



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN
MEDIA SUPERIOR**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**Evaluación del Software educativo “Evolución. Origen de
la Biodiversidad”, como recurso didáctico.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN DOCENCIA PARA
LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR, BIOLOGIA.**

P R E S E N T A

Biol. José Arturo Alvarez Paredes

Tutor: Dr. Jorge Ricardo Gersenowies Rodríguez

NOVIEMBRE, 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

A Walewzka, motivo e inspiración para lograr lo que antes era un sueño. Gracias amada esposa por tu apoyo y comprensión en los momentos aciagos. A ti mi corazón y esfuerzo.

A Lori e Ian. Espero pueda recompensarlos por los momentos que no estuve con ustedes, pero vale la pena. Los amo, queridos hijos.

A Freiya, eterno amor.

A mi mamá Carmelita, sin cuyo esfuerzo, apoyo y ejemplo en mi formación, no sería lo que ahora soy. La amo y la admiro por ser una inigualable mujer.

A mi papá Arturo. Un hombre que aún me sigue enseñando, a pesar de su ausencia. Siempre reconoceré su valía. Te quiero mucho papá.

A mis hermanas Irma, Maricela y Lucero. A mis hermanos Evaristo, Juan José y Pedrito. Siempre los tengo en mente y les agradezco su tolerancia hacia mí. Los quiero mucho.

A Jorge Gersenowies, de quien siempre obtuve el apoyo y los consejos para la culminación exitosa de esta tesis, Gracias Jorge. Con admiración a una persona sin igual.

A todos mis amigos, compañeros de generación y trabajo. Mi agradecimiento por darme el consejo, el apoyo y la enseñanza en el momento justo.

Índice		Pág.
	Resumen	
	Introducción. Planteamiento del problema	1
Capítulo 1.	La Institución	4
Capítulo 2.	La Teoría de la Evolución en la Materia de Biología	16
Capítulo 3.	Software educativo. Teorías del aprendizaje y características	28
Capítulo 4.	Características del recurso didáctico “Evolución. Origen de la Biodiversidad”	46
Capítulo 5.	Justificación y metodología	52
Capítulo 6.	Resultados y análisis	60
	Conclusiones	74
	Bibliografía.	77
	Anexo 1.	86

Introducción. Planteamiento del problema

Uno de los aspectos que le dan significado al estudio de la Biología en el Colegio de Ciencias y Humanidades es que los alumnos aprendan a construir mejores explicaciones acerca de los sistemas vivos mediante la integración de conceptos, principios, habilidades, actitudes y valores, desarrollados en la construcción, reconstrucción y valoración de los conceptos biológicos fundamentales (Programas de Estudio de Biología I a IV, 2004). Con ésta intención, la presente tesis se centró en valorar un software educativo como recurso didáctico, dada la importancia que éste tipo de apoyos a la enseñanza y aprendizaje han cobrado en la actualidad. Como recurso didáctico, éste tipo de apoyos se centran en ofrecer a los alumnos una serie de elementos que les facilite la adquisición de conocimientos y habilidades en la interpretación de los contenidos conceptuales que se pretenden desarrollar, por lo que es importante destacar la pertinencia del recurso como parte de la enseñanza y el aprendizaje de los alumnos.

La evaluación de software educativo como recurso didáctico es un trabajo que compete a los docentes, debido a que son estos los que van a emplear este tipo de programas de cómputo con fines de enseñanza y de aprendizaje. En este sentido, la labor desarrollada a partir de encuestas aplicadas a estudiantes y profesores que utilizaron el software educativo "Evolución. Origen de la Biodiversidad" en el Plantel Naucalpan del Colegio de Ciencias y Humanidades durante el período lectivo 2009-2, estuvo encaminado a establecer que este software cumple con los requerimientos necesarios para ser utilizado en los cursos de Biología II y IV, en relación con el aprendizaje de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural, de acuerdo con los programas indicativos de las asignaturas mencionadas y al Plan de Estudios de la citada Institución.

La tesis pretende contribuir a las investigaciones que se han realizado en cuanto a la importancia del software educativo como recurso didáctico, las cuales establecen la necesidad de contar con parámetros de valoración confiables, para determinar las bondades del uso de recursos didácticos que posibiliten a los estudiantes el aprendizaje de temas que tienen una connotación relevante o de

difícil tratamiento y a los docentes una forma de acceder a los conocimientos en contextos y tiempos extra-áulicos.

La elección de este tema tiene que ver con aspectos que están relacionados directamente con la formación adquirida en los estudios de la Maestría en Docencia para la Enseñanza Media Superior (MADEMS), cuyas vertientes más importantes son:

- El interés disciplinar, al tratar un tema de relevancia para la Biología como ciencia y como fundamento del conocimiento básico que todo estudiante de bachillerato debe comprender: la Teoría de la Evolución por variación y selección natural.
- El interés pedagógico-didáctico, al establecer la importancia del uso del software educativo como un recurso que pretende posibilitar el aprendizaje de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural, al proveer de conocimientos y capacidades a los estudiantes para la comprensión de este tema.
- El interés de contribuir a los estudios que sustentan la importancia del uso del software educativo como recurso didáctico que busca el mayor beneficio en el aprendizaje en contextos que, inclusive, pueden rebasar el ámbito escolar y ser empleados en tiempos y espacios diversos, lo que desde el punto de vista social y ético, tiene que ver con una forma de abatir la desigualdad en la educación.

Esta tesis tiene relevancia en el ámbito educativo, pues contribuye a establecer lineamientos que faciliten la evaluación de software educativo, cuyo impacto a nivel estudiantil y social tiene que ver con la necesaria alfabetización informática y disciplinar que requieren los estudiantes en un ambiente que tiende a globalizarse en todos los aspectos sociales que tienen que ver con la realidad de los alumnos.

El desarrollo de esta tesis tiene una base conceptual que permite fundamentar su utilidad como herramienta metodológica aplicable al contexto educativo actual. Con esto, se pretende contribuir al establecimiento de directrices que se puedan

aplicar a las tareas relacionadas a la evaluación de software educativo y de su importancia en la enseñanza y el aprendizaje.

Los estudios realizados con alumnos de niveles educativos previos al de bachillerato, muestran que el aprendizaje de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural en los niveles de educación básica y secundaria presenta dificultades persistentes respecto a la comprensión de los conceptos fundamentales del darwinismo (Paz, et al., 2001). Un argumento que se esgrime al respecto, es que la temática que se aborda en la enseñanza-aprendizaje del tema referido es difícil, tanto para el docente como para el estudiante, por lo que su aprendizaje es problemático y esto se refleja en preconceptos y falta de claridad en el manejo de estos conceptos en estudios superiores (Tirado y López, 1994).

El uso de software educativo como recurso didáctico puede representar un apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, debido a la versatilidad de aplicaciones que éste tipo de recursos ofrece, tanto a docentes como a estudiantes. El software educativo “Evolución. Origen de la Biodiversidad”, elaborado por un equipo de docentes del Plantel Naucalpan del Colegio de Ciencias y Humanidades, está orientado a servir de apoyo en el proceso de aprendizaje de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural en la referida institución educativa.

Debido a esto, se considera necesario evaluar la pertinencia y calidad de este material de apoyo, como recurso didáctico, durante la impartición de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural, en las asignaturas de Biología II y IV, cuya temática forma parte de los contenidos conceptuales en los programas curriculares de Biología en el Plantel Naucalpan del Colegio de Ciencias y Humanidades. Los resultados pueden ayudar a encontrar indicadores que permitan evaluar logros y carencias, además de plantear soluciones alternativas, realistas y fundamentales, a la problemática del aprendizaje de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural.

I. Resumen de la tesis de MADEMS: **Evaluación del software educativo “Evolución. Origen de la Biodiversidad”, como recurso didáctico.**

RESUMEN

En esta tesis se analiza la importancia de un recurso didáctico que pretende proveer de conocimientos y capacidades a los alumnos para la comprensión de la Teoría de la Evolución en las asignaturas de Biología II y IV del Plan de Estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades. El estudio abarca a la Institución donde se realizó el estudio, las asignaturas mencionadas, un análisis de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural y aspectos diacrónicos, de diseño y pedagógicos a tomar en cuenta para establecer la utilidad del software educativo como recurso didáctico. Se realizó una encuesta de salida a una muestra de alumnos y docentes de las asignaturas de Biología II y IV en el Plantel Naucalpan del CCH, para determinar su apreciación respecto al software educativo “Evolución. Origen de la Biodiversidad”, como recurso didáctico. La metodología de estudio se realizó tomando como base la escala Likert. Los resultados permiten establecer que éste material de apoyo es adecuado como recurso didáctico para promover el aprendizaje de la Teoría de la Evolución.

