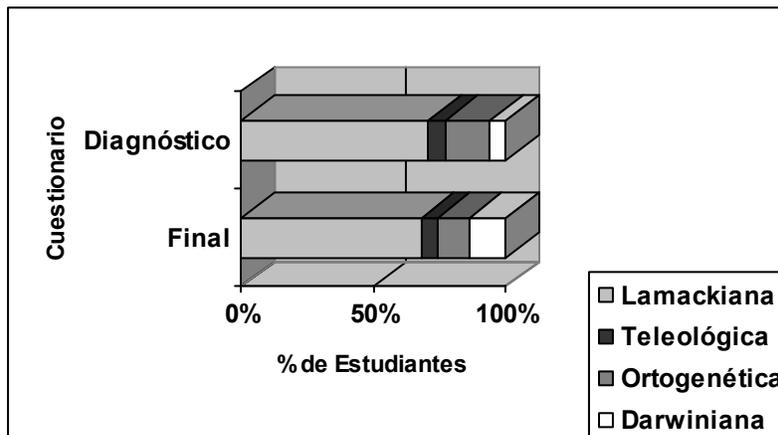
En la segunda pregunta, en la que se requiere de la explicación del incremento en resistencia hacia el D.D.T. en las poblaciones de mosquitos, se observó una clara mayoría de la explicación lamarckiana, la cual se conservó igual tanto antes como después de la asesoría. La concepción darwiniana reportó un aumento de 4 estudiantes al final de la asesoría.

¹⁵⁷ Como lo mencione en la metodología, aunque considero mejor el término actual de concepción científica en lugar de concepción darwiniana (por sus diferencias con la teoría moderna actual), respeté esta denominación como originalmente la utilizó Sánchez, autora del cuestionario.

Las siguientes gráficas muestran las tendencias observadas en las concepciones evolutivas detectadas para estas dos preguntas.



Gráfica No. 4 Comparativo entre los cuestionarios diagnóstico y final, del porcentaje de estudiantes por tipo de concepción para la pregunta No. 1 de la parte B.



Gráfica No. 5 Comparativo entre los cuestionarios diagnóstico y final, del porcentaje de estudiantes por tipo de concepción para la pregunta No. 2 de la parte B.

Los siguientes cuadros muestran las combinaciones resultantes al cruzar lo que cada uno de los estudiantes eligió para la primera y la segunda pregunta de esta parte B:

Cuadro No. 1. CRUCE DE RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS UNO Y DOS EN EL CUESTIONARIO DIAGNOSTICO.

B2->	LAMARC-	TELEOLO-	ORTOGE-	DARWI-	OTRA	
	KIANO	GICO	NETICO	NIANO		Fila
						Total
B1	-----+					
LAMARCKIANO	3 5.9%		1 1.9%			4 7.8%
TELEOLOGICO	15 29.4%	3 5.9%	4 7.8%			22 43.1%
ORTOGENETICO	8 15.6%		2 3.9%	2 3.9%	1 1.9%	13 25.5%
DARWINIANO	7 13.7%		1 1.9%	1 1.9%		9 17.6%
OTRA	1 1.9%				2 3.9%	3 5.9%
Columna	34	3	8	3	3	51
Total	66.7%	5.9%	15.7%	5.9%	5.9%	100.0%

Cuadro No. 2. CRUCE DE RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS UNO Y DOS DEL CUESTIONARIO FINAL.

B2->	LAMARC-	TELEOLO-	ORTOGE-	DARWI-	OTRA	
	KIANO	GICO	NETICO	NIANO		Fila
						Total
B1	-----+					
LAMARCKIANO	1 1.9%		1 1.9%			2 3.9%
TELEOLOGICO	12 23.5%		1 1.9%	3 5.9%		16 31.4%
ORTOGENETICO	11 21.6%	3 5.9%	3 5.9%	1 1.9%		18 35.3%
DARWINIANO	9 17.6%		1 1.9%	2 3.9%		12 23.5%
OTRA	1 1.9%			1 1.9%	1 1.9%	3 5.9%
Columna	34	3	6	7	1	51
Total	66.7%	5.9%	11.8%	13.7%	2.0%	100.0%

La combinación Teleológica-Lamarckiana es por la que más optaron los estudiantes para ambos cuestionarios. En el diagnóstico es muy evidente ésta mayoría. En el cuestionario final disminuyó esta tendencia pero se mantuvo como la combinación más común, aunque se le acerca mucho la combinación Ortogenético-Lamarckiana. La combinación Darwiniana-Darwiniana sólo estuvo representada por un estudiante en el primer cuestionario y por dos en el segundo. En el cuestionario inicial, once estudiantes optaron por, al menos, una respuesta darwiniana. Para el segundo fueron 17 los que tuvieron este comportamiento. Ocurrió un aumento de estos estudiantes que optaron por, al menos, una de las respuestas darwinianas.

PARTE C

En esta parte el cuestionario nos ofrece información acerca de la comprensión del proceso de selección natural. Como lo mencioné en la metodología, el tipo de respuesta se categorizó en cuatro posibilidades: concepción científica, concepción incompleta, concepción deficiente y concepción nula.

La siguiente tabla muestra el comportamiento de los estudiantes con respecto a esta categorización, antes y después de la asesoría:

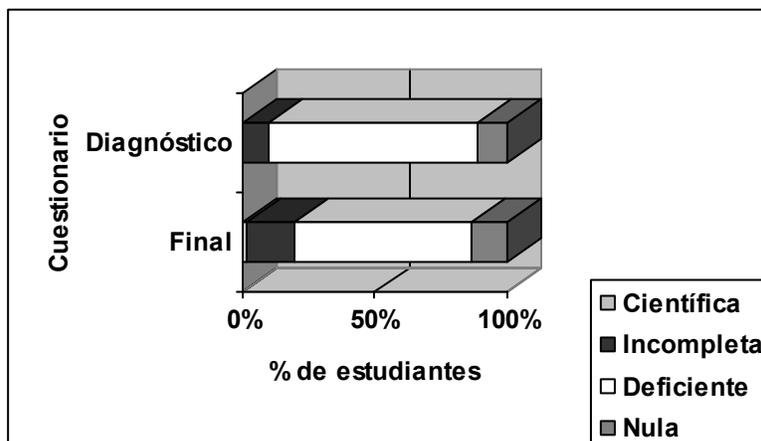
Tipo de Concepción	No. de estudiantes Diagnóstico	%	No. de estudiantes Final	%
Nula	6	11.8	7	13.7
Deficiente	40	78.4	34	66.7
Incompleta	5	9.8	9	17.6
Científica	0	0.0	1	2.0
TOTAL	51	100.0	51	100.0

Tabla No. 15. Comparación entre el cuestionario diagnóstico y el cuestionario final del número de estudiantes por tipo de concepción para la parte C.

En el cuestionario diagnóstico, casi 80 % de los estudiantes demostraron una concepción científica deficiente, lo que implica la presencia de concepciones alternativas muy arraigadas que permiten, en la generalidad de estos estudiantes, resolver varias de las preguntas de manera correcta pero, en su mayoría, por razones equivocadas. Sólo cinco mostraron una concepción científica incompleta y ninguno una verdadera concepción científica de la evolución. Ninguno logró contestar, al menos, a seis de las preguntas de manera científica y las 4 restantes de manera incompleta (condición mínima para ubicarse en esta categoría).

En los resultados del cuestionario aplicado posterior a la asesoría de biología, continuó esta tendencia de mayoría en el número de estudiantes que mostraron una concepción deficiente del tema, con casi 70 %. Aumentó a nueve el número de estudiantes con una concepción científica incompleta y uno logró conformar una concepción propiamente científica. Solo uno de 51 (2 %) logró contestar de manera científica a esta parte C.

En la siguiente gráfica se hacen más evidentes las tendencias encontradas en los resultados de esta parte del cuestionario.



Gráfica No. 6 Comparativo entre el cuestionario diagnóstico y el cuestionario final, del porcentaje de estudiantes por tipo de concepción para la parte C.

Comparando los resultados del cuestionario diagnóstico con los del cuestionario final en las tres partes de que consta se encontró que, a pesar de una ligera mejoría en la adquisición de conocimientos evolutivos, esto sólo ocurrió en unos cuantos estudiantes y no de manera uniforme en todas las partes del cuestionario.

En la parte A, en particular, es donde se observó que aumentó la confusión sobre el conocimiento de la evolución entre los estudiantes después de tomar la asesoría. El papel de la variación y el pensamiento poblacional en la evolución, fue aplicado de manera incorrecta por más estudiantes al terminar de cursar la asignatura que antes de ello. Se podría decir que “desaprendieron” evolución.

En la parte B, se reporta un incremento en el número de estudiantes que consideraron la opción darwiniana (incorporada a la concepción científica más validada en la actualidad) al responder las preguntas del cuestionario final. Sin embargo, sólo 2 estudiantes logran considerar la respuesta darwiniana a ambas preguntas al terminar de cursar biología. El único estudiante que había logrado esto (2 respuestas darwinianas) antes de tomar el curso, no fue capaz de hacerlo después de asesorarse. Este fue otro caso de “desaprendizaje”.

En la parte C, aunque hubo un incremento en el número de estudiantes que mostraron una concepción científica incompleta al terminar de cursar la asesoría, y disminuyeron los de concepción deficiente (lo que implica una mejoría en el manejo de la información de esta parte), es sólo uno el que logró ser considerado como poseedor de una concepción científica de entre los 51 estudiantes que presentaron ambos cuestionarios.

En general, se puede decir que los estudiantes no sólo no aprendieron evolución, sino que varios de ellos tuvieron más confusiones acerca del tema al terminar de cursar la asesoría de biología.

6.1.4 ESTUDIANTES QUE CONTESTARON CORRECTAMENTE UNA DE LAS TRES PARTES DEL CUESTIONARIO Y RESULTADOS QUE OBTUVIERON EN LAS DOS PARTES RESTANTES

La siguiente tabla muestra a los estudiantes que respondieron correctamente a cada parte del cuestionario y los resultados que obtuvieron en las otras dos partes. Esto se muestra para observar la congruencia de su desempeño en las 3 partes.

Sección con todas las respuestas correctas	No. de Estudiante	Puntos totales en la parte A	Puntos totales en la parte B	Puntos totales en la parte C	Calificación total en el cuestionario	Categoría del cuestionario ¹⁵⁸	Escuela ¹⁵⁹	Grupo	Curso previo
Parte A	1	30.0	5.0	44.0	8.78	2°. de 2	IO	12	no
Parte B	2	12.5	10.0	26.0	5.39	1°. de 2	AC	6	si
	3	20.0	10.0	21.0	5.67	Sólo el 1	AI	16	no
	4	5.0	10.0	44.0	6.56	2°. de 2	AC	5	no
	5	20.0	10.0	31.0	6.78	Sólo el 2	AC	6	no
	6	22.5	10.0	32.0	7.17	Sólo el 1	AI	1	no
	7	27.5	10.0	43.0	8.94	2°. De 2	AC	6	si
Parte C	8	20.0	5.0	50.0	8.33	Sólo el 2	AC	6	no

Tabla No. 16. Estudiantes que contestaron correctamente todas las preguntas de alguna de las 3 partes del cuestionario, y qué resultado obtuvieron en las 2 partes restantes.

De los 108 estudiantes cuestionados, sólo 8 lograron contestar de manera correcta a todas las preguntas de una de las tres partes del cuestionario y no hubo uno que contestara correctamente a todas las preguntas de dos o tres partes del cuestionario.

¹⁵⁸ Las categorías consideradas en esta columna son: **1°. de 2**, que indica que fue en el cuestionario diagnóstico donde el estudiante obtuvo el puntaje mencionado y además presentó también el segundo cuestionario; **2°. de 2**, que indica que fue en el cuestionario final donde se obtuvo el puntaje marcado y además el estudiante había resuelto el primer cuestionario también; **sólo el 1**, que indica que el estudiante sólo resolvió el primer cuestionario y fue en él donde logró sacar el puntaje mostrado; **sólo el 2**, que indica que el estudiante sólo resolvió el segundo cuestionario y en él fue donde obtuvo el puntaje marcado en la tabla.

¹⁵⁹ Se refiere a la escuela donde el estudiante cursó su asesoría de biología: **AI**, indica el Instituto Superior Angloamericano de San José Insurgentes; **AC**, indica el Instituto Superior Angloamericano de Coyoacán; **IO**, indica el Colegio Isaac Ochoterena.

- RESPUESTAS CORRECTAS EN LA PARTE A -

Sólo un estudiante contestó correctamente las 6 preguntas de la parte A. Esto implica que este estudiante fue capaz de aplicar correctamente sus conocimientos sobre el origen de la variación y su papel en los procesos evolutivos, y reportó un pensamiento poblacional adecuado.

Sin embargo, en la parte B, eligió para la primera pregunta una respuesta darwiniana y para la segunda una alternativa (lamarckiana).

En la parte C, logró 44 puntos que le clasificaron en una concepción científica incompleta pero muy cercana a la concepción científica.

Este estudiante no había aprobado el primer cuestionario y posteriormente, en el segundo, sacó la segunda calificación más alta de todos con 8.78.

Cursó su asesoría en el grupo 12 en el colegio Isaac Ochotorena y no había tomado un curso previo de biología de bachillerato.

- RESPUESTAS CORRECTAS EN LA PARTE B -

Seis estudiantes fueron capaces de contestar correctamente a las dos respuestas de la parte B. Es decir, eligieron las dos respuestas darwinianas.

De ellos, dos no aprobaron el cuestionario.

En la parte A, cuatro estudiantes tuvieron un manejo aceptable de los conocimientos evolutivos (entre 20 y 27.5 puntos, del total de 30), pero dos muestran un manejo deficiente de las respuestas de esta parte (12.5 y 5 puntos totales).

En la parte C, tres estudiantes quedaron clasificados en la concepción científica deficiente (los dos que no aprobaron el cuestionario y uno que lo aprobó con 6.78), los otros tres restantes mostraron una concepción científica incompleta (uno de ellos fue el que sacó la más alta calificación del cuestionario de los 108 estudiantes, con 8.94).