ABSTRACT

This thesis analyzes the importance of an educational resource that seeks to provide students with knowledge and skills, needed to understand the Evolution Theory, in subjects of Biology II and IV within the Colegio de Ciencias y Humanidades curriculum. This study covers the following: the Institution where this study was performed, the subjects mentioned, an analysis of the Evolution Theory by selection and variation, as well as its diachronic and pedagogical aspects and those related to the design to be considered while establishing the usefulness of this educational software as a didactic resource. The diachronic study covers aspects of design and teaching to take into account in establishing the usefulness of this type of support resources and the state of the art of the theory of evolution. A survey was carried out on a sample of students and teachers of the subjects of Biology II and IV in the Campus CCH Naucalpan, to determine their assessments of the educational software "Evolución. Origen de la Biodiversidad", as a tutorial. The study methodology was carried out based on the Likert scale. The results indicate that this support material is suitable as a teaching resource to promote the learning about the Theory of Evolution.

Introducción. Planteamiento del problema

Uno de los aspectos que le dan significado al estudio de la Biología en el Colegio de Ciencias y Humanidades es que los alumnos aprendan a construir mejores explicaciones acerca de los sistemas vivos mediante la integración de conceptos, principios, habilidades, actitudes y valores, desarrollados en la construcción, reconstrucción y valoración de los conceptos biológicos fundamentales (Programas de Estudio de Biología I a IV, 2004). Con ésta intención, la presente tesis se centró en valorar un software educativo como recurso didáctico, dada la importancia que éste tipo de apoyos a la enseñanza y aprendizaje han cobrado en la actualidad. Como recurso didáctico, éste tipo de apoyos se centran en ofrecer a los alumnos una serie de elementos que les facilite la adquisición de conocimientos y habilidades en la interpretación de los contenidos conceptuales que se pretenden desarrollar, por lo que es importante destacar la pertinencia del recurso como parte de la enseñanza y el aprendizaje de los alumnos.

La evaluación de software educativo como recurso didáctico es un trabajo que compete a los docentes, debido a que son estos los que van a emplear este tipo de programas de cómputo con fines de enseñanza y de aprendizaje. En este sentido, la labor desarrollada a partir de encuestas aplicadas a estudiantes y profesores que utilizaron el software educativo “Evolución. Origen de la Biodiversidad” en el Plantel Naucalpan del Colegio de Ciencias y Humanidades durante el período lectivo 2009-2, estuvo encaminado a establecer que este software cumple con los requerimientos necesarios para ser utilizado en los cursos de Biología II y IV, en relación con el aprendizaje de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural, de acuerdo con los programas indicativos de las asignaturas mencionadas y al Plan de Estudios de la citada Institución.

La tesis pretende contribuir a las investigaciones que se han realizado en cuanto a la importancia del software educativo como recurso didáctico, las cuales establecen la necesidad de contar con parámetros de valoración confiables, para determinar las bondades del uso de recursos didácticos que posibiliten a los estudiantes el aprendizaje de temas que tienen una connotación relevante o de

difícil tratamiento y a los docentes una forma de acceder a los conocimientos en contextos y tiempos extra-áulicos.

La elección de este tema tiene que ver con aspectos que están relacionados directamente con la formación adquirida en los estudios de la Maestría en Docencia para la Enseñanza Media Superior (MADEMS), cuyas vertientes más importantes son:

- El interés disciplinar, al tratar un tema de relevancia para la Biología como ciencia y como fundamento del conocimiento básico que todo estudiante de bachillerato debe comprender: la Teoría de la Evolución por variación y selección natural.
- El interés pedagógico-didáctico, al establecer la importancia del uso del software educativo como un recurso que pretende posibilitar el aprendizaje de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural, al proveer de conocimientos y capacidades a los estudiantes para la comprensión de este tema.
- El interés de contribuir a los estudios que sustentan la importancia del uso del software educativo como recurso didáctico que busca el mayor beneficio en el aprendizaje en contextos que, inclusive, pueden rebasar el ámbito escolar y ser empleados en tiempos y espacios diversos, lo que desde el punto de vista social y ético, tiene que ver con una forma de abatir la desigualdad en la educación.

Esta tesis tiene relevancia en el ámbito educativo, pues contribuye a establecer lineamientos que faciliten la evaluación de software educativo, cuyo impacto a nivel estudiantil y social tiene que ver con la necesaria alfabetización informática y disciplinar que requieren los estudiantes en un ambiente que tiende a globalizarse en todos los aspectos sociales que tienen que ver con la realidad de los alumnos.

El desarrollo de esta tesis tiene una base conceptual que permite fundamentar su utilidad como herramienta metodológica aplicable al contexto educativo actual. Con esto, se pretende contribuir al establecimiento de directrices que se puedan

aplicar a las tareas relacionadas a la evaluación de software educativo y de su importancia en la enseñanza y el aprendizaje.

Los estudios realizados con alumnos de niveles educativos previos al de bachillerato, muestran que el aprendizaje de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural en los niveles de educación básica y secundaria presenta dificultades persistentes respecto a la comprensión de los conceptos fundamentales del darwinismo (Paz, et al., 2001). Un argumento que se esgrime al respecto, es que la temática que se aborda en la enseñanza-aprendizaje del tema referido es difícil, tanto para el docente como para el estudiante, por lo que su aprendizaje es problemático y esto se refleja en preconceptos y falta de claridad en el manejo de estos conceptos en estudios superiores (Tirado y López, 1994).

El uso de software educativo como recurso didáctico puede representar un apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, debido a la versatilidad de aplicaciones que éste tipo de recursos ofrece, tanto a docentes como a estudiantes. El software educativo “Evolución. Origen de la Biodiversidad”, elaborado por un equipo de docentes del Plantel Naucalpan del Colegio de Ciencias y Humanidades, está orientado a servir de apoyo en el proceso de aprendizaje de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural en la referida institución educativa.

Debido a esto, se considera necesario evaluar la pertinencia y calidad de este material de apoyo, como recurso didáctico, durante la impartición de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural, en las asignaturas de Biología II y IV, cuya temática forma parte de los contenidos conceptuales en los programas curriculares de Biología en el Plantel Naucalpan del Colegio de Ciencias y Humanidades. Los resultados pueden ayudar a encontrar indicadores que permitan evaluar logros y carencias, además de plantear soluciones alternativas, realistas y fundamentales, a la problemática del aprendizaje de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural.

Capítulo 1. La Institución

El Colegio de Ciencias y Humanidades surge a partir de la propuesta del rector de la UNAM, Pablo González Casanova (García, 2008), como parte del programa denominado Nueva Universidad, en la que se planteaba como uno de los puntos medulares, la transformación del bachillerato universitario. Con la participación de distinguidos universitarios, se elaboró un plan que culminó el 26 de enero de 1971, con la aprobación por parte del Consejo Universitario acerca de la creación del Colegio de Ciencias y Humanidades, que conforma, junto con la Escuela Nacional Preparatoria, el bachillerato universitario (Torres, 1995).

El Colegio de Ciencias y Humanidades tenía como finalidad atender una creciente demanda de ingreso a nivel medio superior en la zona metropolitana y al mismo tiempo, resolver la desvinculación existente entre las diversas escuelas, facultades, institutos y centros de investigación de la UNAM, así como para impulsar la transformación académica de la propia Universidad con una nueva perspectiva curricular y nuevos métodos de enseñanza (CCH, 2009).

Se construyeron cinco unidades académicas de las nueve que se planearon originalmente. El 12 de abril de 1971, con un tiempo de estudio dividido en cuatro turnos (7 a 11 a.m., 11 a 15 p.m. 13 a 17 p.m. y 17 a 21 p.m.). Abrieron sus puertas Azcapotzalco (se iba a llamar Plantel Parque Vía), Naucalpan (con el nombre tentativo de Plantel Los Remedios) y Vallejo (con el nombre tentativo de Plantel 100 Metros). Tres unidades académicas quedaron sólo como proyecto (una llamada “Churubusco” y otra “Culhuacán”). Un año después, el 3 de abril, se abrieron las puertas de los Planteles Oriente y Sur (CCH, 2009).