Respecto a la columna de la categoría del cuestionario, se observa que un estudiante contestó correctamente la parte B en el cuestionario diagnóstico, pero no logró volverlo a hacer después de la asesoría (otro reporte de mayor confusión desarrollada al cursar la asesoría); dos estudiantes sólo resolvieron el cuestionario diagnóstico; otro sólo resolvió el segundo cuestionario; los dos restantes, resolvieron correctamente la parte B en el cuestionario final, después de que no habían sido capaces de hacerlo en el primero.

De los 6 estudiantes reportados en esta parte, 4 cursaron su asesoría en el Anglo de Coyoacán (3 en el grupo 6, y 1 en el grupo 5), los otros dos le cursaron en el Anglo de Insurgentes (uno en el grupo 1, y otro en el grupo 16). Dos de estos seis estudiantes habían cursado anteriormente biología de bachillerato.

- RESPUESTAS CORRECTAS EN LA PARTE C -

Sólo un estudiante respondió correctamente a todas las respuestas y razones de la parte C, siendo éste uno de los dos estudiantes clasificados dentro de la concepción científica. Sólo resolvió el segundo cuestionario y no el primero.

Aprobó el cuestionario con 8.33, siendo la tercera mejor calificación de entre todos los estudiantes.

En la parte A, obtuvo un puntaje de 20.0 (de un total de 30) que muestra un manejo aceptable de estas respuestas. Contestó erróneamente a las primeras 2 preguntas que refieren al origen de la variación, pero las otras 4 fueron bien contestadas revelando un buen manejo sobre los temas del efecto de la variación y del pensamiento poblacional.

En la parte B, eligió la respuesta teleológica para la primera pregunta y la opción darwiniana para la segunda.

Cursó su asesoría en el grupo 6 del Anglo de Coyoacán y no había recibido algún curso de biología de bachillerato.

La incongruencia mostrada en algunos de los estudiantes detectados en esta parte del análisis, respecto a su desempeño en las diferentes secciones del cuestionario, nos habla de la confusión existente y lo complejo que resulta la comprensión de la evolución. Aunque algunas preguntas puedan no resultar claras desde su forma de estar planteadas, los resultados tan marcadamente diferentes entre las secciones del cuestionario para algunos de los estudiantes, nos habla de una confusión en el manejo del tema, más que de errores del cuestionario aplicado. Cuatro se muestran más congruentes en sus respuestas para las 3 partes, uno tiene un desempeño regular en dos de ellas y muy bueno en otro, y los otros tres tienen muy malos resultados en por lo menos una de las secciones.

De los doce que aprobaron todo el cuestionario sólo 6 aparecen en la tabla, lo que indica que los otros 6 no lograron responder correctamente al total de las respuestas de ninguna de las 3 partes, pero lograron mostrar suficiente dominio del conocimiento evolutivo en ellas para poder aprobar.

6.1.5 ANALISIS COMPARATIVO ENTRE LAS DIFERENTES ESCUELAS, DIFERENTES GRUPOS, DIFERENTES TIEMPOS DE DURACION DE LA ASESORIA DE BIOLOGIA, Y DIFERENTE CONDICION DE HABER TOMADO UN CURSO PREVIO DE BIOLOGIA DE BACHILLERATO O NO

Utilizando los promedios de calificación que se obtuvieron para cada categoría de comparación y considerando al total de la población de estudiantes que resolvieron cada uno de los cuestionarios (90 estudiantes resolvieron el cuestionario diagnóstico y 69 el final), se presentan los siguientes análisis comparativos:

A) COMPARACION ENTRE LAS DIFERENTES ESCUELAS

ESCUELA	No. de estudiantes Cuestionario Diagnóstico	Promedio de Calificación Cuestionario Diagnóstico	No. de estudiantes Cuestionario Final	Promedio de Calificación Cuestionario Final
Anglo Insurgentes	20	4.30	13	4.13
Anglo Coyoacán	16	4.12	14	6.01
Isaac Ochoterena	54	3.90	42	3.99
	Total estudiantes	Promedio general	Total estudiantes	Promedio general
	90	4.03	69	4.42

Tabla No. 17. Comparación entre los promedios de calificación de las 3 escuelas investigadas para el cuestionario diagnóstico y el final.

En los promedios del cuestionario diagnóstico no se observó una diferencia significativa entre las 3 escuelas ($t < C$, al compararlas entre sí, con 95% de confiabilidad). El Instituto Superior Angloamericano de San José Insurgentes resultó ligeramente más alto con 4.30 y el menor promedio fue el del Colegio Isaac Ochoterena con 3.90. La diferencia entre estos extremos es de sólo 0.40, que ni siquiera equivale a una pregunta más contestada correctamente entre el promedio de ambos grupos (recordemos que cada respuesta correcta tenía un valor de 0.55 para cada una de las 18 preguntas que constituyen el cuestionario).

Al comparar los promedios finales entre las 3 escuelas se observa que se reduce la diferencia entre el Anglo de Insurgentes y el Colegio Isaac Ochoterena, y se incrementa la diferencia entre el Anglo de Coyoacán y los otros dos colegios en prácticamente 2 puntos. El Anglo de Coyoacán logra un promedio aprobatorio.

En el Instituto Superior Angloamericano de San José Insurgentes se observa un ligero decremento en el promedio general de 0.17 puntos que, aunque no es significativo, implica un pequeño grado de menor comprensión (y mayor confusión) después de cursar la asesoría.

En el Colegio Isaac Ochoterena ocurrió un muy pequeño incremento en el promedio final de 0.09, con lo que se podría decir que se mantuvo prácticamente igual y, en general, no mejoraron su comprensión de los conocimientos sobre evolución. El promedio, de cualquier manera, es reprobatorio y muy bajo para ambos cuestionarios.

En el caso del Instituto Superior Angloamericano de Coyoacán si hubo una diferencia significativa entre el promedio de ambos cuestionarios ($t = 3.44 > C = 2.048$, con $gl = 28$ y 95% de confiabilidad). Mientras que en el diagnóstico se reportó 4.12 como calificación promedio, para el final los estudiantes de esta escuela obtuvieron un promedio de 6.01, siendo el único aprobatorio reportado en esta comparación. El promedio se incrementó en 1.89 puntos (equivalente a un poco más de 3 respuestas correctas extras).

La diferencia entre el promedio del Anglo de Coyoacán y el de los otros dos colegios, al final de la asesoría, también resultó significativa ($t > C$, al comparar el promedio del Anglo de Coyoacán con las otras dos escuelas). Esta diferencia pudo deberse a que, de entre los profesionales que impartieron la asesoría en los tres diferentes colegios en la temporada de aplicación de cuestionarios, sólo uno era biólogo y fue en Coyoacán donde estuvo laborando, y el otro asesor que trabajó en el Anglo de Coyoacán era arqueólogo con bases de ecología, antropología física, geomorfología y arqueobotánica. Entre los otros asesores de los otros colegios se encuentran un psicólogo, un químico y un ingeniero (el arqueólogo también impartió asesorías en el Anglo de Insurgentes).

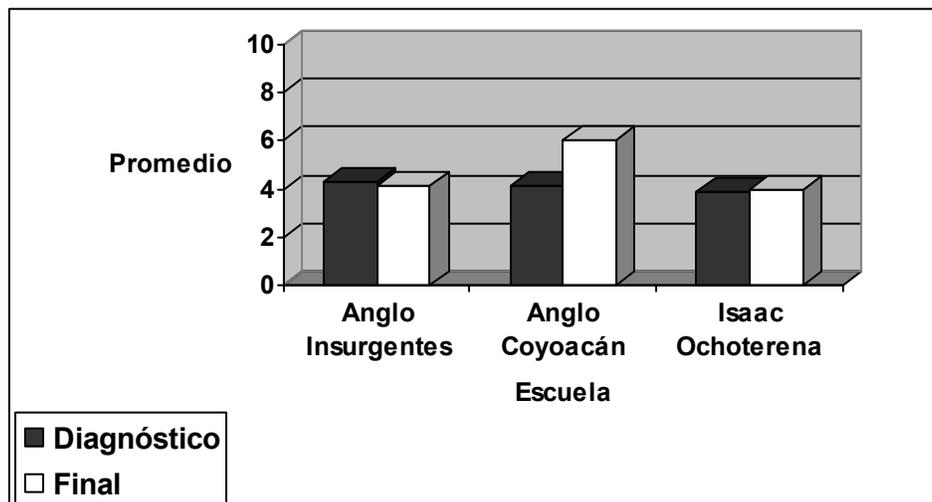
Las concepciones alternativas de los propios profesores es otro factor que muy probablemente está influyendo para la no comprensión de la evolución en los estudiantes y su mayor confusión en varios casos. Sánchez¹⁶⁰ reporta en algunos grupos de secundaria una mejor calificación al responder el cuestionario que en los estudiantes de bachillerato y lo atribuye a que los primeros han tenido menos oportunidad de ser “contaminados” por algunas ideas erróneas de sus profesores. Por ejemplo, los estudiantes de secundaria no reportaban expresiones que eran frecuentes en los del CCH como “la lucha por la existencia”, que más que permitirles resolver preguntas de temas evolutivos, les impedía razonar. Dreyfus y Jungwirth¹⁶¹ sugieren considerar que los estudiantes están involucrados en el ambiente escolar en que éste actúa como empresa social; ahí, refuerzos positivos y negativos por parte del maestro causan la fijación de conocimiento no funcional, pues es el maestro quien lo ha vuelto útil en el contexto social de la clase.

En los siguientes análisis comparativos se seguirán revisando este tipo de variables.

¹⁶⁰ Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p. 158.

¹⁶¹ Dreyfus, A. y Jungwirth. 1989. “The pupil and the living cell: a taxonomy of disfunctional ideas about an abstract idea”. Citado por Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p. 158.

La siguiente gráfica representa el análisis comparativo entre las 3 escuelas investigadas.



Gráfica No. 7 Comparativo entre las 3 escuelas, por promedio de calificación obtenido para el cuestionario diagnóstico y el cuestionario final.

B) COMPARACION ENTRE LOS DIFERENTES GRUPOS

GRUPOS	ESCUELA	No. de estudiantes Cuestionario Diagnóstico	Promedio de Calificación Cuestionario Diagnóstico	No. de estudiantes Cuestionario Final	Promedio de Calificación Cuestionario Final
1	Anglo Insurgentes	5	4.10	1	5.94
2	Anglo Insurgentes	5	4.52	6	3.89
3	Anglo Insurgentes	6	4.64	4	3.92
4	Anglo Coyoacán	4	3.97	4	4.06
5	Anglo Coyoacán	5	3.74	4	6.72
6	Anglo Coyoacán	7	4.48	6	6.83
7	Isaac Ochoterena	4	4.22	3	4.96
8	Isaac Ochoterena	12	4.13	9	2.99
9	Isaac Ochoterena	2	2.92	2	3.22
10	Isaac Ochoterena	8	3.05	6	3.91
11	Isaac Ochoterena	2	4.11	1	2.11
12	Isaac Ochoterena	6	3.40	7	4.97
13	Isaac Ochoterena	8	4.15	6	3.76
14	Isaac Ochoterena	7	4.15	5	4.98
15	Isaac Ochoterena	5	4.62	3	3.78
16	Anglo Insurgentes	4	3.75	2	4.39
		Total estudiantes	Promedio general	Total estudiantes	Promedio general
		90	4.03	69	4.42

Tabla No. 18. Comparación entre el promedio de calificación de los 16 grupos investigados para el cuestionario diagnóstico y el cuestionario final.

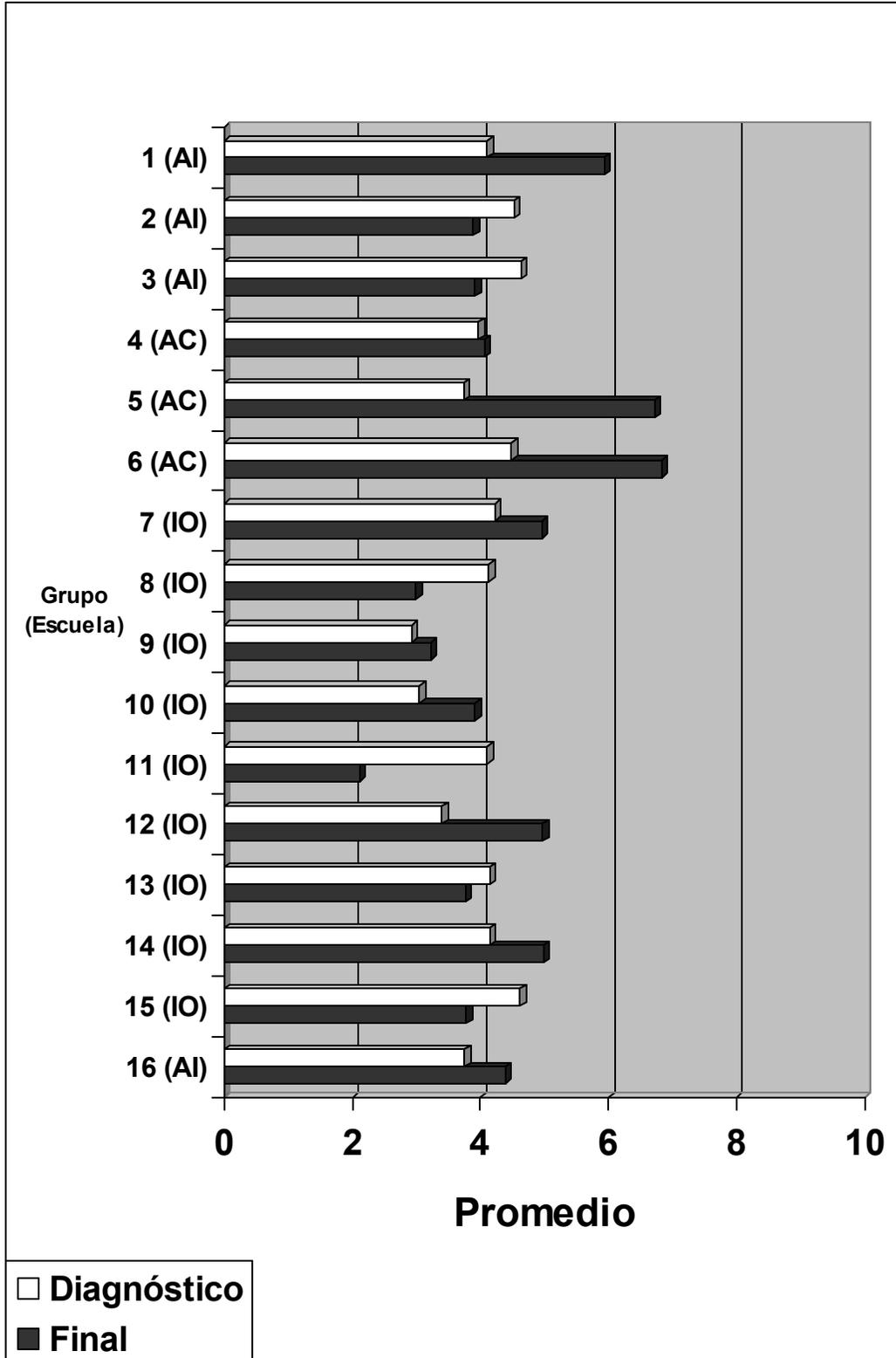
De la tabla mostrada se pueden resaltar los siguientes comentarios:

- Ningún grupo tuvo un promedio aprobatorio en el cuestionario diagnóstico. El máximo promedio fue de 4.64 (grupo 3) y el mínimo de 2.92 (grupo 9).
- En el cuestionario final dos grupos aprobaron: 5 y 6. Estos reportaron el mayor incremento de todos los grupos al comparar ambos promedios (diagnóstico y final), siendo los únicos que reportaron una diferencia significativa. Al aplicar la prueba t-student, el grupo 5 tuvo el siguiente resultado: $t = 3.07 > C = 2.365$, con $gl = 7$ y 95% de confiabilidad; para el grupo 6: $t = 2.90 > C = 2.201$, con $gl = 11$ y 95% de confiabilidad. De esto se comprueba que el que mostró el mayor incremento fue el grupo 5 con casi 3 puntos en el promedio de calificación (de 3.74 a 6.72). El mejor promedio final fue el del grupo 6 con 6.83, y presentó una diferencia de promedios de calificación de 2.35 (de 4.48 a 6.83). Ambos grupos estuvieron cursando su asesoría en el Angloamericano de Coyoacán y fueron los únicos que tuvieron a un biólogo como asesor para la asignatura de biología.
- Otro grupo que mostró un incremento importante fue el 12 del colegio Isaac Ochoterena con 1.57 puntos (de 3.40 a 4.97) pero no fue aprobatorio ninguno de

los dos promedios y no fue suficientemente significativo ($t = 1.01 < C = 2.447$, con $gl = 6$ y 95% de confiabilidad).

- El decremento más marcado en el promedio fue en el grupo 8 de Isaac Ochoterena con 1.14 puntos menos al final de la asesoría (de 4.13 a 2.99). Este, resultó ser el grupo más numeroso de todos. Tal vez por ello fue menor la atención a cada uno y el resultado fue el decremento señalado.
- En dos casos, grupos 1 y 11, se pudieron observar diferencias aparentemente importantes, pero el cuestionario final sólo fue resuelto por un estudiante y al aplicar la prueba t-student, éstas no resultaron significativas ($t < C$, para ambos casos).
- Los 10 grupos restantes no presentaron una gran diferencia: uno permaneció igual, cinco tuvieron un pequeño incremento y cuatro con decremento ligero.

En la siguiente página aparece la gráfica que nos muestra, comparativamente, los resultados para cada grupo, antes y después de la asesoría.



Gráfica No. 8 Comparativo entre los 16 grupos, por promedio de calificación obtenido para el cuestionario diagnóstico y el cuestionario final.

C) COMPARACION ENTRE DIFERENTE DURACION DE LA ASESORIA

HORAS DE DURACION DE LA ASESORIA	No. de estudiantes Cuestionario Diagnóstico	Promedio de Calificación Cuestionario Diagnóstico	No. de estudiantes Cuestionario Final	Promedio de Calificación Cuestionario Final
15	11	3.95	10	4.61
20	34	3.89	22	4.27
40	45	4.15	37	4.47
	Total estudiantes	Promedio general	Total estudiantes	Promedio general
	90	4.03	69	4.42

Tabla No. 19. Comparación entre los promedios de calificación de los estudiantes agrupados por diferentes tiempos de duración de su asesoría de biología, para el cuestionario diagnóstico y el final.

No hubo una diferencia significativa entre el cuestionario diagnóstico y el final para cada grupo de duración (sólo un muy pequeño incremento para los tres casos), ni tampoco entre ellos.

La duración de un curso no parece ser un factor fundamental para el aprendizaje. Sánchez¹⁶² reporta promedios en grupos escolarizados que incluso resultaron más bajos que los hallados en esta investigación para la Preparatoria Abierta.

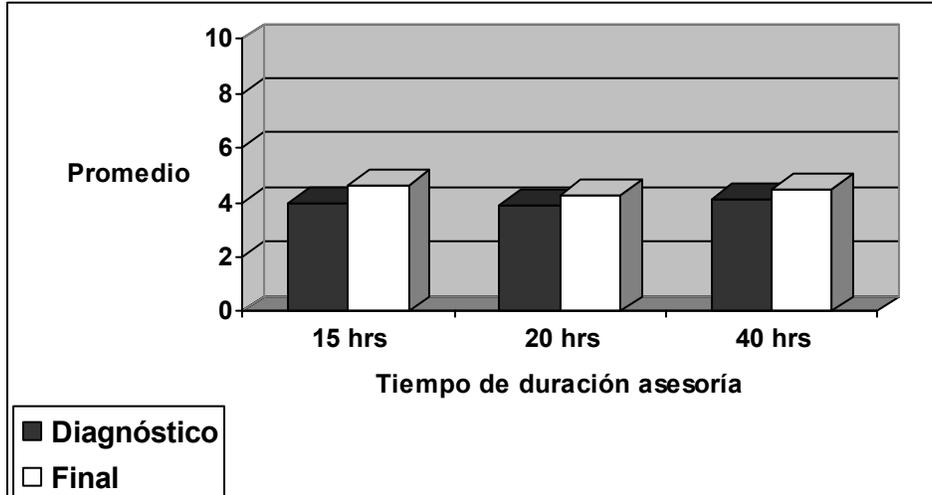
De la tabla, llama la atención que el promedio mas alto de las 3 categorías de duración pertenece al de menor tiempo, el de 15 horas con 4.61, que es de todos modos reprobatorio y muy similar a los otros promedios.

Como también lo reporta Sánchez¹⁶³, para explicar el mejor promedio en algunos grupos de secundaria que el reportado por ella para diferentes bachilleratos, es posible que en 15 horas no hayan tenido tanto tiempo para “contaminarse” de las concepciones alternativas de los docentes como los otros grupos.

De cualquier manera los promedios son muy bajos para los tres casos. Mi opinión es que aún 40 horas resultan evidentemente insuficientes para revisar el contenido del texto que se usa como recurso didáctico en las asesorías. Si se tuviera más tiempo y mejor preparación de los profesores, se lograría profundizar más en los temas y poder implementar más elementos didácticos que ayuden al aprendizaje de los estudiantes.

¹⁶² Sánchez, M. C. 2000. *O. c.* p. p. 156-160.

¹⁶³ *Idem.* p. 158.



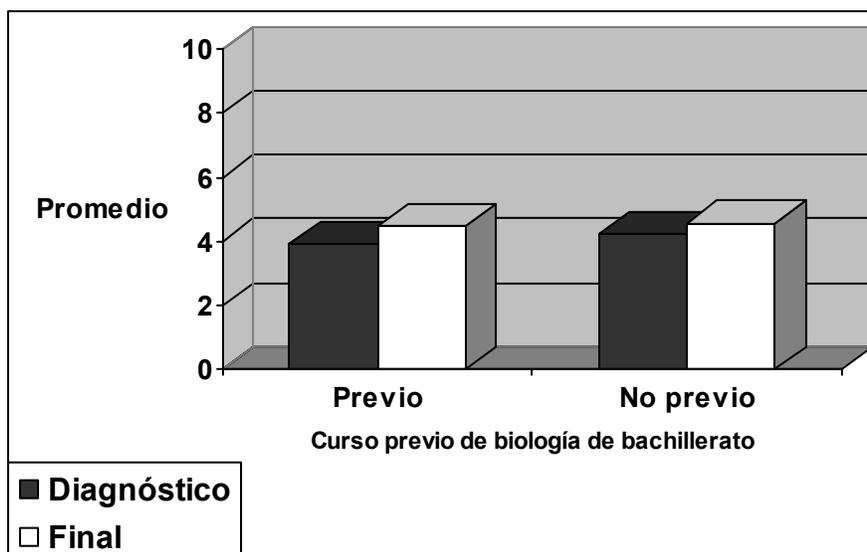
Gráfica No. 9 Comparativo entre los 3 diferentes tiempos de duración de la asesoría de biología, por promedio de calificación obtenido para el cuestionario diagnóstico y el cuestionario final.

D) DIFERENCIA ENTRE EL APRENDIZAJE DE ALUMNOS QUE HABIAN CURSADO PREVIAMENTE BIOLOGIA DE BACHILLERATO Y LOS QUE NO

CURSO PREVIO DE BIOLOGIA DE BACHILLERATO	No. de estudiantes Cuestionario Diagnóstico	Promedio de Calificación Cuestionario Diagnóstico	No. de estudiantes Cuestionario Final	Promedio de Calificación Cuestionario Final
SI	13	3.93	11	4.47
NO	55	4.22	43	4.56
SIN DATO AL RESPECTO	22	--	15	--
	Total estudiantes		Total estudiantes	
	90		69	

Tabla No. 20. Comparación entre los promedios de calificación de los estudiantes agrupados por condición de haber cursado anteriormente biología de bachillerato o no, para el cuestionario diagnóstico y el final.

No hubo una diferencia significativa entre el cuestionario diagnóstico y el final. En cada caso, el incremento fue muy pequeño. A pesar de que, comparativamente, tampoco existió diferencia significativa entre los promedios del cuestionario final de quienes habían tomado un curso previo de biología y de los que no, llama la atención que el promedio de los que habían llevado un curso previo fue ligeramente menor a los que no habían cursado biología de bachillerato antes. Con ello podría decirse que los que no habían tomado antes biología de este nivel tenían una ligera ventaja al, probablemente, traer consigo menos ideas erróneas que provinieran de acercamientos pasados a los temas evolutivos.



Gráfica No. 10 Comparativo entre los estudiantes que cursaron previamente biología de bachillerato y los que no lo hicieron, por promedio de calificación obtenido para el cuestionario diagnóstico y el cuestionario final.

6.1.6 RESPUESTA MAS FRECUENTE PARA CADA PREGUNTA DEL CUESTIONARIO

Para detectar las tendencias de las concepciones evolutivas más generalizadas en la población, consideré las respuestas más frecuentes, dadas para cada pregunta, por los 108 estudiantes en los 159 cuestionarios implementados.

Las tablas presentadas en las siguientes páginas resumen estos datos para la parte A, B y C del cuestionario.

Tabla No. 21. Respuestas más frecuentes para cada pregunta, en la población de estudiantes investigada.

Pregunta	Respuesta Frecuente	% de frecuencia	Categoría	Tipo de respuesta
1A.-Los conejos primitivos de Siberia tenían pelo oscuro; actualmente esos conejos son blancos. Aunque la característica hereditaria de pelo blanco...	1.-Apareció en los conejos primitivos porque al vivir en la nieve necesitaban pelo blanco para confundirse con el ambiente nevado.	73.6 %	Incorrecta	La variación se origina por necesidad para seguir al medio.
2A.-Las poblaciones ancestrales de osos polares tenían pelo oscuro. Pero...	3.-Como resultado de vivir en la nieve, el pelo de los osos polares cambio lentamente de oscuro a blanco.	47.8%	Incorrecta	Variación gradual en vida de un organismo que se origina como resultado de la influencia del medio.
3A.- Si una población de conejos siberianos de pelo blanco fuera llevada a vivir a un lugar sin nieve...	3.-Algunos conejos morirían porque serían fácilmente encontrados por sus depredadores.	54.1%	Correcta	La variación al interior de una población es la materia sobre la que actúa la selección natural.
4A.-Ciertas poblaciones de salamandras que viven en cuevas son ciegas porque...	1.-Se adaptaron al ambiente oscuro de las cuevas.	75.5%	Incorrecta	La variación ocurre para adaptarse al ambiente
5A.-¿Cómo podría explicarse que cierta especie de salamandras que vive en cuevas , sea ciega?	3.-Como no utilizaba la vista, las salamandras que vivían en cuevas, heredaron a sus hijos la característica de una menor habilidad para ver, hasta que evolucionaron a salamandras ciegas.	66.7%	Incorrecta	Por desuso se atrofió la estructura y esta condición se heredó a la descendencia.
6A.-Los osos polares actuales tienen pelo blanco porque...	1.-En cada nueva generación, la mayoría de los osos hereda el color de pelo de sus padres.	71.1%	Correcta	Herencia mendeliana.
1B.-Los chitas son animales capaces de correr a más de 100 Km/h al perseguir a sus presas. ¿De qué manera explicarías cómo surgió esa habilidad para correr tan rápido, si se supone que los ancestros de los chitas corrían tan sólo a 30 Km/h?	T) Como sus presas era muy veloces, los chitas corrieron cada vez más rápido.	40.3%	Incorrecta	Debido a la naturaleza, los organismos tienen que cambiar para seguirla.
2B.-Un gran número de poblaciones de mosquitos son actualmente resistentes a insecticidas como el DDT. Sin embargo, cuando se empezó a usar el DDT casi todos los mosquitos morían. Actualmente muchas poblaciones de mosquitos resisten el DDT porque:	L) Los mosquitos fueron desarrollando poco a poco resistencia al DDT, heredándosela a sus hijos, los que a su vez fueron más resistentes al DDT que sus abuelos.	67.3%	Incorrecta	Los individuos adquieren características modificadas en vida que heredan a la descendencia.