Entre los eventos que se pueden destacar de la historia del CCH están:

- En 1976 se instalaron los seis Consejos Académicos por área y se estableció el programa de Profesionalización de la Enseñanza.
- En 1980 se dio una primera actualización y unificación de los programas de las asignaturas del Colegio.

- En 1995 se actualizó el Plan de Estudios del CCH, manteniendo el Modelo Educativo y reduciendo el número de turnos, de cuatro a dos.
- En 1997, el Consejo Universitario aprobó el rango de Escuela Nacional para el CCH y se determinó que, jurídicamente, se designara como Colegio de Ciencias y Humanidades, obteniendo con ello una posición equivalente a las demás escuelas de la Universidad, con una mayor representación de su comunidad en el Consejo Universitario y la jerarquía de autoridad universitaria para su director general.

El Colegio de Ciencias y Humanidades es un bachillerato de cultura básica, propedéutico, general y único. Se rige bajo los términos de la Ley Orgánica y del Estatuto General de la Universidad Nacional Autónoma de México. Cuenta con una legislación propia que norma sus actividades particulares: el Reglamento de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades.

Como parte de la UNAM, el CCH es uno de los dos subsistemas de educación a nivel bachillerato. El otro subsistema lo conforma la Escuela Nacional Preparatoria. Ambos subsistemas se encuentran bajo la directriz del Consejo Académico del Bachillerato, institución que se encarga de normar y determinar las políticas educativas de la Universidad en este nivel educativo. Los dos subsistemas cuentan con programas de estudios diferentes: la ENP presenta una programación anual en los estudios que ofrece, mientras que el CCH tiene un plan de estudios dividido en semestres. Los dos planes de estudios se cursan en un término de tres años (CCH, 2009).

El Colegio de Ciencias y Humanidades, tiene como misión educar a los estudiantes en un modelo de cultura básica, con enfoques disciplinarios y pedagógicos que permitan el aprendizaje y la aplicación de los conocimientos, habilidades y actitudes a la solución de problemas y la integración de los alumnos a una sociedad en constante cambio. La finalidad última del CCH es educar para la vida, con una formación integral de los alumnos, en áreas de conocimientos que les posibiliten su integración a la sociedad como sujetos responsables de su

propia formación, conscientes de su papel dentro de la sociedad y la naturaleza, con una solidez cognitiva y actitudinal, con habilidades y destrezas propias para seguir estudios superiores o enfrenarse a la vida productivamente (Plan de Estudios Actualizado, 1996).

En suma, la misión del bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades es la de conducir a los alumnos hacia un estudio centrado en la cultura básica, con una fórmula curricular que desarrolle en ellos una mayor capacidad de comprensión, de búsqueda, de contrastación, de verificación y de expresión (Plan General de Desarrollo, 2006).

El CCH tiene como meta que los estudiantes, a su egreso, respondan al perfil determinado en su Plan de Estudios: que sean sujetos y actores de su propia formación y de la cultura de su medio, capaces de obtener, jerarquizar y validar información, utilizando instrumentos clásicos y tecnologías actuales, y resolver problemas nuevos.

Como sujetos poseedores de conocimientos sistemáticos en las principales áreas del saber, los estudiantes tendrán una conciencia creciente de cómo aprender, de establecer relaciones interdisciplinarias en el abordaje de sus estudios, de poseer una capacitación general para aplicar sus conocimientos, con diversas formas de pensar y de proceder, en la solución de problemas prácticos. Con todo ello, se busca que los alumnos tengan las bases para cursar con éxito sus estudios superiores y ejercer una actitud permanente de formación autónoma.

Además de esa formación, como bachilleres universitarios, el CCH busca que sus estudiantes se desarrollen como personas dotadas de valores y actitudes éticas fundadas; con sensibilidad e intereses en las manifestaciones artísticas, humanísticas y científicas; capaces de tomar decisiones, de ejercer liderazgo con responsabilidad y honradez, de incorporarse al trabajo con creatividad, para que sean al mismo tiempo, ciudadanos habituados al respeto, diálogo y solidaridad en la solución de problemas sociales y ambientales (Plan de Estudios Actualizado, 1996).

Por su trascendencia, el cumplimiento de su misión debe determinar el rumbo de toda acción que se emprenda para construir el futuro del CCH y su aportación a la renovación de la enseñanza media superior del país. Se espera que el conjunto de estas cualidades permita a los egresados reconocer el sentido de su vida como aspiración a la plenitud humana, según sus propias opciones y valores.

El Colegio de Ciencias y Humanidades es considerado un sistema educativo innovador y de los más adecuados pedagógicamente en nuestro país y a nivel de América Latina. Tiene un modelo educativo de cultura básica, propedéutico, orientado a la formación intelectual ética y social de sus alumnos, considerados sujetos de la cultura y de su propia educación. La enseñanza está dirigida al estudiante, con la finalidad de fomentar en éste actitudes y habilidades necesarias para que, por si mismo, se apropie de conocimientos racionalmente fundados y asuma valores y opciones personales (Modelo Educativo CCH, 2009).

El CCH ofrece a los estudiantes una enseñanza acorde a los requerimientos del presente, debido a que continuamente realiza la actualización de los contenidos de los programas de estudio y adecua su plan de estudios a las demandas del conocimiento científico y tecnológico, el cual se caracteriza por un rápido cambio.

El modelo educativo del CCH (Modelo Educativo CCH, 2009), se orienta por los principios de:

- **Aprender a aprender:** El alumno será capaz de adquirir nuevos conocimientos por propia cuenta, es decir, se apropiará de una autonomía congruente a su edad.
- **Aprender a hacer:** Desarrollará habilidades que le permitirán poner en práctica lo aprendido en el aula y en el laboratorio. Supone conocimientos, elementos de métodos diversos, enfoques de enseñanza y procedimientos de trabajo en clase.
- **Aprender a ser:** Desarrollará, además de los conocimientos científicos e intelectuales, valores humanos, cívicos y particularmente éticos.

Para lograr lo anterior, el CCH tiene como objetivo la permanente actualización de los aspectos curriculares que le permitan estar a la vanguardia en la enseñanza a nivel medio superior (Plan de Estudios Actualizado, 1996). Entre los aspectos que se pueden mencionar, están:

- Se tiene como una constante el desarrollo de los medios computacionales, los cuales acercan a los estudiantes a la globalización de conocimiento y de la actividad humana. Debido a esto, se tiene como un fin la enseñanza de los lenguajes utilizados para la producción y la transmisión de la información y el conocimiento, como la forma de entenderlos, aplicarlos y hacer uso responsable de dicha información.
- La lectura de libros es imprescindible en este modelo educativo. En el CCH se lleva a cabo una extensa selección y organización de textos escritos en nuestra lengua, los cuales son de sumo provecho para el aprendizaje de los alumnos. El Colegio tiene en sus bibliotecas un acervo de más de un millón de textos, además de millones de libros en bibliotecas de otras escuelas de la UNAM, todos para fundamentar sus estudios.
- Aunadas a la habilidad de leer está la de producir textos, en este aspecto, atribuir jerarquías a los significados, nombrar sentidos, sintetizar, formular en palabras propias lo comprendido con propósitos y procedimientos nuevos y dialogar sobre los temas, en oposición o concordancia con los textos leídos.
- En cuanto a la enseñanza de lenguas extranjeras, el CCH ofrece la enseñanza y aprendizaje en los idiomas inglés y francés, debido a que son estas lenguas las que predominan en los intercambios de todo género y en la comunicación a través de las redes mundiales.
- Otro lenguaje imprescindible para su educación es el de las matemáticas, ya que éste condiciona la comprensión precisa y económica de numerosos problemas de las ciencias naturales y sociales, así como la comunicación eficaz de resultados y conocimientos.