Pregunta	Respuesta-Explicación Frecuente	% de frecuencia	Categoría	Tipo de respuesta
1C.-Los tiburones actuales pueden nadar a velocidades hasta de 30 nudos. Supón que sus ancestros nadaban a velocidades menores. La habilidad de nadar más rápido probablemente se debió a que:	R-2.-Hubo un aumento en el porcentaje de tiburones más veloces.	39.0%	Correcta	Aumento de la frecuencia de una característica en la población.
	E-C.-Porque la necesidad de atrapar a sus presas, hizo que nadaran más rápido y las alcanzaran con mayor facilidad.		Incorrecta	Debido a su necesidad de seguir al medio para subsistir.
2C.-Ciertas aves de patas largas pueden alimentarse con mayor facilidad en zonas inundadas. Si se transportara a una gran población de aves de patas cortas a una isla remota llena de lagos y pantanos:	R-1.-Algunas aves vivirían y otras morirían.	43.4%	Correcta	Algunos organismos sobreviven y otros no frente a las condiciones cambiantes del medio.
	E-B.-Porque las pocas aves que tuvieran patas largas sobrevivirían para reproducirse.		Correcta	Los organismos con características ventajosas para las condiciones del medio son seleccionados y se reproducen.
3C.-Las focas que viven cerca del Polo tienen una capa de grasa bajo la piel. Sus ancestros pudieron haber tenido una capa de grasa menos gruesa que la actual. A través de los siglos, ocurrieron tales cambios en las focas ya que:	R-1.-La necesidad de conservar el calor hizo que su capa se engrosara.	40.9%	Incorrecta	La necesidad de responder a cambios del medio provoca la variación.
	E-A.-Porque las focas querían adaptarse a su medio.		Incorrecta	Los organismos tienen una voluntad al cambio para ser mejores.
4C.-Hace muchos años, la dispersión de las plagas de langostas era controlada con el insecticida DDT. Recientemente los químicos han encontrado que las langostas ya no son atacadas por el DDT. La razón de este cambio es que:	R-2.-A través de los años, todas las langostas van siendo gradualmente menos afectadas por el DDT.	38.4%	Incorrecta	Todos los organismos de una población son iguales y cambian al mismo tiempo.
	E-C.- Porque el uso del DDT provocó una mutación en ADN de las langostas.		Incorrecta	Hay sustancias que provocan mutaciones inmediatas en toda la población.
5C.-Una población de mariposas nocturnas estaba formada por individuos que tenían alas oscuras y claras. El bosque donde solían vivir tenía árboles de troncos ya sea oscuros o claros. Recientemente una plaga mató a los árboles de tronco claro pero sobrevivieron los de tronco oscuro. El efecto de la desaparición de árboles de tronco claro sobre las mariposas nocturnas será que cada generación:	R-1.-Las mariposas nocturnas claras desarrollarán alas cada vez más oscuras.	27.0%	Incorrecta	Toda la población va cambiando al mismo tiempo.
	E-B.-Porque la necesidad de sobrevivir haría que las polillas cambiaran de color.		Incorrecta	La necesidad de sobrevivir provoca el cambio en los organismos.

Pregunta	Respuesta-Explicación Frecuente	% de frecuencia	Categoría	Tipo de respuesta
6C.-Algunos sapos pueden dar saltos hasta de 2m de longitud. Supón que los sapos actuales tenían ancestros que no saltaban tan lejos. La habilidad para saltar tan lejos probablemente:	R-1.-Se desarrolló para todos los sapos en unas cuantas generaciones.	35.2%	Incorrecta	Los organismos de una población cambian por igual en poco tiempo.
	E-C.-Porque la necesidad de evitar ser atrapados por sus depredadores hizo que saltaran más.		Incorrecta	La necesidad de sobrevivir genera el cambio.
7C.-Las mariposas que tienen una larga trompa pueden alcanzar mejor el néctar que está en la parte profunda de las flores alargadas que las mariposas con trompa corta. Si una gran población de mariposas fuera transportada a un jardín lleno de plantas cuyas flores fueran largas:	R-2.-Las mariposas desarrollarían cada vez trompas más largas.	38.4%	Incorrecta	Toda una población tiene cambios al mismo tiempo en vida.
	E-C.-Porque las trompas de las mariposas cambiarían lentamente hasta que tuvieran la longitud necesaria para alcanzar el néctar de las flores.		Incorrecta	Desarrollo de cambios necesarios para seguir al medio.
8C.-Una población de pinos vive en un área que ha tenido varios años de veranos muy calientes y secos. Si los veranos continuaran así en el futuro, se esperaría que:	R-1.-Algunos pinos sobrevivirán pero otros morirán por la sequía.	45.9%	Correcta	Variación en la población que será seleccionada.
	E-B.-Porque algunos pinos tienen la capacidad de conservar mejor el agua y sobrevivir a la sequía.		Correcta	Adaptación diferencial.
9C.-Los murciélagos que se alimentan de noche tienen un agudo sentido del oído, pero sus ancestros pudieron no haber oído tan bien. Los murciélagos actuales tienen un mejor sentido del oído ya que:	R-1.-La necesidad de alimentarse de noche determinó que aumentara su sentido del oído.	51.6%	Incorrecta	Por necesidad se producen los cambios.
	E-A.-Porque para alimentarse mejor, los murciélagos necesitaban oír mejor los ruidos del medio ambiente que sus ancestros.		Incorrecta	La necesidad hace que cada vez las generaciones sean mejores.
10C.-En una población de lagartijas algunas tienen la piel verde, mientras que otras la tienen amarilla. En el lugar donde viven estas lagartijas, hay pastos con hojas verdes y con hojas amarillas. Hace poco una enfermedad atacó a los pastos amarillos y acabó con ellos. El efecto que tendrá la desaparición de pastos amarillos sobre las lagartijas, es que:	R-1.-Las lagartijas amarillas perderán poco a poco su color.	28.3%	Incorrecta	Cambio gradual en respuesta al medio.
	E-B.-Porque las lagartijas se irán adaptando a los cambios del ambiente.		Incorrecta	Adaptación entendida como seguir al ambiente.

De las 18 preguntas de que consta el cuestionario, sólo cuatro tuvieron una respuesta correcta como más frecuente (3A, 6A, 2C y 8C), el resto fueron incorrectas. De entre ellas, se detectaron varias ideas alternativas principales que los estudiantes tienen acerca de la evolución:

- Las respuestas a 9 preguntas (1A, 1C, 3C, 5C, 6C, 7C, 8C, 9C y 10C) corresponden a la siguiente idea: debido a cambios en el medio, los organismos tienen nuevas necesidades y éstas provocan cambios en ellos para resolverlas. Muy a la manera lamarckiana de la participación de la necesidad en sus ideas evolucionistas.
- Dos respuestas (5A y 2B) correspondieron a la siguiente idea: el uso y desuso de estructuras de los organismos provocan su modificación y este cambio es heredado a la descendencia. Esta corresponde principalmente a la teoría de Lamarck.
- Cinco de las respuestas (2A, 4A, 1B, 4C y 7C) se relacionaron con la siguiente idea teleológica: el medio provoca y dirige cambios en los organismos para que sean mejores y estén más “adaptados”.
- Tres (4C, 5C, 6C) correspondieron a un pensamiento tipológico: Todos los individuos de una población son iguales y cambian al mismo tiempo.
- Una (3C) reportó un pensamiento ortogenético: los organismos son los que desean cambiar.

La mayoría de las preguntas que tenían una opción de respuesta sobre el cambio debido a la necesidad, fueron respondidas con ese tipo de enunciado (7 de 9). De ellas, la pregunta 9C es la única de la parte C que contiene opciones referentes al cambio por necesidad tanto en la respuesta como en la explicación, y justo esta combinación de respuesta-explicación incorrectas resultó ser la de frecuencia más alta de la parte C con 51.6 %. Esta fórmula incorrecta de respuesta-explicación nos diría que el cambio en los organismos “se debió a la necesidad porque lo necesitan”. La alta frecuencia mencionada para esta respuesta-explicación resulta congruente con lo reportado por Sánchez¹⁶⁴ en su investigación. Ella reportó esta misma pregunta como la que fue contestada de forma más incorrecta para la parte C, y lo atribuye a la posibilidad de que esté mal planteada. Yo considero que su alta frecuencia de error se debe, al menos en parte, a que es la única pregunta que considera, tanto en la respuesta como en la explicación, que para “resolver un problema que les plantea el medio”, los organismos necesitan cambiar. Ya mencioné que la tendencia principal de las respuestas erróneas tuvo que ver con esta idea de necesidad.

Se observa que el tipo de respuestas elegidas como mayoría por los estudiantes, se identifican dentro de dos concepciones principales: la lamarckiana y la teleológica. Esto es congruente con las respuestas detectadas como mayoría a las preguntas de la parte B: la primera fue mayoritariamente contestada como teleológica y la segunda como lamarckiana.

¹⁶⁴ Sánchez, M. 2000. *O. c.* p. 113.

Las respuestas correctas detectadas como mayoría para cuatro de las preguntas, no cayeron en una sola tendencia conceptual. Incluso, en la parte A, resultó aparentemente incongruente la elección de la opción correcta en 2 de las preguntas (3A y 6A). Mientras que en otras dos, (1A y 2A) la mayoría respondió que el cambio de color en conejos siberianos y osos polares era necesario para confundirse con la nieve, en las que resultaron correctas no se eligió esta misma explicación y los estudiantes optaron por darle más peso a la acción seleccionadora de los depredadores y a la participación de la herencia del color del pelo de padres a hijos. Un factor que parece influir para esta incongruencia en las respuestas es que las preguntas 1A y 2A tenían como opción correcta el origen azaroso de la variación y las mutaciones como uno de los factores que le originan; los estudiantes no consideraron estas situaciones como posibles, pues el resto del examen respondieron que los cambios se deben a la necesidad o por que están dirigidos por la naturaleza. Así, su respuesta mayoritaria a ellas fue incorrecta. En cambio, en 3A y en 6A, la herencia y la acción de los depredadores no son ideas totalmente incompatibles con la necesidad o la acción directriz de la naturaleza, y por ello fue posible para los estudiantes responderla correctamente.

En la parte C, dos preguntas (2C y 8C) fueron contestadas mayoritariamente como correctas. Una, la 2C, que se refiere a que una población de aves de patas cortas se transporta a lugares inundados, se eligió correctamente que unas vivirían y otras morirían porque las pocas aves que tuvieran patas largas sobrevivirían para reproducirse (acción seleccionadora frente a la variación dentro de una población). El porque los estudiantes eligieron esta respuesta correcta, mientras que a otros planteamientos similares no se dio una solución igual, no es muy claro. Sin embargo, existen algunas ideas que pueden ayudar al respecto. Entre las opciones para responder a la pregunta 2C en cuestión, no existía ninguna referente a la necesidad causante de cambios (idea lamarckiana) o a la naturaleza como autora y directora de la evolución hacia la perfección de las especies (idea teleológica), respuestas que fueron más frecuentes entre los estudiantes investigados. Probablemente, al no tener opciones cercanas a sus concepciones evolutivas, pudieron elegir la respuesta y explicación correctas.

La pregunta 8C fue respondida mayoritariamente en forma correcta y tuvo el segundo porcentaje de frecuencia más alto, sólo después de la ya mencionada incorrecta 9C. Este caso resulta muy interesante de analizar, pues esta pregunta es la única de todo el cuestionario que plantea un problema con plantas, el resto maneja casos de animales. Aunque existen opciones de respuesta de necesidad de sobrevivir condiciones del medio o de un planteamiento tipológico, los estudiantes eligieron la variación y la adaptación diferencial de los pinos como elementos participantes en un caso de sequía. Esto, interpreto que pudiera apuntar hacia que los estudiantes creen que las plantas no tienen “necesidades” de la manera que creen que las presentan los animales (a manera lamarckiana), y que sus procesos evolutivos son muy diferentes a los que ocurren con aquellos y por ello fue más convincente responder de manera correcta a esta pregunta. Los pinos no tienen forma de “pensar, dirigir y satisfacer sus necesidades”, respondiendo a las condiciones del medio con cambios en ellos mismos, de la manera como lo hacen los animales (según pudieran creer los estudiantes). Sería interesante que al retomarse este cuestionario en alguna investigación futura, se agregaran más preguntas sobre plantas y ver que ocurre con las respuestas.

Identificar lo que los estudiantes no están eligiendo como respuesta, es decir, analizar lo que no contestaron, nos provee de información acerca de lo que ellos no admiten para los procesos evolutivos:

-No están considerando posible el origen no direccional de la variación.

-No manejan que la evolución al interior de una especie involucra cambios discretos en el material genético de los individuos y que algunos de estos cambios confieren ventajas adaptativas a sus poseedores que los favorecerán para ser seleccionados y permanecer vivos para reproducirse. De esta manera, al irse heredando estos cambios ventajosos a la descendencia y continuarse exponiendo a la selección natural, se irá incrementando la frecuencia de tales características en la población a través de las generaciones.

-No consideran que las poblaciones están formadas por individuos con diferencias entre sí, y que esto hace posible la acción de la selección natural sobre estas diferencias. Es decir, no están considerando la variación.

En esta investigación se ha detectado que abundan las ideas alternativas en los estudiantes en su concepción sobre la evolución, y que, en general, éstas no se modifican después de cursar la asesoría de biología. Incluso, se llegaron a detectar casos en los que los estudiantes resuelven con mayor cantidad de errores el cuestionario final que en el diagnóstico.

Haciendo una síntesis de todos los aspectos revisados en los resultados, se observa que la información que aportaron los cuestionarios hace evidente que los estudiantes que acuden a los centros privados de asesoría de la Preparatoria Abierta de la SEP no están aprendiendo evolución, y esto pudiera ser una muestra importante de lo que está ocurriendo con todos los temas de la asignatura de biología. Tanto en los referentes institucionales como en los resultados se han revisado múltiples elementos que repercuten en el bajo nivel de aprendizaje significativo que tienen los estudiantes sobre los temas evolutivos. En resumen, los factores que determinan esta carencia de aprovechamiento educativo son:

1. Algunos de los objetivos fundamentales del subsistema de la Preparatoria Abierta de la SEP no son acordes con la realidad actual. Se habla de una calidad educativa que no está siendo cubierta ni por la propia institución que generó el sistema. Cómo hablar de tal calidad cuando el material didáctico utilizado tiene una antigüedad de 40 años, cuando no existe una estructura educativa real basada en las teorías pedagógico-didácticas modernas y que sean particularmente enfocadas a la naturaleza autodidacta del subsistema, cuando las relaciones de dependencia espacio-temporales-administrativas que se querían evitar han sido reinstauradas en los centros de asesoría (en especial, en situaciones temporales críticas) y fomentado esto por la propia SEP.
2. El utilizar un libro de texto de biología que está muy atrasado en información y que originalmente fue diseñado para un sistema escolarizado con una duración anual, resulta totalmente incongruente con este subsistema abierto en cuestión.
3. La falta de diseño, planeación y estructuración de un programa para la asignatura de biología en un proyecto tan ambicioso como el de la preparatoria abierta es sorprendente. No es aceptable que se haya elegido un libro de texto de entre los ya publicados, para convertirlo en objetivos, programa, contenidos y base para examen de evaluación, todo al mismo tiempo, en lugar de desarrollar un currículum para la asignatura de biología a partir de las necesidades, objetivos y estructuras que requiere particularmente este subsistema mexicano.
4. Ya se ha hablado del atraso del texto utilizado y de su extensión (casi 800 páginas) y se puede agregar a ello la carencia de orden en protoconceptos y contenidos, además de sus omisiones, en los capítulos que tratan sobre la evolución. Por recordar algunos de estos hechos: La herencia, un protoconcepto fundamental para entender la teoría evolutiva moderna, es tratada mucho después que el tema de la evolución; no se hace mención en lo absoluto de la teoría sintética de la evolución, aún cuando varios de sus elementos están siendo utilizados en el texto y varios de sus autores están siendo citados; no ha sido introducido el concepto de variación cuando ya se está hablando de selección natural; y la evolución del hombre se trata como un tema muy ajeno a la evolución del resto de los organismos.

5. La incongruencia existente entre algunos de los objetivos con los contenidos y con lo que les es demandado a los estudiantes en los exámenes de acreditación de la asignatura, resulta una situación totalmente negativa para lograr algún resultado de aprendizaje significativo en los temas de evolución. No es fácilmente concebible que los objetivos, el contenido y los exámenes no sean totalmente congruentes entre sí. Si todo fue tomado de un solo texto, cómo lograron desarticularlo.
6. A pesar de lo explicado en el punto anterior, la SEP insiste en presionar a los centros privados de asesoría para que los asesores se conduzcan única y exclusivamente dentro de los objetivos del curso (tal cual están planteados actualmente por la propia SEP) y tratar de que no se agregue ni actualice durante éste, ningún tema¹⁶⁵. El peligro de ello, es que las asesorías tienden a convertirse sólo en un curso de memorización para desarrollar la capacidad única y exclusiva de contestar correctamente un examen de opción múltiple basado en el texto de Smallwood, sin darle peso a la importancia de la actualización del material y la riqueza de lo diverso de lo biológico, y su importancia cognitiva y práctica en la actualidad, además de lo dinámico del manejo del conocimiento científico en general. La memorización no debe ser considerada un sinónimo de educación. Esta es una consideración muy primitiva.
7. Los centros privados de asesoría están ofreciendo verdaderas carreras contra el tiempo para la revisión del contenido del texto del libro de biología (entre 15 y 40 horas) y no están dando facilidades para complementar la enseñanza-aprendizaje con la utilización de elementos didácticos extras. Esto demerita la comprensión de los temas incluido, obviamente, el de evolución.
8. Finalmente, el mismo hecho de que este tema sea tan complejo, y con las condiciones antes mencionadas, resulta muy difícil que los estudiantes logren un aprendizaje significativo de la evolución.

A continuación, expongo una serie de propuestas para mejorar o eliminar las situaciones problemáticas que se detectaron en esta investigación y así lograr un aprendizaje más significativo de la evolución y, por ende, de la biología, en los estudiantes de la Preparatoria Abierta de la SEP.

¹⁶⁵ Com. Pers. Coordinadores y asesores en instituciones privadas de Preparatoria Abierta de la SEP.

6.2 PROPUESTAS PARA FORTALECER EL APRENDIZAJE DE LA EVOLUCION EN LA PREPARATORIA ABIERTA DE LA SEP

Basado en los múltiples factores detectados en esta investigación, que afectan de manera negativa el aprendizaje de la evolución en los estudiantes en los centros privados de asesoría de la Preparatoria Abierta de la SEP, expongo las siguientes propuestas, que están dirigidas a la modificación de diferentes elementos que inciden en la problemática actual, y están enfocadas a mejorar el aprendizaje de los temas evolutivos, con los beneficios generales que tendrían para la asignatura de biología y para todo el Subsistema de Preparatoria Abierta en general.

6.2.1 PROPUESTAS DIRIGIDAS A LA DIRECCION GENERAL DEL BACHILLERATO Y A LA DIRECCIÓN DE SISTEMAS ABIERTOS DE LA SEP

6.2.1a PROPUESTAS GENERALES

- La SEP, a través de la Dirección General del Bachillerato y de la Dirección de Sistemas Abiertos, tendría que reestructurar el modelo educativo de la Preparatoria Abierta, dentro de un perfil dinámico, actualizado, coherente y contextualizado en la realidad actual del país y específico para el propio subsistema. Se requiere diseñar un modelo que tenga cohesión con los propósitos, objetivos y concepciones de enseñanza-aprendizaje de educación abierta.
- Elaborar el plan de estudios general, y los currícula y los recursos didácticos de cada una de las asignaturas considerando su carácter de educación autodidacta con la posibilidad de apoyo en asesorías. Para ello, se requiere de un equipo transdisciplinario involucrado en las áreas pedagógico-didáctica, disciplinarias, de tecnología educativa y con experiencia en la investigación educativa en la educación abierta.
- Realizar convenios con la Coordinación de Universidad Abierta y a Distancia de la UNAM para realizar la reestructuración del modelo de Preparatoria Abierta.
- Convocar a concurso abierto a profesionales de diferentes áreas del conocimiento y a grupos interdisciplinarios para la propuesta y diseño de recursos didácticos de la Preparatoria Abierta. Que este concurso considere un arbitraje transdisciplinario para legitimar su proceso de selección de diseños ganadores.
- Los recursos a usarse deben ser aquellos que reduzcan el tiempo de aprendizaje y maximicen, bajo las condiciones del subsistema, su calidad.

- Es necesario que la SEP, a través de la Dirección de Sistemas Abiertos, imparta cursos cortos obligatorios dirigidos a los estudiantes que se inscriban al subsistema, sobre estrategias y técnicas modernas de aprendizaje adecuadas para este modelo educativo, en lugar de mantener una materia no funcional como la “Metodología del aprendizaje”. También es importante que los recursos didácticos utilizados en estos cursos tengan congruencia, continuidad y seguimiento con los recursos didácticos utilizados para las diversas asignaturas, incluida biología, por supuesto.
- Formar asesores en congruencia con el diseño y reestructuración de la Preparatoria Abierta, considerando las estrategias y técnicas innovadoras de enseñanza y estudio, específicas para el sistema abierto, y, además, que sean congruentes con la información que les sea dada a los estudiantes en el curso de estrategias y técnicas modernas de aprendizaje.

6.2.1b PROPUESTAS ACERCA DE LA ASIGNATURA DE BIOLOGIA

- La ubicación de la asignatura de biología dentro del plan de estudios, dada su extensión, debiera ser en 2 períodos (Biología I y II) tal como Física I y II están desglosadas actualmente aunque sólo son 2 partes de un mismo texto (ver anexo 9.1 del plan de estudios actual). Sugiero que la asignatura de biología tenga una única clave de registro para cada uno de los dos períodos del curso, independientemente del área del conocimiento elegida para los últimos semestres; con mayor razón si se conserva el manejo del mismo texto y contenido para todas las áreas, como ahora se hace. Si se considerara la creación del área de ciencias químico biológicas, entonces sería conveniente desarrollar dos textos: uno de tronco común y otro de área específica, y ahí si sería congruente separar su clave pues el texto, los contenidos y su ubicación en el plan de estudios serían diferentes.
- Al rediseñar el currículum de la asignatura de biología para el subsistema de la Preparatoria Abierta de la SEP, es fundamental la congruencia entre los objetivos, los contenidos, recursos utilizados y los exámenes de acreditación. Es importante plantear este currículum en forma problematizadora de la realidad, para que el estudiante la conozca y la mejore, logrando estudiantes capaces de crear ideas, desarrollarlas y de resolver problemas. Este enfoque sustituiría al usado actualmente en el subsistema de la SEP, donde se priorizan la memorización y la reproducción de lo que se conoce acerca de un determinado fenómeno o situación¹⁶⁶.
- Es prioritario considerar el diseño y edición de recursos didácticos de biología específicos para la Preparatoria Abierta en el contexto mexicano. Para esto es importante considerar que tales recursos didácticos: 1) Faciliten el aprendizaje por medio de la explicitación de objetivos, ofreciendo la información y actividades acordes con tales objetivos. 2) Apoyen el autodidactismo y la autosuficiencia, aún cuando se considere la posibilidad de las asesorías. 3) Incluyan actividades que propicien la búsqueda de diferentes fuentes de información. 4) Planteen preguntas o temas a desarrollar para despertar el interés por encontrar respuestas y por hacer uso de los diferentes medios disponibles para encontrarlas. 5) Todos los puntos anteriores, apegados a fundamentos psico-pedagógicos, epistemológicos, teórico-metodológicos y disciplinarios.
- De entre los recursos didácticos, se requeriría de un texto de biología que presente una secuencia congruente de temas, profundamente revisada y evaluada, para facilitar la relación integral del contenido de todo el curso. La redacción del texto requiere de un lenguaje claro e información sintetizada para facilitar su revisión y asimilación significativa por parte de

¹⁶⁶ Chan, María Elena *et. al.* 1996. “Guía para la elaboración del paquete materiales didácticos orientados al aprendizaje independiente”. En Avila, P. y C. Morales (coord.) 1996. *O. c.* p. 260.

los estudiantes. La bibliografía sugerida debe considerar material actual y de fácil acceso.

- Con respecto a otros recursos, a parte del texto, es necesario pensar en materiales innovadores, interactivos, a distancia, utilizando las nuevas tecnologías educativas para lograr mejores resultados. Algunos ejemplos serían: elaborar materiales audiovisuales que complementen los temas contenidos en el texto de biología en formatos VHS, DVD, CD room, y que también se encuentren disponibles en internet; chat también por internet para resolución de dudas; materiales de autoevaluación y juegos didácticos accesible también por dicha vía.
- Actualizar continuamente los recursos didácticos e implementar la evaluación y seguimiento continuos de dichos recursos, de los contenidos y del desarrollo de las asesorías de biología.
- Al diseñar y estructurar los exámenes, éstos deben tener total congruencia con los contenidos del programa y el texto, y deben elaborarse considerando preguntas-problema que revelen más el manejo significativo de los conocimientos evolutivos, y en general biológicos, y no sólo su memorización, como lo demandan la mayoría de las preguntas actuales del examen de la SEP que fueron referidas por los estudiantes en esta investigación.

6.2.1c PROPUESTAS ACERCA DEL TEMA DE EVOLUCION

Para el diseño del programa de la asignatura de biología sobre los temas evolutivos, contando con objetivos, contenidos y un texto claramente desarrollados para un sistema abierto, y congruentes entre sí, es necesario tomar las siguientes consideraciones:

- Los protoconceptos que sugiero como necesarios (basado en Sánchez¹⁶⁷ y Kewon¹⁶⁸): célula, genética (DNA, cromosoma, gen, mutación) reproducción (célula somática y reproductiva, mitosis y meiosis, recombinación, reproducción asexual y sexual) herencia, potencial biótico, ambiente, tiempo geológico, variación, variabilidad, especie, población, adaptación y adecuación.
- En lo particular de los temas de la evolución, es importante elaborar sus capítulos en una secuencia congruente de contenidos.
- Los estudiantes de este subsistema deberían aprender sobre los temas evolutivos:
 1. El Concepto de cambio en los sistemas vivientes.
 2. El que la evolución es un hecho. Evidencias directas (paleontológicas) e indirectas (embriológicas, anatómicas y moleculares).
 3. La generalidad de las teorías evolutivas (desde Lamarck y Darwin hasta la actualidad). Poder discernir continuidad y ruptura entre ellas, entender las polémicas actuales (qué peso le dan a ciertas fuerzas y procesos evolutivos) e identificar a la teoría sintética como la más aceptada actualmente.
 4. Al desarrollar la teoría sintética: Resaltar el origen no direccional de la variación (recombinación genética y mutación). La herencia genética permite que tal variación se mantenga y que la selección natural actúe sobre ella. También me parece adecuado desarrollar brevemente la especiación.
 5. Vincular la evolución con el sistema de clasificación más aceptado entre la comunidad científica actual.
- Generar recursos didácticos que respalden el contenido central de la explicación de la evolución y que con rigor epistemológico faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje, usando viejas y nuevas tecnologías.

¹⁶⁷ Sánchez, M. 2000. *O. c.* p. 3.

¹⁶⁸ Kewon, D. 1998. *Op. cit.* Citado por Sánchez, M. 2000. *O. c.* p. 3.