- La investigación es un acto vital para el estudio de cualquier materia, por esta razón existen en la institución materias encargadas de su enseñanza, con esto sabrá dónde encontrar el significado de ciertos términos y su función en un determinado campo de conocimiento, las fuentes y los sitios adecuados para resolver dudas.
- Uno de los aspectos que cobran relevancia en la formación del estudiantado en el CCH, es el que se refiere a la parte actitudinal y de valoración de nuestra cultura, favoreciendo los principios y valores que nos distinguen como sociedad a nivel mundial, para que el estudiante no distorsione los aspectos que le dan realce a nuestra sociedad, con el análisis de los principios, lenguaje y procesos históricos que le son propios y que propicien la confrontación de ideas provenientes de otras culturas.
- El desarrollo de actitudes y valores, como la postura ante la investigación, el aprecio por el rigor intelectual, la exigencia, la crítica y el trabajo sistemático, así como dimensiones éticas derivadas de la propia adquisición del saber, aspectos que constituyen una parte fundamental a la formación de los estudiantes para tener posiciones éticas humanas más adecuadas para nuestra sociedad.
- Vinculado a lo anterior, en el CCH se pretende que el alumno aprenda a observar, experimentar, modificar, aplicar tecnologías; ser capaz de elaborar productos y materiales útiles; hacer encuestas, discutir, llegar a acuerdos o disentir con respeto y tolerancia, entre otras habilidades más.

Los estudiantes del CCH son sujetos poseedores de: conocimientos sistemáticos y puestos al día en las principales áreas del saber; actitudes propias del conocimiento; de una conciencia creciente de cómo aprenden; de relaciones interdisciplinarias en el abordaje de sus estudios, y de una capacitación general para aplicar sus conocimientos y formas de pensar y de proceder, a la solución de problemas prácticos. Con todo esto, tendrán las bases para cursar con éxito sus estudios superiores y ejercer una actitud permanente de formación autónoma. Con

base en lo anterior, el CCH tiene como principios educativos que los estudiantes logren aprender a aprender, a ser y a hacer. Estos principios son la base de su filosofía y lo que guía a la institución como líder en la formación de estudiantes a nivel bachillerato (Plan de Estudios Actualizado, 1996).

Además de esa formación como bachilleres universitarios, el Colegio busca que sus estudiantes se desarrollen como personas dotadas de valores y actitudes éticas sólidas y personalmente fundadas; con sensibilidad e intereses variados en las manifestaciones artísticas, humanísticas y científicas; capaces de tomar decisiones, de ejercer liderazgo con responsabilidad y honradez y de incorporarse al trabajo con creatividad, para que sean al mismo tiempo, ciudadanos habituados al respecto y al diálogo, solidarios en la solución de problemas sociales y ambientales (Plan de Estudios Actualizado, 1996).

El Plan de Estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades está estructurado de tal manera que busca enseñar lo esencial de la cultura, lo básico. Los contenidos básicos del Plan de Estudios se asocian de manera jerarquizada y sistematizada, con conocimientos interconectados, bajo el marco de la cultura y asociados a la realidad del bachiller y del nivel en el cual se están formando. Acercarse a la realidad con un cúmulo de conocimientos concretos, en el ámbito de las ciencias experimentales, la historia y las ciencias sociales, consideradas básicas por la forma en la cual establecen sus métodos de investigación y su interpretación de la realidad, son aspectos que se vierten en la estructura organizada por áreas de conocimiento (Plan de Estudios Actualizado, 1996).

Las áreas de conocimiento se establecen como la idea fundamental de integrar los conocimientos, buscando la interdisciplinariedad como forma de lograr dicha cohesión. Para lograr éste fin, se establecen cuatro áreas de conocimiento (Plan de Estudios Actualizado, 1996; Orientación y Sentido de las Áreas del Plan de Estudios Actualizado, 2006), y de acceder a sus formas de generar conocimientos:

- Matemáticas. Se enseña a los alumnos a percibir esta disciplina como ciencia en constante desarrollo, la cual les permitirá la resolución de

problemas. Se origina en las necesidades de conocer y descubrir el entorno físico y social, así como desarrollar el rigor, la exactitud y la formalización para manejarlo.

- Ciencias Experimentales. En la actualidad, el desarrollo de la ciencia y tecnología hacen necesaria la incorporación de estructuras y estrategias del pensamiento apropiadas a este hecho, en la forma de hacer y de pensar de los estudiantes, por ello es importante que conozcan y comprendan la información que diariamente se les presenta con características científicas, para que comprendan fenómenos naturales que ocurren en su entorno o en su propio organismo y con ello elaboren explicaciones racionales de estos fenómenos.
- Histórico-Social. Resulta fundamental que los alumnos analicen y comprendan problemas específicos del acontecer histórico de los procesos sociales del pensamiento filosófico y la cultura universal.
- Talleres de Lenguaje y Comunicación. Los alumnos conocerán el uso consciente y adecuado del conocimiento reflexivo y de los sistemas simbólicos, buscando desarrollar la facultad de entenderlos y producirlos tanto en la lengua materna, la lengua extranjera (inglés o francés), como en los sistemas de signos auditivos y visuales de nuestra sociedad.

Los primeros cuatro semestres comprenden las asignaturas obligatorias, entre las que se incluyen la asignatura de Computación (primer año). En quinto y sexto semestres se cursan las asignaturas optativas, las cuales se han dado en agrupar en áreas de formación propedéutica para el ingreso a la licenciatura de la preferencia del alumno. Los esquemas de elección de las asignaturas optativas son preferenciales, aunque no se puede obligar al alumno a elegir un esquema en particular.

También se imparten, de manera extracurricular, cursos-talleres y talleres denominados Aplicaciones Tecnológicas, que tienen como finalidad complementar y apoyar los aprendizajes y la formación ofrecida en las materias curriculares.

Estos cursos se ofrecen desde el primer semestre, reforzando los conocimientos y habilidades de los estudiantes. Cada curso tiene una duración de un semestre y al término de cada uno se entrega una constancia con valor curricular de nivel técnico.

En el siguiente cuadro se ilustra la forma en la cual está diseñado el Plan de Estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades:

Plan de estudios del COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES.

PRIMER SEMESTRE							
ASIGNATURA	MATEMÁTICAS I	TALLER DE COMPUTO	QUÍMICA I	HISTORIA UNIVERSAL MODERNA Y CONTEMPORANEA I	TALLER DE LECTURA, REDACCIÓN E INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL I	INGLES I / FRANCÉS I	
HORAS	5	4	5	4	6	4	28/24
CRÉDITOS	10	8	10	8	12	8	56/48
SEGUNDO SEMESTRE							
ASIGNATURA	MATEMÁTICAS II	TALLER DE COMPUTO	QUÍMICA II	HISTORIA UNIVERSAL MODERNA Y CONTEMPORANEA II	TALLER DE LECTURA, REDACCIÓN E INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL II	INGLES II / FRANCÉS II	
HORAS	5	4	5	4	6	4	28/24
CRÉDITOS	10	8	10	8	12	8	56/48
TERCER SEMESTRE							
ASIGNATURA	MATEMÁTICAS III	FÍSICA I	BIOLOGÍA I	HISTORIA DE MÉXICO I	TALLER DE LECTURA, REDACCIÓN E INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL III	INGLES III / FRANCÉS III	
HORAS	5	5	5	4	6	4	29
CRÉDITOS	10	10	10	8	12	8	58
CUARTO SEMESTRE							
ASIGNATURA	MATEMÁTICAS IV	FÍSICA II	BIOLOGÍA II	HISTORIA DE MÉXICO II	TALLER DE LECTURA, REDACCIÓN E INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL IV	INGLES IV / FRANCÉS IV	
HORAS	5	5	5	4	6	4	29
CRÉDITOS	10	10	10	8	12	8	58
QUINTO SEMESTRE							
ASIGNATURA	1a. OPCIÓN (OPTATIVA) CÁLCULO I ESTADÍSTICA I CIBERNÉTICA Y COMPUTACIÓN I	2a. OPCIÓN (OPTATIVA) BIOLOGÍA III FÍSICA III QUÍMICA III	3a. OPCIÓN		4a. OPCIÓN (OPTATIVA) ADMINISTRACIÓN I ANTROPOLOGÍA I CIENCIAS DE LA SALUD I CIENCIAS POLITICAS Y SOCIALES I DERECHO I ECONOMÍA I GEOGRAFÍA I PSICOLOGÍA I TEORÍA DE LA HISTORIA I	5a. OPCIÓN (OPTATIVA) GRIEGO I LATÍN I LECTURA Y ANÁLISIS DE TEXTOS LITERARIOS I TALLER DE COMUNICACIÓN I TALLER DE DISEÑO AMBIENTAL I TALLER DE EXPRESIÓN GRÁFICA I	
			OBLIGATORIA	OPTATIVA			
HORAS	4	4	4	4	4	4	28
CRÉDITOS	8	8	8	8	8	8	56
SEXTO SEMESTRE							
ASIGNATURA	1a. OPCIÓN (OPTATIVA) CÁLCULO II ESTADÍSTICA II CIBERNÉTICA Y COMPUTACIÓN II	2a. OPCIÓN (OPTATIVA) BIOLOGÍA IV FÍSICA IV QUÍMICA IV	3a. OPCIÓN		4a. OPCIÓN (OPTATIVA) ADMINISTRACIÓN II ANTROPOLOGÍA II CIENCIAS DE LA SALUD II CIENCIAS POLITICAS Y SOCIALES II DERECHO II ECONOMÍA II GEOGRAFÍA II PSICOLOGÍA II TEORÍA DE LA HISTORIA II	5a. OPCIÓN (OPTATIVA) GRIEGO II LATÍN II LECTURA Y ANÁLISIS DE TEXTOS LITERARIOS II TALLER DE COMUNICACIÓN II TALLER DE DISEÑO AMBIENTAL II TALLER DE EXPRESIÓN GRÁFICA II	
			OBLIGATORIA	OPTATIVA			
HORAS	4	4	4	4	4	4	28
CRÉDITOS	8	8	8	8	8	8	56
TOTAL							

El alumno egresado de este ciclo escolar se caracteriza por los conocimientos, habilidades, valores y actitudes siguientes (Plan de Estudios Actualizado, 1996):

- Posee una formación científica y humanística que hace posible su desarrollo como universitario responsable, en lo personal y en lo social, y su prosecución con éxito de estudios superiores.
- Ha acrecentado, como universitario, su capacidad de integrar la acción, el pensamiento, la palabra y la pasión por los grandes temas de la cultura, comprometido con la razón, con la verdad y los valores de la justicia y la solidaridad.
- Aprende por sí mismo y, en los campos del saber básicos -las matemáticas, las ciencias naturales, la historia y las ciencias sociales, la lengua materna-, posee habilidades de trabajo intelectual generales y propias de cada uno de aquéllos, las grandes generalizaciones o síntesis y los conocimientos específicos que le permiten adquirir o construir otros e ir generando estrategias propias para alcanzar aprendizajes cada vez más independientes y complejos.
- Ha adquirido una visión de conjunto y jerarquizada de los aspectos fundamentales de las distintas disciplinas, de sus elementos conceptuales, metodológicos y teóricos, así como de sus conocimientos propios.
- Relaciona los conocimientos que adquiere de cada disciplina con los de otras y los transfiere a otros, campos del conocimiento.
- Busca información a través del manejo y del análisis conocimiento de cada campo del saber, lo que se concreta, en habilidades como la lectura adaptada a la naturaleza de los textos, la observación, la investigación documental, la experimentación, etcétera.
- Mantiene una actitud de curiosidad intelectual y de cuestionamiento; posee la habilidad de plantear problemas teóricos y prácticos y de establecer relaciones con conocimientos ya adquiridos, formula hipótesis y las somete

a verificación a través de procedimientos y métodos adecuados a cada campo del saber.

- Funda con racionalidad, responsabilidad y rigor crecientes sus conocimientos e ideas y los discute, analizando los argumentos y juzgando la validez de los puntos de vista de los demás en el ámbito escolar y cultural.
- Asimila en su manera de ser, de hacer y de pensar -gracias a la contribución integrada de las nociones y conceptos, habilidades, destrezas y valores cuyo desarrollo se propicia en los distintos cursos- conocimientos y habilidades que lo llevan a mejorar su propia interpretación del mundo y a adquirir una mayor madurez intelectual.
- Desarrolla, por medio del ejercicio en los procesos inductivos, deductivos y analógicos, y en íntima relación con problemas y conocimientos, de las distintas disciplinas, un pensamiento lógico, reflexivo, crítico y flexible, que se manifiesta en su capacidad para innovar en las diversas esferas de su actividad.
- Comprende que toda obra cultural -las ciencias y las humanidades -se relaciona de múltiples maneras con la sociedad en la cual se produce y con el conjunto de las acciones humanas y está sujeta a la evolución histórica, por lo que reconoce sus componentes inevitables de relatividad y puede apropiarse con fundamento de actitudes de tolerancia y respeto.
- Estima el conocimiento científico en todos los campos del saber, así como la reflexión sistemática y rigurosa.
- Adquiere actitudes imbuidas de valores de orden individual y social, personalmente asumidos con bases reflexivas y racionales.
- Toma decisiones informadas y responsables, aplica sus conocimientos en los distintos ámbitos de su actividad, con actitudes de seguridad en sí mismo y de autoestima.

- Posee capacidades de percepción estética y estima la contribución de la belleza a una vida humana plena.
- Aprecia la salud psíquica y corporal y cuenta con los conocimientos y actitudes fundamentales necesarias para su conservación.
- Valora la importancia de la dimensión tecnológica de los conocimientos que adquiere, y posee las habilidades básicas para aplicarlos en la resolución de problemas de su entorno.

Capítulo 2. La Teoría de la Evolución en la Materia de Biología

En el Área de Ciencias Experimentales se encuentran agrupadas las materias de Física, Química, Biología, Psicología y Ciencias de la Salud. Éstas tienen como finalidad que los alumnos puedan construir las relaciones hombre-naturaleza-sociedad, a través del estudio de ciencias que se basan en el método científico experimental para el conocimiento de la naturaleza y del bienestar psíquico y corporal del ser humano (Plan de Estudios Actualizado, 1996; Orientación y Sentido de las Áreas del Plan de Estudios Actualizado, 2006). Aunque cada una tiene un objeto de estudio y teorías diferentes que las sustentan, comparten:

1. Los principios organizadores que explican al objeto de estudio.
2. La metodología científica que sirve para organizar el conocimiento.
3. Las actitudes propias de las personas que buscan soluciones a los problemas, a través de la investigación aplicando métodos científicos.

La Biología busca repuestas en la interdisciplinariedad de sus tareas, dada la estrecha relación con ciencias como Física y Química con las que comparte grandes principios epistemológicos y metodológicos, sin desatender el ámbito de las ciencias sociales que representan el origen de las necesidades humanas y que se ocupan también del estudio de sistemas complejos (Orientación y Sentido de las Áreas del Plan de Estudios Actualizado, 2006).

La Biología responde a dos condiciones:

- Proporcionar formación para los estudiantes que deciden ingresar a una licenciatura del Área de las Ciencias Biológicas y de la Salud.
- Proporcionar formación global que promueva que los estudiantes que ingresan a licenciaturas de otras áreas, adquieran criterios biológicos que les permitan solucionar problemas socioambientales.

En la estructura curricular del CCH, la materia de Biología pertenece al Área de Ciencias Experimentales y comprende cuatro asignaturas: Biología I y II (obligatorias) del tercero y cuarto semestres y Biología III y IV (optativas) que se imparten en el quinto y sexto semestres respectivamente (Plan de Estudios Actualizado, 1996; Orientación y Sentido de las Áreas del Plan de Estudios Actualizado, 2006).

En la materia de Biología, los cursos tienen como propósito que el alumno aprenda a construir mejores explicaciones acerca de los sistemas vivos mediante la integración de conceptos, principios, habilidades, actitudes y valores, desarrollados en la construcción, reconstrucción y valoración de los conceptos biológicos fundamentales (Programas de Estudio de Biología I a IV, 2004).

El estudio de la Biología, en los cursos de tercero y cuarto semestres del Bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades, está orientado a conformar la cultura básica del estudiante en este campo del saber. Pretende contribuir a la formación de éste mediante la adquisición de conocimientos y principios propios de la disciplina, así como propiciar el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que le permitan enfrentar con éxito los problemas relativos al aprendizaje de nuevos conocimientos en el campo de la Biología. Además, se busca enfatizar las relaciones sociedad-ciencia-tecnología para que pueda desarrollar una ética de responsabilidad individual y social que contribuya a establecer una relación armónica entre la sociedad y el ambiente (Programas de Estudio de Biología I a IV, 2004).