6.2.2 PROPUESTAS DIRIGIDAS A LOS CENTROS DE ASESORIA

- Considerar en los centros privados de asesoría, al menos 2 horas diarias durante 8 semanas (80 horas) para la revisión del contenido de biología dando la posibilidad de desarrollo de un sistema de enseñanza-aprendizaje más dinámico y moderno con teorías educativas contemporáneas y en el que puedan abarcarse los temas del programa (incluidos los evolutivos y sus protoconceptos) con mayor profundidad, significado y sentido.
- Basar la elección de los asesores de biología en su experiencia en el sistema abierto de educación y en su formación disciplinaria. Sería ideal que un biólogo pueda ser el profesional que imparta la asesoría. Cuando esto no fuera posible por limitaciones de tipo administrativo y laboral, será necesario que los asesores asignados tengan bases en conocimientos biológicos universitarios comprobables (que hayan cursado materias biológicas dentro de su plan de estudios universitarios como los químico-fármaco-biólogos, arqueólogos y médicos). Aún así, el manejo de los conocimientos evolutivos es tan complejo, que no sería fácil para asesores no biólogos reconocer cómo los temas evolutivos son integradores y unificadores del conocimiento biológico.
- Los centros privados de asesoría necesitan ampliar sus propios recursos didácticos para facilitar el aprendizaje de los estudiantes. Esto, aunque inicialmente implicaría un gasto económico para las escuelas, posteriormente les sería redituado, pues mientras más estudiantes obtuvieran buenos resultados educativos y mejores calificaciones, la escuela sería promocionada por ellos y se incrementarían el alumnado y los ingresos económicos.
- Es necesario que se promuevan e implementen medios de capacitación para asesores, en conjunto con la Dirección de Sistemas Abiertos de la SEP.
- También es necesario promover entre los estudiantes el uso regular de sus recursos didácticos (tanto los editados por la SEP, como los manejados de manera particular en los centros de asesoría) resaltando los beneficios que esto representaría para ellos.
- Estos centros educativos deberían invertir más en sus asesores, pagándoles mejor por sus servicios o con mejores prestaciones. Con ello lograrían que profesionales más preparados estuvieran más interesados en colaborar con el manejo de este subsistema y, también, podrían conservar más fácilmente a los asesores más eficientes y profesionales en una plantilla base de profesores. La fuga de buenos profesores en los centros de asesoría es una realidad actual, debido a que, al ser cursos cortos, no significan un ingreso continuo para los docentes o una posición “de base” en la institución.

6.2.3 PROPUESTAS DIRIGIDAS A LOS ASESORES

- Es necesario que los asesores se mantengan en continua formación y actualización en lo pedagógico-didáctico y en lo disciplinario, aplicando técnicas y estrategias didácticas modernas y específicas para el subsistema de Preparatoria Abierta.
- Con base en el reconocimiento de circunstancias únicas e irrepetibles de cada grupo de asesoría, darle un manejo dinámico a los recursos didácticos, tanto a los elaborados directamente por la SEP como a los disponibles en los centros de asesoría.
- Ser creativos y mantenerse en continua búsqueda y generación de recursos de apoyo. Algunos recursos que pudieran utilizarse al impartir la evolución son los siguientes: 1) El material audiovisual, sería de gran ayuda como una herramienta donde, por medio de las imágenes y sonidos, se logra aclarar y retener mejor el conocimiento a mostrar, además de que es posible ahorrar tiempo al revisar los temas. 2) El elaborar, en conjunto con los estudiantes, mapas conceptuales del tema como los mostrados por Ayuso¹⁶⁹, por ejemplo, y que puedan utilizarse como síntesis. 3) El utilizar juegos didácticos para revisar herencia, selección natural, entre otros temas, son reportados por varios autores como Jiménez¹⁷⁰, Grau y de Manuel¹⁷¹, entre otros, con resultados muy buenos para el aprendizaje significativo. 4) El utilizar notas de prensa comentadas sobre temas evolutivos (Jiménez¹⁷² menciona algún ejemplo), como el desarrollo de resistencia en organismos actuales, clonación y su implicación evolutiva, mejoras productivas en agricultura y ganadería, etc., ayudaría a su ubicación contemporánea y cotidiana.
- En lo particular de los temas evolutivos, es muy importante que el asesor identifique, en la medida de lo posible, las ideas previas con las que llegan los estudiantes al iniciar el tema de evolución dentro de la asesoría, con el fin de utilizarles para que ellos puedan elaborar una reconstrucción de su conocimiento y que éste tenga significado en lo cotidiano como lo defiende Ausubel¹⁷³ en su “teoría del aprendizaje significativo”.
- Reconocer que en el proceso de enseñanza-aprendizaje están involucrados los aspectos afectivo, intelectual y psicomotriz de los estudiantes y de sí mismo, al fungir en su papel de asesor.

¹⁶⁹ Ayuso, G. E. y E. Banet. 2002. *O. c.* 39-47.

¹⁷⁰ Jiménez, M. P. 2002. *O. c.* p. 54.

¹⁷¹ Grau, R. Y J. De Manuel. 2002. *O. c.* p. p. 59-64.

¹⁷² Jiménez, M. P. 2002. *O. c.* p. 54.

¹⁷³ Ausubel, D. (Activo en Febrero 2004). *Op. cit.* página web.

6.2.4 PROPUESTAS DIRIGIDAS A LOS ESTUDIANTES

- Ubicar que su desarrollo de aprendizaje es único y personal.
- Reconocerse como responsables últimos de sus propios procesos de aprendizaje y ser congruentes con ello al cursar sus asesorías. Tener conciencia de su papel activo principal en la construcción de su propio conocimiento. Siempre el sistema abierto requerirá de un mayor trabajo individual de los estudiantes en comparación con aquellos que cursan sus estudios en un sistema escolarizado.
- Como parte de este reconocimiento de responsabilidad personal sobre su aprendizaje es necesario que los estudiantes tengan una guía bibliográfica de biología y que lean, previamente a la clase, el tema a desarrollarse.
- En general, es muy importante que obtengan el máximo provecho de los diferentes recursos didácticos a los que tengan acceso, tanto los elaborados por la SEP como los manejados en el centro de asesoría al que asistan y los presentados por el asesor. Los estudiantes mismos son capaces de participar sugiriendo algunos recursos didácticos o actividades para mejorar el proceso de aprendizaje de los diferentes temas del curso incluidos, claro está, los temas evolutivos.

En síntesis, tomando como referente el modelo didáctico, es necesario darle atención inmediata a los siguientes puntos:

- Reestructurar el contenido. Coherente, actualizado y contextualizado con las necesidades de una educación abierta de preparatoria en México.
- Mantener coherencia entre los fines y el contenido.
- Formar asesores. En congruencia con los fines del modelo educativo, los contenidos de las asignaturas y con las tecnologías educativas y el manejo de recursos más adecuados para obtener la mayor calidad posible en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Generar estrategias y recursos didácticos. Adecuados para lograr la máxima calidad educativa en el menor tiempo posible.
- Pautar a los estudiantes para que desarrollen al máximo su capacidad de autodidactismo en su alfabetización científica.
- Hacer evaluaciones y seguimientos continuos de cada uno de los elementos de la estructura didáctica.

6.3 PROPUESTAS PARA NUEVAS LINEAS DE INVESTIGACION

A partir de los múltiples elementos estudiados, pueden continuarse investigaciones relacionadas con los núcleos problemáticos detectados en esta investigación y dirigidas hacia los siguientes puntos de interés:

- Rediseñar los cuestionarios para aplicarlos en investigaciones similares, planteando de manera más clara todas las preguntas y las opciones de respuesta para obtener información más precisa acerca de las concepciones evolutivas, y considerando de manera mas equilibrada los organismos de los diferentes grupos de clasificación (como plantas, hongos, protozoarios y bacterias), evitando que la mayoría de las preguntas solo consideren animales, como en el documento aplicado en esta investigación, y así observar el comportamiento de respuestas de los estudiantes frente a casos evolutivos diferentes a los de animales.
- Investigar la implementación de cursos de asesoría de la Preparatoria Abierta aplicando técnicas de enseñanza-aprendizaje ubicadas en la teoría constructivista ausubeliana y detectar el efecto que ello tendría en el aprendizaje de la evolución.
- Continuar desarrollando investigaciones equivalentes a la presente sobre la enseñanza-aprendizaje de la evolución en diferentes sistemas educativos.
- Realizar investigaciones similares a ésta con otros de los temas contenidos en la asignatura, como fotosíntesis y genética.
- Diseñar un nuevo programa, libros de texto y otros recursos didácticos para la asignatura de biología de la Preparatoria Abierta.
- Desarrollar un diseño docente con cohesión y congruencia con la modalidad de asesoría del sistema abierto de preparatoria.

VII. CONCLUSIONES.

Frente a la demanda cada vez mayor de estudiantes que desean ingresar al Subsistema de Preparatoria Abierta de la SEP para estudiar el bachillerato, diversas escuelas privadas han establecido acuerdos con la SEP para ofrecer cursos de asesoría de las asignaturas del subsistema. Tal situación exige calidad en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje en dichos centros de asesoría y del currículum de cada una de las asignaturas, biología entre ellas, para responder a las expectativas de los estudiantes de este subsistema.

La presente investigación se centró en el estudio de un elemento específico del todo que estructura a esta modalidad educativa: el aprendizaje de la evolución en el subsistema de la Preparatoria Abierta de la SEP. Para ello, la desarrollé manteniendo como eje rector al primer objetivo general: “Valorar si los estudiantes que asisten a centros privados de asesoría de la Preparatoria Abierta de la SEP adquieren y manejan los conocimientos del tema de evolución”.

Durante el avance de esta investigación detecté una red de elementos problemáticos que evidencian el gran reto que implica para los asesores y los estudiantes el enseñar y aprender en su totalidad todos los contenidos del programa-texto de Biología del subsistema abierto de Preparatoria Abierta de la SEP. Y aún más si se intenta formar, informar y acercar al estudiante de una manera teórico-práctica a la biología en tan poco tiempo como en el que se desarrollan las asesorías que ofrecen las escuelas privadas registradas por la SEP.

Es un hecho que, en general, los estudiantes que asisten a los centros de asesoría investigados no están aprendiendo evolución. De los 108 estudiantes que resolvieron el cuestionario sobre aplicaciones del conocimiento evolutivo, sólo 12 lo aprobaron y, de ellos, 5 obtuvieron una calificación entre 7.83 y 8.94 que, dado su comportamiento en cada una de las 3 partes del cuestionario, se acercan a una concepción científica moderna de la evolución (sólo 4.63 %). Incluso detecté varios casos en los que la confusión acerca de los procesos evolutivos aumentó al cursar la asesoría de biología.

Los factores más importantes que detecté en esta investigación como generadores de esta situación, resaltando los elementos interrelacionados que conforman el modelo didáctico, son:

- Las expectativas de calidad educativa que la SEP menciona, y que pueden considerarse como equivalentes a objetivos y perfil de egreso de los estudiantes (fines) del bachillerato, no están siendo congruentes con la realidad que he detectado en esta investigación sobre las condiciones y calidad con que están adquiriendo los conocimientos del tema de evolución (esto pudiera representar lo que está ocurriendo con toda la asignatura de biología y con el resto de asignaturas de Preparatoria Abierta en conjunto).

- Con respecto a los recursos didácticos, el libro utilizado como texto único para la asignatura de Biología de Preparatoria Abierta (“Biología” de Smallwood y Green) fue creado para un curso americano escolarizado con duración de un año, fue publicado en

1968 y no ha tenido actualizaciones desde su primera edición. Fue elegido como texto oficial desde que la SEP realizó un convenio con la CEMPAE y el ITESM para que la elaboración o elección del material didáctico apropiado para este subsistema en 1973. Es un material con un atraso de casi 40 años, muy extenso (casi 800 páginas) y que, por ello, resulta totalmente inadecuado para un sistema abierto del bachillerato mexicano. Debido a la gran cantidad de información, es muy difícil revisar con calidad todo el contenido de la asignatura en poco tiempo como lo plantean las escuelas privadas en sus asesorías (entre 15 y 40 horas). Fue un error grave elegir un texto que no fue diseñado para un sistema abierto pues un texto de este tipo requiere de condiciones especiales por el carácter autodidacta del subsistema y debe también considerar su diseño y contenido de una forma más sintetizada que el de un sistema escolarizado.

- No existe un currículum original de biología para la Preparatoria Abierta. El texto elegido se convirtió en el programa y contenidos de la asignatura, y a partir de él, se crearon los objetivos (fines), prerrequisitos y requisitos para los temas desarrollados en el texto (entre ellos el de evolución). Los exámenes de autoevaluación publicados en la guía de estudio de biología y los exámenes oficiales que la SEP aplica para su acreditación, también fueron elaborados a partir del mismo texto.

- A pesar de que todos los elementos curriculares del curso de biología se desarrollaron a partir del texto, al revisar los capítulos que tratan el tema de evolución detecté incongruencias entre los objetivos, prerrequisitos, requisitos, contenidos, y preguntas referentes al tema en los exámenes de autoevaluación y en los exámenes oficiales.

- Entre los problemas más graves que detecté en esta investigación, en los capítulos de evolución, menciono los siguientes: varios objetivos son muy generales y demandan sólo la memorización del contenido, algunos protoconceptos considerados como necesarios en esta investigación para iniciar el estudio de la evolución no son considerados en los prerrequisitos de la guía de estudio, algunos contenidos se ubican en una secuencia inadecuada para la comprensión de la evolución, existe contenido importante que no es mencionado en los objetivos, el conocimiento requerido en algunas preguntas de examen no está contemplado en los objetivos o en los contenidos, y existen omisiones de información fundamental sobre conocimientos evolutivos en los contenidos.

- Entre los problemas que presentan particularmente los contenidos sobre evolución en el libro de texto, se encuentran: 1) Nunca se menciona a la teoría sintética a pesar de manejarse varios de sus elementos y hacer referencias a sus autores. Nunca se le diferencia de la teoría darwiniana original. Esto puede crear la confusión de que en la actualidad aún se maneje la teoría de Darwin tal y como él publicó sus consideraciones originales. 2) El tema de la selección natural es presentado antes que el de la variación, con la incomprensión que ello puede generar. 3) Los capítulos que tratan sobre herencia, aparecen 14 capítulos después de los de evolución, no existiendo ningún conexo entre ellos, con lo que se termina de nulificar la teoría sintética. Aunque dentro del contenido de evolución se tocan temas de genes, mutaciones y caracteres hereditarios, todo resulta muy superfluo e incomprensible sin los protoconceptos de herencia. 4) La evolución del hombre se maneja al final del texto, muy alejado del resto de los temas de evolución, como si

nuestros procesos evolutivos fueran diferentes a los del resto de los organismos. 5) El atraso del texto (1968) y su falta de actualizaciones es evidentemente un enorme problema, más aún con los adelantos científicos y tecnológicos de los últimos 40 años.