Los cursos de Biología III y IV, en el quinto y sexto semestres del Bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades, están encaminados a profundizar en la cultura básica del estudiante en este campo del saber. Pretenden la formación del educando mediante la adquisición de conceptos y principios propios de la disciplina, así como el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que le permitan enfrentar con éxito los problemas relativos al aprendizaje de nuevos conocimientos en el campo de la Biología. Como en el caso de las asignaturas de Biología I y II, se busca que los estudiantes aprendan a generar mejores explicaciones acerca de los sistemas vivos, mediante la integración de los conceptos, los principios, las habilidades, las actitudes y los valores desarrollados en la construcción, reconstrucción y valoración de conceptos biológicos fundamentales. Desde esta perspectiva, en las asignaturas de Biología III y IV se pretende que, por medio de la profundización en el aprendizaje de conceptos y principios, los alumnos incorporen nuevos elementos en su cultura básica, teniendo como eje a la biodiversidad, así como, el reforzamiento de las habilidades, actitudes y valores inherentes a la planeación y el desarrollo de investigaciones para la obtención, comprobación y comunicación del conocimiento (Programas de Estudio de Biología I a IV, 2004).

La materia de Biología en el Colegio de Ciencias y Humanidades tiene un enfoque integral, cuya finalidad es la construcción del pensamiento biológico a partir de cuatro ejes que permean en las distintas unidades y temas de los programas de Biología I a IV: el pensamiento evolucionista, el análisis histórico, las relaciones ciencia-sociedad-tecnología y las propiedades de los sistemas vivos (Programas de Biología I a IV, 2004).

De acuerdo con el enfoque integral, el pensamiento evolucionista le da independencia al discurso biológico con respecto a otras ciencias, como la Física o la Química. Este eje permite el estudio coherente del fenómeno biológico, en una visión integradora que intenta unificar el saber biológico a partir de las aportaciones de distintas disciplinas, como la genética y la ecología, las cuales confluyen en el pensamiento evolucionista para comprender las características,

procesos y mecanismos de los sistemas vivos (Programas de Biología I a IV, 2004).

La Teoría de la Evolución por variación y selección natural se aborda en dos momentos dentro de la materia de Biología: en la segunda unidad del Programa de Biología II, Tema II “La evolución como proceso que explica la diversidad de los sistemas vivos” y en la primera unidad del Programa de Biología IV, Tema I “Fuerzas evolutivas y sus consecuencias” y Tema II “Mecanismos y patrones evolutivos que explican la diversidad” (Programas de Biología I a IV, 2004).

Además de la importancia de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural como eje que busca darle sentido al discurso biológico, los programas de la materia de Biología tienen la finalidad de establecer que la diversidad biológica en nuestro planeta tiene su origen en el proceso evolutivo, lo que se destaca en los programas de Biología III y IV, dado que el eje de estudio disciplinar es la biodiversidad (Programas de Biología I a IV, 2004). Éste es el fundamento que le da sentido al software educativo “Evolución. Origen de la Biodiversidad”, como recurso didáctico que busca complementar la formación de los estudiantes del bachillerato del CCH.

Son los estudios que se han mencionado en el planteamiento del problema, acerca de las dificultades que presentan los estudiantes y docentes sobre la enseñanza y el aprendizaje de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural, que se presenta la necesidad de contar con recursos didácticos que puedan facilitar la comprensión del proceso de cambio en las especies durante el tiempo que ha transcurrido en nuestro planeta. Este tipo de apoyos se presentan como una alternativa para que tanto profesores como alumnos logren alcanzar los propósitos y aprendizajes que se contemplan en las asignaturas de Biología II y IV, del Plan de Estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades, acerca de este tema.

En la actualidad, las ideas evolucionistas sobre el origen y cambio de las especies a lo largo de la historia de nuestro planeta, forman parte del paradigma científico

más importante en el campo de la Biología y han tenido una gran influencia en la ciencia y en la sociedad en general. Pero esto no siempre fue así. Baste hacer una mirada retrospectiva hasta el siglo XVIII, como consecuencia de la interpretación literal del relato bíblico en occidente, la idea que imperaba era la concepción creacionista, defensora dogmática de la inmutabilidad de las especies debido a que éstas habían sido creadas por Dios, de manera definitiva y sin posibilidades de cambio, con una función que cumplir dentro de la naturaleza dado un plan preestablecido (García, 2008).

En contraposición a lo anterior, la Teoría de la Evolución por variación y selección natural propuesta por Charles Darwin y Alfred R. Wallace surgió como una idea de cambio que se manifestaba en los seres vivos. Esto desató una encarnizada confrontación entre ambas concepciones. El nuevo paradigma planteaba un marco conceptual a partir del cual se podía interpretar y explicar el origen de la diversidad biológica observada en la naturaleza, lo cual fue tema de debate y rechazo de gran parte de la comunidad científica (Sampedro, 2007). En sus inicios, el movimiento evolucionista no fue sencillo, pues sus argumentos eran opuestos al punto de vista vigente hasta entonces.

La Teoría de la Evolución por variación y selección natural propuesta por Darwin-Wallace marcó una clara división entre creacionistas y evolucionistas, ya que el planteamiento naturalista dotó de postulados científicos sólidos a los evolucionistas, acerca del origen y cambio de las especies, logrando socavar la credulidad que durante siglos habían logrado mantener los creacionistas (Sampedro, 2007). En un principio, muchos naturalistas se mantuvieron apegados al creacionismo, debido a las ideas poco convincentes que se venían esbozando desde el campo evolutivo. La idea transformista de Lamarck tenía una estructura que no daba respuesta a muchas de las interrogantes, en un medio que cada vez era más revolucionario en su forma de pensar (García, 2008). Sin embargo, estas y muchas otras propuestas, pusieron en la mesa del debate la idea creacionista, la cual se cimbró con la publicación del libro de Charles Darwin "On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in

the Struggle for Life”, en el año de 1859. El paradigma evolucionista hizo su aparición con una consistencia teórica necesaria para romper con la hegemonía imperante, cuya explicación causal acerca del origen de las especies implicaba la existencia de una fuerza inmanente como la selección natural, que en respuesta a la presión ejercida por el entorno en el cual se desarrollaban los organismos, actuaba impulsando el cambio evolutivo traducido en una adaptación a través del éxito reproductivo y la supervivencia (García, 2008).

En sus inicios, la Teoría de la Evolución por variación y selección natural no explicaba el origen de la variación entre los individuos de una especie o los mecanismos de transmisión hereditaria de los caracteres, pero las aportaciones de Mendel y de De Vries, despejaron muchas de las incógnitas que en un principio, ni Darwin ni Wallace fueron capaces de resolver: la existencia de determinantes biológicos susceptibles de ser transmitidos a la descendencia, así como de sufrir mutaciones. Esto confirmó la validez de los planteamientos evolucionistas, al establecerse la posibilidad de que los seres vivos podían sufrir modificaciones orgánicas de carácter hereditario (García, 2008).

Las aportaciones en el campo de la genética proporcionaron una mayor solidez al planteamiento evolucionista, al establecer un nuevo enfoque del proceso evolutivo, con los estudios realizados a nivel poblacional. La formulación de la “Teoría Sintética de la Evolución” por parte de un conjunto de científicos pertenecientes a diversos campos del saber científico, propició una visión estructurada de la evolución, al articular de forma coherente el darwinismo, el mendelismo y el mutacionismo (García, 2008). También le dio a la Biología las bases científicas que le confieren su autonomía como ciencia natural (Mayr, 2006).

Una de las pruebas más fiables para considerar a una teoría como válida, desde el punto de vista científico, es que esta sirva de punto de partida para el desarrollo de la ciencia que le sucede, así como su imbricación con otros campos del saber, lo cual habla de la solidez de sus argumentos para explicar los fenómenos desde diferentes ópticas. La Teoría de la Evolución por variación y selección natural es un ejemplo de esta concepción (Alvargonzález, 1996). Sin embargo, la Síntesis

Moderna, como está formulada en la actualidad la Teoría de la Evolución por variación y selección natural, organiza una cantidad tal de fenómenos biológicos que son difíciles de explicar sin la intervención de los argumentos evolutivos. Pero las explicaciones que ofrece la teoría tienen límites, que son el campo de nuevas investigaciones. Estos límites permiten reflexionar acerca de los alcances de la teoría y ubicarla en un contexto que le quita el halo de verdad absoluta. Actualmente, la Teoría Sintética de la Evolución está vigente y en continuo progreso (García, 2008).