- El ausentismo y la deserción de los estudiantes, debido a la falta de interés en la asignatura de biología, recursos didácticos limitados e inadecuados y el gran esfuerzo que las asesorías de corta duración demandan de ellos. La mayoría de los estudiantes ingresaron al subsistema sin ubicar el esfuerzo extra-clases que tendrían que realizar, manteniéndose en el papel de receptores pasivos de información facilitando que la asesoría se convierta en un curso tradicional de biología pero impartido en muy poco tiempo. Ni la SEP, ni los centros de asesoría están considerando una participación práctica de los estudiantes en los diferentes temas del curso.

Con todos estos elementos problemáticos, es muy difícil implementar nuevas tendencias de tecnología educativa y teorías modernas del aprendizaje, cuando las condiciones de tiempo, extensión y contenidos del texto utilizado, y demandas de la propia SEP no van en ese sentido.

Aún así, considero posible lograr un aprendizaje significativo en tiempos cortos, siempre y cuando haya la intención institucional de hacerlo y la propia intención y formación de los asesores en el mismo sentido. Es necesario que, con rigurosas bases epistemológicas, los expertos en el tema indiquen con que herramientas teóricas de la enseñanza-aprendizaje se puede lograr mayor calidad en este subsistema educativo.

A partir de toda esta problemática, en esta investigación he propuesto cambios de índole disciplinario, pedagógico-didáctico, de planeación, realización y evaluación para mejorar las condiciones en las que se desarrolla el aprendizaje de evolución de los estudiantes de estos centros de asesoría del subsistema abierto de preparatoria. Todos ellos basados en que la SEP, a través de la Dirección General del Bachillerato y la Dirección de Sistemas Abiertos, reestructure el modelo del Subsistema de Preparatoria Abierta, y en lo particular, que se diseñe un currículum de la asignatura de biología específico, actualizado y congruente para las condiciones de este subsistema y en un contexto mexicano. Es necesario que su programa considere los conocimientos mínimos de evolución que los estudiantes de cualquier bachillerato es adecuado que manejen, y que logren aprenderlos de manera significativa integrándolos a su vida cotidiana.

Estos conocimientos, mencionados en el desarrollo de esta investigación, son principalmente:

- Ubicar a la evolución como un hecho.
- Entender las teorías lamarckiana, darwiniana y sintética, analizando sus diferencias, encuentros, continuidad y ruptura.
- Comprender el origen no direccional de la variación y la acción de la selección natural sobre ella.

- Entender la especiación y ubicar las relaciones evolutivas como herramienta de clasificación de los organismos.
- Identificar las principales controversias actuales de la teoría evolutiva.

El resto de las propuestas van encaminadas a la formación de asesores, la generación de estrategias y recursos didácticos, pautar a los estudiantes para su desarrollo como autodidactas, y mantener una evaluación y seguimiento continuos de todos estos puntos en congruencia entre ellos y con el modelo educativo en cuestión.

Es necesaria una pronta transformación para lograr una educación abierta de preparatoria, alternativa a la escolarizada, de buena calidad como la SEP debiera ofrecer, en su responsabilidad de institución directora de la educación nacional.

Investigaciones como la realizada aquí, seguirán dando direcciones de hacia donde deben implementarse cambios para mejorar el aprendizaje de la evolución en el subsistema abierto de preparatoria de la SEP, como una muestra de la mejoría que debe darse a todos los niveles y modelos educativos, en el aprendizaje de la biología y de todas y cada una de las áreas de conocimiento.

No es coherente que los estudiantes y la población en general sigan considerando a la biología y sus temas de estudio como una ciencia muerta, como algo lejano, falto de significado, que sólo puede apreciarse tras las rejas de un zoológico, en los museos de historia natural, y en los tediosos cursos de la asignatura en las diferentes etapas académicas.

No se deben seguir adquiriendo conocimientos biológicos a través de la memorización como única vía de aprendizaje, perdiéndose lo indispensable de su aprendizaje con significado.

Mientras se siga considerando a la biología y otras áreas del conocimiento como algo apartado de nosotros, nos seguiremos viviendo fragmentados en nuestra forma de ser y estar, considerando al todo separado en partes aisladas. En lo particular, es necesario desarrollar las vías para resaltar la utilidad del conocimiento evolutivo en lo cotidiano.

El aprendizaje significativo de la evolución es realmente importante para nuestras vidas: el manejo del conocimiento más actual sobre las primeras formas de vida y los cambios que han presentado, y siguen presentando, los seres vivos, en conjunto con el conocimiento más aceptado por la comunidad científica internacional acerca de los procesos por los cuales se han dado tales cambios, explicitan la gran diversidad actual de lo vivo como producto de la acción de esos procesos evolutivos a través del tiempo; también resulta indispensable reconocer la manera como afectan dichos procesos nuestra cotidianidad. Porque es necesario entender que cada uno de nosotros somos objeto de estudio de la biología, y que antes de ser ciudadanos de una gran urbe, confundidos entre los adelantos científicos y

tecnológicos, atrapados entre la intensidad tendenciosa de los mensajes publicitarios de los medios masivos de comunicación sobre lo que debemos ser a nivel social y económico, y hartos ya del actual circo político nacional, antes que eso, somos organismos, producto de procesos evolutivos que al entenderlos nos conocemos y dimensionamos con mayor claridad. Sólo así podremos ubicarnos mejor como parte del universo biológico y podremos, así mismo, atender y cuidar con mayor objetividad nuestras relaciones con el resto de los organismos y el medio abiótico, pues todo ello, junto con nosotros mismos, somos elementos interrelacionados con los procesos evolutivos que continuarán manifestándose mientras siga existiendo la vida.

VIII. FUENTES

8.1 BIBLIOGRAFIA

- Alvarez, E. 2001. **Propuesta Integral de Formación Docente para las Ciencias Biológicas del Bachillerato de la UNAM**. México, UNAM, Facultad de Ciencias. Tesis de Maestría en Ciencias, Enseñanza e Historia de la Biología. 154 p. p.
- Avila, P. y C. Morales. (coord.). 1996. **Estudio Independiente**. México, ILCE. 283 p. p.
- Ayala, F. 1997. **La Teoría de la Evolución**. Madrid, Ediciones Temas de Hoy. 237 p. p.
- Calderón, E. 1978. **Evaluación del Texto de Ciencias Naturales para la Enseñanza Abierta en el Ciclo de Educación Media**. México, UNAM, Facultad de Ciencias. Tesis de Licenciatura, Biología. 172 p. p.
- Carter, P. *et. al.* 1983. **Ejercicios de Autoevaluación. Biología**. México, SEP. 13 p. p.
- Chamorro, M. A. 1999. **Análisis de la Enseñanza de la Biología. El caso del bachillerato escolarizado en Xalapa, Ver.** México, UNAM, Facultad de Ciencias. Tesis de Maestría en Ciencias, Biología. 100 p. p.
- Darwin, C. 1980. **El Origen de las Especies**. Madrid, EDAF. 533 p. p.
- Delgado, L. 1988. **Evaluación del Texto de Bioética y Algunas Consideraciones sobre el Sistema Abierto de Educación Media Superior**. México, UNAM, Facultad de Ciencias. Tesis de Licenciatura, Biología. 194 p. p.
- Franco, J. *et. al.* 1985. **Manual de Ecología**. México, Trillas. 266 p. p.
- Freeman, R. 1985. **Como Estudiar con Eficiencia**. Metodología del Aprendizaje. México. SEP. 88 p. p.
- García, J. V. (comp.) 1998. **Conceptos Fundamentales de Curriculum, Didáctica y Evaluación para Ciencias Políticas y Sociales**. México, UNAM. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Sistema de Universidad Abierta (SUA). 476 p. p.
- Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. Presidencia de la República. 2001. **1er. Informe de Gobierno**. México. 703 p. p.
- Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. Presidencia de la República. 2004. **4º. Informe de Gobierno. Anexos**. México. 720 p. p.

- Green, E. y K. Bobrowsky. 1980. **Laboratorio de Biología Investigaciones**. México, Publicaciones Cultural. 250 p. p.
- Hernández, M. C. 2002. **La Historia en la Enseñanza de la Teoría de la Selección Natural**. México, UNAM, Facultad de Ciencias. Tesis de Doctorado en Ciencias, Biología. 219 p. p.
- ILCE. 1975. **La Educación Abierta en América Latina**. México.
- INEGI. 2001. **Boletín de Estadísticas de Educación**. México. 35 p. p.
- Lamarck, J. 1989. **Filosofía Zoológica**. México, Impresión independiente. 223 p. p.
- Luna, M. S. (comp.) 1996. **El Diálogo Pedagógico**. México, ILCE. 520 p. p.
- Mac Kenzie, N., R. Postgate y J. Scupham. 1979. **Enseñanza Abierta**. Madrid, UNESCO. 441 p. p.
- OCDE. 1997. **Exámenes de las Políticas Nacionales de Educación: México, Educación Superior**. París. 243 p. p.
- Ortegon, D. 1983. **Manual de Experimentos de Química**. México, SEP. 95 p. p.
- Real Academia Española. 2001. **Diccionario de la Lengua Española**. Madrid, Espasa Calpe. 2368 p. p.
- Romo, M. (coord.) 1991. **El Bachillerato Mexicano 1867-1989** (Catálogo Razonado). Centro de Investigaciones y Servicios Educativos (CISE), UNAM. México. 276 p. p.
- Ruiz, R. y F. J. Ayala. 2002. **De Darwin al DNA y el Origen de la Humanidad: La Evolución y sus Polémicas**. México, UNAM y Fondo de Cultura Económica. 293 p.p.
- Sánchez, M. C. 2000. **La Enseñanza de la Teoría de la Evolución a partir de las Concepciones Alternativas de los Estudiantes**. México, UNAM, Facultad de Ciencias. Tesis de Doctorado en Ciencias, Biología. 229 p. p.
- SEP. Subsecretaría de Planeación y Coordinación Educativa. 1974. **La Educación Extraescolar y su Estructura**. México. 59 p. p.
- SEP. 1981. **Terminología de los Sistemas Abiertos de Educación en México**. México. 164 p. p.
- SEP. 1983. **Informe de los Sistemas Abiertos de Educación Media Superior y Superior**. México. 149 p. p.
- SEP. 2000a. **Estadística Básica del Sistema Educativo Nacional. 1999-2000**. Tomo 2. México. 456 p. p.

- SEP. 2000b. **Informe de Labores 1999-2000**. México. 302 p. p.
- SEP. 2000c. **Perfil de la Educación en México**. México. 190 p. p.
- SEP. 2001. **1er. Informe de Labores**. México. 172 p. p.
- SEP. 2003. **3er. Informe de Labores**. México. 180 p. p.
- SEP. Dirección de Sistemas Abiertos. 2004a. **Calendario de solicitud y presentación de Exámenes**. Enero-Abril 2004. Preparatoria Abierta. México. 1 p. p.
- SEP. Dirección de Sistemas Abiertos. 2004b. **Estructura del Plan de Estudios Vigente del Subsistema de Preparatoria Abierta**. Documento PLANDES.DOC/LCG21 17/01/a. México. 2 p. p.
- SEP-CIIEAD (Comisión Interinstitucional e Interdisciplinaria de Educación Abierta y a Distancia). 1992a. **Anuario de Actividades 1991-1992**. México. 109 p. p.
- SEP-CIIEAD. 1992b. **La Educación Abierta y a Distancia en México**. México. 285 p. p.
- Smallwood, W. y E. Green. 1978. **Biología**. México, Publicaciones Cultural. 767 p. p.
- Smallwood, W. y E. Green. 1985. **Biología**. México, Publicaciones Cultural. 767 p. p.
- Smallwood, W. y E. Green. 2001. **Biología**. México, Publicaciones Cultural. 767 p. p.
- Smallwood, W. y E. Green. 2004. **Biología**. México, Publicaciones Cultural. 767 p. p.
- UNAM. 1998. **Estatuto del Sistema Universidad Abierta y Reglamento del Estatuto del Sistema Universidad Abierta de la UNAM Relativo al Ingreso, la Permanencia y los Exámenes**. México. 19 p. p.
- Velasco, E. 2000. **Guía de Estudio para Biología**. Preparatoria Abierta. México, SEP. 131 p. p.

8.2 HEMEROGRAFIA

- Ayuso, G. E. y E. Banet. 2002. "Pienso más como Lamarck que como Darwin: comprender la herencia biológica para entender la evolución". **Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales**. 32: 39-47.
- Berovides, V. 1993. "Problemas de la enseñanza de la biología evolutiva en la educación superior". **Revista Biológica**. 7 (2-3): 79-88.
- De la Gándara, M. y M. J. Gil. 2002. "El aprendizaje de la adaptación". **Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales**. 32: 65-71.
- Grau, R. y J. de Manuel. 2002. "Enseñar y aprender evolución: una apasionante carrera de obstáculos". **Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales**. 32: 56-64.
- Guillén, F. 1994. "El nuevo enfoque en la enseñanza de la biología en secundaria". **Ciencia**. 45: 247-262.
- Jiménez, M. P. 2002. "Aplicar la idea de cambio biológico: ¿por (*sic*) qué hemos perdido el olfato?" **Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales**. 32: 48-55.

8.3 CIBERGRAFIA

Ausubel, D. (Activo en Febrero 2004) **Teoría del Aprendizaje Significativo.**
<http://www.educainformatica.com.ar/docentes/tuarticulo/educacion/ausubel/>

Campanario, J. M. 2002. (Activo en Febrero 2004). **¿Por qué la Teoría de Ausubel del Aprendizaje Significativo Tiene Tanta Influencia en la Enseñanza de las Ciencias?** <http://www2.uah.es/jmc/webens/67.html>

Cordiviola; G. (responsable). (Activo en Febrero 2004). **Aula Virtual: Teorías del Aprendizaje.** <http://www.educavirtual.com.ar/aula1ps.HTM>

<http://biblio.colmex.mx/> (Activo Mayo 2004)

http://cib.mty.itesm.mx/red_bibliotecas/homedoc.html (Activo Enero 2004)

<http://cueyatl.uam.mx/biblioteca/> (Activo Junio 2004)

<http://www.bib.uia.mx/bib.uia.html> (Activo Mayo 2004)

<http://www.bnct.ipn.mx/> (Activo Noviembre 2004)

<http://www.dgbiblio.unam.mx/> (Activo Julio 2004)

<http://www.ie.cinvestav.mx/biblioteca/page6.html> (Activo Enero 2004)

Mari Mutt, J. 2000 (Activo Mayo 2003). **Manual de Redacción Científica.**
<http://www.caribjsci.org/epub1/>

IX. ANEXOS.

9.1 ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS VIGENTE DEL SUBSISTEMA DE PREPARATORIA ABIERTA DE LA SEP¹⁷⁴.

TRONCO COMUN		
1er SEMESTRE	2° SEMESTRE	3er SEMESTRE
Metodología de la Lectura Metodología del Aprendizaje Historia Moderna de Occidente Taller de Redacción Inglés I Matemáticas I	Textos Literarios I Taller de Redacción II Matemáticas II Historia Mundial Contemporánea Inglés II Apreciación Estética (Pintura)	Textos Literarios II Taller de Redacción III Matemáticas III Lógica Inglés III
AREA: HUMANIDADES		
4° SEMESTRE	5° SEMESTRE	6° SEMESTRE
Inglés IV Matemáticas IV Textos Filosóficos I Textos Literarios III Principios de Física	Inglés V Textos Filosóficos II Textos Políticos y Sociales I Biología Principios de Química General	Inglés VI Textos Científicos Historia de México Siglo XX Bioética Textos Políticos y Sociales II Apreciación estética (Música)
AREA: CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y SOCIALES		
4° SEMESTRE	5° SEMESTRE	6° SEMESTRE
Inglés IV Matemáticas IV Textos Filosóficos I Principios de Física Principios de Química General	Inglés V Textos Filosóficos II Textos Políticos y Sociales I Biología Matemáticas V	Inglés VI Textos Científicos Historia de México Siglo XX Bioética Textos Políticos y Sociales II Matemáticas VI
AREA: CIENCIAS FISICO-MATEMATICAS		
4° SEMESTRE	5° SEMESTRE	6° SEMESTRE
Inglés IV Matemáticas IV Textos Filosóficos I Física I Química	Inglés V Textos Filosóficos II Textos Políticos y Sociales I Física II Matemáticas V	Inglés VI Textos Científicos Historia de México Siglo XX Bioética Biología Matemáticas VI

¹⁷⁴ SEP. Dirección de Sistemas Abiertos. 2004b. **Estructura del Plan de Estudios Vigente del Subsistema de Preparatoria Abierta.** p. 1.

CUESTIONARIO

Estamos interesados en conocer lo que sabes sobre la evolución. Te agradeceremos que respondas a las siguientes preguntas. Este cuestionario no tiene calificación escolar, solamente es una encuesta.

Nombre _____ Sexo _____ Edad _____ Fecha _____

Preparatoria en la que recibes tu asesoría de biología _____

Horario en que asistes a tu asesoría _____ ¿Ya cursaste evolución? _____

¿Habías tomado un curso de biología de bachillerato anteriormente? _____

A. Instrucciones:

De los tres números que se encuentran entre la frase de la derecha y la de la izquierda, tacha el que creas que es la mejor opción para completar la idea.

Tacha el 1 si sólo la frase de la izquierda es correcta.

Tacha el 2 si no sabes o no te acuerdas.

Tacha el 3 si sólo la frase de la derecha es correcta.

1. Los conejos primitivos de Siberia tenían pelo oscuro; actualmente esos conejos son blancos. Aunque la característica hereditaria de pelo blanco...

Apareció en los conejos primitivos porque al vivir en la nieve necesitaban pelo blanco para confundirse con el ambiente nevado.

1 2 3

Apareció en los conejos primitivos como un cambio casual.

2. Las poblaciones ancestrales de osos polares tenían pelo oscuro. Pero...

En las poblaciones ancestrales de osos polares surgieron osos de pelo blanco por cambios o mutaciones, que sobrevivieron en lugar de los de pelo oscuro.

1 2 3

Como resultado de vivir en la nieve, el pelo de los osos polares cambió lentamente de oscuro a blanco.

3. Si una población de conejos siberianos de pelo blanco fuera llevada a vivir en un lugar sin nieve...

Los conejos desarrollarían poco a poco pelo oscuro para confundirse con el nuevo ambiente.

1 2 3

Algunos conejos morirían porque serían fácilmente encontrados por sus depredadores.

4. Ciertas poblaciones de salamandras que viven en cuevas son ciegas porque...

Se adaptaron al ambiente oscuro de las cuevas.

1 2 3

Las salamandras con visión murieron sin dejar descendencia.

5. ¿Cómo podría explicarse que cierta especie de salamandras que vive en cuevas, sea ciega?

Porque ciertas salamandras de la población que tenían la característica de falta de visión, se reprodujeron exitosamente, hasta que aumentó su proporción en la población.

1 2 3

Como no utilizaban la vista, las salamandras que vivían en cuevas heredaron a sus hijos la característica de una “menor habilidad” para ver, hasta que evolucionaron a salamandras ciegas.

6. Los osos polares actuales tienen pelo blanco porque...

En cada nueva generación, la mayoría de los osos hereda el color de pelo de sus padres.

1 2 3

En cada nueva generación los osos van teniendo el pelo cada vez más claro que sus padres.

B. Instrucciones:

Para las siguientes preguntas, tacha la letra que corresponda a la respuesta correcta.

1. Los chitas son animales capaces de correr a más de 100 km/h al perseguir a sus presas. ¿De qué manera explicarías cómo surgió esa habilidad para correr tan rápido, si se supone que los ancestros de los chitas corrían tan sólo a 30 km/h?
 - L) Las generaciones de chitas pudieron correr cada vez más rápido porque ejercitaban mucho sus patas.
 - T) Como sus presas eran muy veloces, los chitas corrieron cada vez más rápido.
 - O) Debido a que los chitas corrían cada vez más rápido desarrollaron músculos mejores.
 - D) Algunos chitas pudieron correr más rápido y heredaron esta característica a sus hijos.
 - N) Otra _____

2. Un gran número de poblaciones de mosquitos son actualmente resistentes a insecticidas como el D.D.T. Sin embargo, cuando se empezó a usar el D.D.T. casi todos los mosquitos morían. Actualmente muchas poblaciones de mosquitos resisten el D.D.T. porque:
 - L) Los mosquitos fueron desarrollando poco a poco resistencia al D.D.T., heredándosela a sus hijos; los que a su vez fueron más resistentes al D.D.T. que sus abuelos.
 - T) La naturaleza formó mosquitos resistentes al D.D. T.
 - O) Algunos mosquitos aprendieron a adaptarse al D.D.T.
 - D) Algunos mosquitos eran resistentes al D.D.T. antes de que éste se empezara a usar y heredaron a sus descendientes esta característica.
 - N) Otra _____

C. Instrucciones:

Cada una de las siguientes preguntas contiene dos partes. En la primera tacha la opción que mejor completa la frase. Estas opciones están indicadas con los números 1 ó 2.

En la segunda parte tendrás que seleccionar la razón por la que elegiste la respuesta de la primera parte. Es decir, tacha una de las tres opciones marcadas con las letras A, B, C, que explique mejor tu primera elección.

Ejemplo:

Todas las plantas verdes:

1. Necesitan bióxido de carbono
2. Requieren de suelo

PORQUE:

- A.- Sin él no pueden respirar
- B.- De él se nutren
- C.- Es indispensable para la fotosíntesis

Explicación del ejemplo:

Necesitan bióxido de carbono es la respuesta correcta para la primera parte porque las plantas pueden crecer sin suelo.

En la segunda parte, la respuesta correcta es que es indispensable para la fotosíntesis. Por tanto tendrías que tachar el 1 en la primera parte, y la letra C en la segunda.

1. Los tiburones actuales pueden nadar a velocidades hasta de 30 nudos. Supón que sus ancestros nadaban a velocidades menores. La habilidades de nadar más rápido probablemente se debió a que:
 1. Surgió en todos los tiburones en poco tiempo.
 2. Hubo un aumento en el porcentaje de tiburones más veloces.

PORQUE:

- A. En un momento hubo un cambio heredable que fue seleccionado en algunos tiburones.
- B. Mientras los tiburones usaban más sus músculos, más veloces se volvieron y eran mejores cazadores.
- C. La necesidad de atrapar a sus presas, hizo que nadaran más rápido y las alcanzaran con mayor facilidad.

2. Ciertas aves de patas largas pueden alimentarse con mayor facilidad en zonas inundadas. Si se transportara a una gran población de aves de patas cortas a una isla remota llena de lagos y pantanos:
 1. Algunas aves vivirían y otras morirían.
 2. Las aves desarrollarían poco a poco patas largas.

PORQUE:

- A. Las patas de todas las aves cambiarían lentamente hasta que ayudaran mejor a la alimentación.
 - B. Las pocas aves que tuvieran patas largas sobrevivirían para reproducirse.
 - C. Las patas de cada ave cambiarían de la misma manera puesto que todas las aves están relacionadas entre sí.
3. Las focas que viven cerca del Polo tienen una capa de grasa bajo la piel. Sus ancestros pudieron haber tenido una capa de grasa menos gruesa que la actual. A través de los siglos, ocurrieron tales cambios en las focas ya que:
 1. La necesidad de conservar el calor hizo que su capa de grasa se engrosara.
 2. Cada generación más focas iban teniendo una capa de grasa más gruesa.

PORQUE:

- A. Las focas querían adaptarse al medio ambiente.
 - B. Las crías heredaron de sus padres una capa más gruesa de grasa.
 - C. Los pocos individuos que tenían una capa de grasa más gruesa, sobrevivieron y tuvieron crías.
4. Hace muchos años, la dispersión de las plagas de langostas era controlada con el insecticida D.D.T. Recientemente los químicos han encontrado que las langostas ya no son atacadas por el D.D.T. La razón de este cambio es que:
 1. En cada generación un mayor número de langostas no son afectadas por el D.D.T.
 2. A través de los años, todas las langostas van siendo gradualmente menos afectadas por el D.D.T.

PORQUE:

- A. En cada generación, las langostas que sobrevivían al D.D.T., tenían descendencia.
- B. La necesidad de sobrevivir hizo que las langostas cambiaran.
- C. El uso del D.D.T. provocó una mutación en el ADN de las langostas.

5. Una población de mariposas nocturnas estaba formada por individuos que tenían alas oscuras o claras. El bosque donde solían vivir tenía árboles con troncos ya sea oscuros o claros. Recientemente una plaga mató a los árboles de tronco claro pero sobrevivieron los de tronco oscuro. El efecto de la desaparición de árboles de tronco claro sobre las mariposas nocturnas será que cada generación:

1. Las mariposas nocturnas claras desarrollarán alas cada vez más oscuras.
2. Habrá una proporción mayor de mariposas nocturnas oscuras en la población.

PORQUE:

- A. Las polillas se adaptarían a los cambios en su ambiente.
- B. La necesidad de sobrevivir haría que las polillas cambiaran de color.
- C. Sólo las polillas con alas oscuras escaparían a sus depredadores y sobrevivirían hasta reproducirse.

6. Algunos sapos pueden dar saltos hasta de 2 metros de longitud. Supón que los sapos actuales tenían ancestros que no saltaban tan lejos. La habilidad para saltar tan lejos probablemente:

1. Se desarrolló para todos los sapos en unas cuantas generaciones.
2. Implicó un incremento en el porcentaje de sapos que podían saltar más lejos.

PORQUE:

- A. Mientras más usaban sus músculos, los sapos podían efectuar saltos cada vez más lejanos.
- B. Primero hubo un cambio genético en unos cuantos sapos y estos se reprodujeron más.
- C. La necesidad de evitar ser atrapados por sus depredadores hizo que saltaran más lejos.

7. Las mariposas que tienen una larga trompa pueden alcanzar mejor el néctar que está en la parte profunda de las flores alargadas que las mariposas con trompa corta. Si una gran población de mariposas fuera transportada a un jardín lleno de plantas cuyas flores fueran largas:

1. Algunas mariposas morirían y otras vivirían.
2. Las mariposas desarrollarían cada vez trompas más largas.

PORQUE:

- A. Las mariposas que tengan trompa larga sobrevivirían hasta reproducirse.
- B. Las mariposas de trompa corta necesitan trompas largas para sobrevivir.
- C. Las trompas de las mariposas cambiarían lentamente hasta que tuvieran la longitud necesaria para alcanzar el néctar de las flores.

8. Una población de pinos vive en un área que ha tenido varios años de veranos muy calientes y secos. Si los veranos continuaran así en el futuro, se esperaría que:
 1. Algunos pinos sobrevivirán pero otros morirán por la sequía.
 2. Todos los pinos se adaptarán al clima seco.

PORQUE:

- A. La necesidad de sobrevivir a los veranos causó que los pinos desarrollaran formas de evitar la sequía.
 - B. Algunos pinos tienen la capacidad de conservar mejor el agua y sobrevivir a la sequía.
 - C. Los pinos lograrán soportar el clima cálido y seco y sobrevivir a la sequía.
9. Los murciélagos que se alimentan de noche tienen un agudo sentido del oído, pero sus ancestros pudieron no haber oído tan bien. Los murciélagos actuales tienen un mejor sentido del oído ya que:
 1. La necesidad de alimentarse de noche determinó que aumentara su sentido del oído.
 2. En cada generación, más murciélagos oían mejor.

PORQUE:

- A. Para alimentarse mejor, los murciélagos necesitaban oír mejor los ruidos del medio ambiente que sus ancestros.
 - B. Las crías heredaron mejor sentido del oído que sus padres y a su vez lo transmitieron a sus hijos.
 - C. Los murciélagos que oían mejor, se alimentaban mejor y tenían más crías.
10. En una población de lagartijas algunas tienen la piel verde, mientras que otras la tienen amarilla. En el lugar donde viven estas lagartijas, hay pastos con hojas verdes y con hojas amarillas. Hace poco una enfermedad atacó a los pastos amarillos y acabó con ellos. El efecto que tendrá la desaparición de pastos amarillos sobre las lagartijas, es que:
 1. Las lagartijas amarillas perderán poco a poco su color.
 2. Aumentará la proporción de lagartijas verdes.

PORQUE:

- A. Sólo las lagartijas verdes escaparán a sus depredadores y se reproducirán.
- B. Las lagartijas se irán adaptando a los cambios del ambiente.
- C. Para sobrevivir, las lagartijas cambian el color de su cuerpo.