Las limitaciones de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural tienen que ver con diferentes hechos relacionados con el fenómeno biológico, cuya explicación hasta el momento no se satisface con sus postulados (Alvargonzález, 1996). La primera de estas cuestiones se refiere al problema de tratar de determinar en qué momento el modelo evolutivo deja de ser aplicable cuando se desciende en la escala filogenética: ¿puede aplicarse el modelo de la lucha por la supervivencia y la selección natural a macromoléculas orgánicas separadas, o a los protobiontes anteriores a los primeros procariontes? (Alvargonzález, 1996). Esta pregunta abre un campo de investigación y de discusión que promete muchas sorpresas, no sólo en el ámbito de la evolución. Al tratar de explicar el origen de la vida, llega el momento en que el modelo de la evolución deja de engranar con los recursos químicos, los fenómenos físicos y el tiempo asociados a estos momentos. En este sentido, hablar de una teoría que pueda explicar un proceso tan complejo como la organización molecular que dio origen a estructuras primigenias y que estas a su vez dieran origen a las primeras células, en los albores de la formación de nuestro planeta, podría sonar a disparate.

De acuerdo con Kauffman (2003), existen actualmente muchas teorías acerca de las condiciones y procesos que pudieron generar vida, pero es una cuestión que no se sabe hasta la fecha. La vida se basa en el DNA, el RNA y las proteínas. La doble hélice de la molécula de DNA puede replicarse, pero necesita las enzimas de las proteínas para hacerlo y éstas necesitan a su vez del RNA. Una de las

teorías que existen establece que el RNA puede reproducirse (mundo del RNA). De acuerdo con este autor, el origen de la vida no puede basarse en una molécula tan especial, sino más bien en un conjunto de moléculas que catalizan su formación entre sí. Esto es lo que llama un sistema cerrado autocatalítico, un ejemplo de tantos de lo que denomina la autoorganización de la vida. Kauffman (2003) cuestiona los argumentos ortodoxos que tratan de enarbolar el postulado de la selección natural como el único principio de la evolución en nuestro planeta. La Teoría de la Evolución por variación y selección natural no basta. Kauffman no niega a Darwin, pero afirma que no basta. Su visión incluye un principio, el de la autoorganización, que interactúa a su vez con la selección natural en el proceso evolutivo.

La organización de los seres vivos fue uno de los grandes hitos en el desarrollo de la vida en la Tierra. Maturana y Varela (1980) lo plantean a través de la siguiente pregunta: ¿qué es propio a todos los sistemas vivos que se haya originado cuando se originaron y se haya mantenido sin variación desde entonces en las generaciones sucesivas? Una de las primeras respuestas que ofrece es la organización de lo vivo u organización biológica. Estructura y función en los sistemas vivos forman una unidad y son la base de su autonomía (con respecto al medio que le rodea), lo que da origen al término autopoiesis, que es la organización que mantienen los seres vivos en el tiempo en una continua circularidad de relaciones organismos-ambiente y que les posibilita su conservación como individuos y como especie, al reproducir el esquema que les distingue del medio, pero que también les facilita utilizarlo como forma de vida. El cambio evolutivo se presenta como un cambio en la forma en la cual los individuos interactúan con el ambiente (circularidad de interacciones), pero no determina la forma en la cual se dan estas interacciones. La unidad de interacciones que se presentan entre el individuo y el ambiente define la integridad de la circularidad y le dan la singularidad requerida para mantener su identidad. La evolución se vería, desde los términos presentados por Maturana (1980), como la sucesión de cambios en la unidad seres vivos-ambiente (nicho), establecida esta unidad por la

circularidad de su organización (interacción que posibilita la retroalimentación de materia y energía).

Se puede asumir que todo proceso biológico se encuentra organizado por sus propios medios, ya sea desde el punto de vista estructural o funcional (Gersenowies, 2009). El orden biológico manifestado por la unidad forma-estructura, como lo propone Lwoff (1998), presupone que existe una continuidad genética manifiesta en los individuos y que esta se mantiene en el tiempo por la relación que se da a nivel molecular entre sus componentes. La composición molecular que favorece la reproducción de las mismas moléculas (DNA) o el metabolismo, son parte del orden que mantiene la continuidad de la vida, lo que presupone que existe todo un componente macromolecular que posibilita los procesos de reproducción y asimilación, condiciones para determinar que un ser vivo tiene esta connotación debido a lo anterior. Con base en esto, no se puede explicar qué es un sistema vivo si no se recurre a la interacción que este mantiene con el ambiente, interacción que se da a través del intercambio molecular y la diferencia en entropía con el medio. Física, Química y Biología unidas para explicar el orden biológico a partir del creciente desorden de un sistema vivo (en cuanto al intercambio de materia y energía, no de estructura o función), permiten comprender que una explicación evolucionista dejaría de lado otras propuestas que seguramente complementan la comprensión del proceso biológico, tema de estudio de la Biología, la Biología evolutiva y diversas ramas de la ciencia en la actualidad (Gersenowies, 2009).

Un campo que está en pleno impulso se refiere al estudio del desarrollo y a la adquisición de la forma en los seres vivos: la Biología Evolutiva del Desarrollo o Evo-Devo. El replanteamiento de la Síntesis Moderna, a partir de la década de los 70 del siglo pasado, se vislumbró como un nuevo marco teórico que fundía en un nuevo enfoque los análisis de la causación próxima y última de la diversidad de los organismos, lo que vendría a ser el desarrollo y la evolución respectivamente (Mayr, 2006). Los mecanismos del desarrollo y los mecanismos de la evolución fueron analizados para replantear la relación entre ontogenia y filogenia (Gould,

1977). Frente a la imperante Síntesis Moderna, se cuestionó la pretensión de explicar las pautas macroevolutivas como una consecuencia del proceso microevolutivo. Los paleontólogos observaban que el registro fósil mostraba períodos de rápida progresión, seguidos por extensos lapsos de estasis, lo que llevó a proponer la hipótesis del equilibrio puntuado (Eldredge y Gould, 1972). Los morfólogos comprobaron que el cambio en la forma resultaba de procesos de desarrollo y que éstos no dependían sólo de procesos genéticos. Esto dio como resultado que se empezara a cuestionar la perspectiva del organismo como tal; también se ponía en tela de juicio el papel de la adaptación. Los factores internos podían determinar expresiones que posibilitaran el cambio, protagonizado esto por el descubrimiento de los genes homeobox (Scott, et al., 1983). Se sabe en la actualidad que la ontogenia (desarrollo individual) no recapitula en la filogenia (transformación evolutiva), como lo afirmara Ernst Haeckel y lo sugiriera Darwin. Los genes homeobox vienen a dar la explicación de la regulación del desarrollo del organismo no sólo por efecto de su constitución genética, como lo afirma la Síntesis Moderna, sino también por la intervención de otros factores que implican proteínas reguladoras o los RNA de interferencia (Arnold y Martin, 2009).

Otra cuestión se refiere a la evolución del hombre como *Homo sapiens*. Si bien es cierto que el hombre es el resultado de procesos de especiación que se dieron entre los homínidos, el proceso de culturización y de desarrollo social, tecnológico y científico, no pueden ser explicados solamente con los argumentos evolucionistas darwinistas. La Teoría de la Evolución por variación y selección natural se puede utilizar para explicar procesos de socialización en poblaciones con comportamientos de grupo (Wilson, 2006), pero en el caso de los humanos no basta para analizarla desde el punto de vista de los avances de tecnologías como la biomedicina o internet. El progreso científico le ha proporcionado a la humanidad el avance en el conocimiento de enfermedades que ahora son curables o que permiten la sobrevivencia de las variantes que en condiciones naturales, no tendrían muchas oportunidades de hacerlo. La selección natural es poco clara para explicar el avance del hombre en terrenos como la política o la selección eugenésica que se ha planteado en los conflictos bélicos del siglo XX.

Con esto no se niegan las explicaciones que desde el punto de vista de la epistemología evolutiva, han planteado tanto Karl Popper, para la evolución del conocimiento científico (Baudouin y Cruz, 1991), como Konrad Lorenz en el campo del comportamiento y éste como producto de la evolución de tipo natural dentro de las sociedades (Lorenz, 2005). Sin embargo, se puede establecer que la Teoría de la Evolución por variación y selección natural darwinista actualmente no es una teoría que explique el desarrollo de las culturas humanas, debido a que las afirmaciones o presuposiciones que establece, se refieren a períodos de tiempo muy grandes como para que estas tuvieran un efecto relevante (Dupré. 2006). Uno de estos aspectos se refiere a la manipulación del genoma humano, cuya realidad es más cercana debido al avance tecnológico y cuyos efectos son poco probables de predecir, así como las consecuencias en el aspecto evolutivo en la especie (Kauffman, 2003).

En otro campo, Darwin consideraba que el modelo de la evolución biológica no era aplicable al terreno social y pensaba que la obra de Spencer no tenía ninguna utilidad (Alvargonzález, 1996). En el caso de la política con relación al evolucionismo, Darwin consideraba que eran terrenos completamente incompatibles, aunque en su correspondencia, trasladaba la lucha por la existencia a las razas humanas y sostenía que las razas caucásicas eran más civilizadas y en consecuencia, éstas habían vencido a la raza turca (Alvargonzález, 1996).

Los cambios acelerados por el hombre en el planeta y como especie, con el avance en la ingeniería genética, la conservación de especies o los grandes avances en medicina y la esperanza de vida, hacen ver que las explicaciones que se puedan dar desde el campo de la evolución, sean limitadas, debido a que no se puede prever cuáles serán los resultados de todos los factores que puedan incidir en el futuro de la vida en la Tierra. Tomar como base la Teoría de la Evolución por variación y selección natural para tratar de explicar aspectos como el alcoholismo, la intolerancia a la lactosa o la obesidad, que tienen un componente genético, pero también comprometen diferentes aspectos de índole social e histórico, puede

hacer de la argumentación un tema de reduccionismo que poco favorece a la teoría en sí (Kauffman, 2003). Es necesario reflexionar que no todo lo puede explicar una sola teoría, sino que se requiere de la participación de campos interdisciplinarios que ofrezcan alternativas más plausibles para la comprensión de fenómenos en los cuales está implicado el comportamiento de la mente humana.

Otra limitante se puede establecer con respecto a la causalidad de los fenómenos. Si se pretende explicar la historia de la vida como una serie de fenómenos históricos que se suceden unos a otros, esto dejaría de lado las explicaciones que, no siendo aparentes, podrían tener gran importancia para comprender su efecto (Alvargonzález, 1996). Los razonamientos centrados en un solo punto de vista son precariamente sostenibles en diferentes contextos. En muchas ocasiones, en el discurso científico y desde el punto de vista ontogenético, se busca dar un sentido a la explicación con base en una teoría, dejando de lado las explicaciones que competen a otros campos del conocimiento. Pero desde el punto de vista de la causación determinista que un fenómeno tiene en el planeta, es poco confiable ofrecer una explicación que abarque todos los componentes desde una óptica única. Un ejemplo claro se puede establecer para el fenómeno conocido como convergencia (Knoll, 2004). En el registro fósil se puede interpretar que los organismos que han existido en épocas remotas, como las cianobacterias, han tenido un claro impacto en el ambiente, modificándolo y retroalimentándose de dicha modificación, para poder adaptarse a las nuevas condiciones. El efecto de las cianobacterias al generar oxígeno como desecho de su metabolismo, trajo como consecuencia que el ambiente haya cambiado a oxidante. Buscar una explicación desde el punto de vista de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural, para explicar cómo esta causa tuvo tal efecto, sería poco sólido sin la intervención de campos que atañen a la descripción de fenómenos ambientales y químicos.

En la actualidad, la Teoría de la Evolución por variación y selección natural necesariamente se tiene que entender como la confluencia de diversas corrientes que buscan explicar los fenómenos biológicos desde diversos ángulos, los cuales

en conjunto ofrecen un panorama total de un evento en particular, de carácter distributivo, variacional, con explicaciones independientes para comprender un todo (Alvargonzález, 1996). Esto le da los alcances necesarios para poder explicar los fenómenos o procesos que, en forma global, permiten comprender el fenómeno biológico en el tiempo geológico. Pero también presenta las limitantes en los contextos donde se da necesariamente la problemática de su argumentación, como la discontinuidad en el registro fósil o la problemática que se presenta entre micro y macroevolución, lo cual da la pauta para continuar en la búsqueda de más argumentos que logren explicar la presencia de vida en nuestro planeta por un lapso de 3800 millones de años y el origen de la diversidad biológica.

Capítulo 3. Software educativo. Teorías del aprendizaje y características

Dada la finalidad de la presente tesis, se puede establecer, de acuerdo con Squires y McDougall (2001) que el software educativo es aquél que se utiliza en contextos educativos. En la actualidad, este se corresponde con un programa de cómputo elaborado para la enseñanza y aprendizaje, que posibilita el desarrollo de habilidades cognitivas y el autoaprendizaje.

El uso de las computadoras y de los programas enfocados al ámbito educativo tiene más de cuarenta años de haber hecho acto de presencia en este sector. Los argumentos que se plantearon en los inicios estaban relacionados con la preparación de los alumnos para vivir y trabajar en una sociedad informatizada: los programas se centraban en el trabajo que se tenía que realizar en el entorno escolar, como antesala de lo que en el futuro tendrían que realizar los estudiantes en el ámbito laboral. Procesadores de texto, hojas de cálculo y gestores de bases de datos eran los programas que se enseñaban en las aulas.

El desarrollo de los recursos informáticos trajo como consecuencia que se planteara la posibilidad de elaborar programas que estuvieran relacionados directamente con el proceso real de enseñanza (Impagliazzo y Lee, 2004). Los

primeros programas de cómputo para la enseñanza estaban enfocados a lenguajes para el aprendizaje, cuyo ejemplo más connotado fue el programa Logo, utilizado para que el alumno construyera su propia representación de simulación, basado en su maduración, experiencia física y social (Bruner, 2004). Este tipo de software se ha modificado hasta nuestros días, con el desarrollo de lenguajes que se conocen como micromundos¹ (Serrano y Poleo, 2006). Estos programas permiten a los estudiantes aprender a programar sus propias representaciones del comportamiento de un determinado personaje o simulaciones de entornos gráficos con determinadas variables y se desarrollan de acuerdo a las teorías del aprendizaje, ya sean conductistas, cognitivistas o constructivistas (Squires y McDougall, 2001).

Otra línea de software que se desarrolló estaba relacionada con lenguajes y herramientas que posibilitaban la creación de un entorno visual, los orientados a objetos, los de aplicación de recursos multimedia y las herramientas de autor. En la actualidad, este campo se ha hecho muy complejo y ha permitido el desarrollo de productos que conforman un área prolífica económicamente, con elementos que sirven de apoyo al aprendizaje de diversos temas con base en programas elaborados específicamente para áreas de conocimiento desde educación básica hasta posgrado, incluso para el público en general. Ejemplos de este tipo de software es el que se refiere al aprendizaje de un idioma o a visitas virtuales a centros arqueológicos (Nielsen, 1995).

Una tercera vertiente de desarrollo de software se realizó en el campo de productos directamente relacionados con la enseñanza asistida por computadora, que dio pauta a la aparición del software educativo, a partir de tres líneas de trabajo: como tutores (enseñanza asistida por computadora), como aprendices o como herramientas.

Los trabajos que han dado como producto final un software educativo, aún tienen muchos problemas, como la falta de capacitación de los docentes en los lenguajes informáticos, la problemática disciplinar en el tratamiento de los temas específicos

¹ Los micromundos son programas de aprendizaje en ambientes colaborativos basados en el programa Logo.

del área de conocimientos, así como la falta de metodologías propias de desarrollo de software, las cuales cambian continuamente y no son claras en cuanto a las vertientes que se pueden seguir en un determinado momento (Contreras y Flores, 2005).

No obstante, el desarrollo de software educativo ha seguido un camino ascendente en cuanto a su tendencia en establecer un vínculo entre el alumno y el objeto de conocimiento, a través de procesos de aprendizaje o actos de significado (Bruner, 1990),² así como en las reglas asociadas a la construcción de un programa, cuyos requerimientos son iguales para diferentes áreas, ya sea educativo, comercial, de investigación, entre otros.

Las líneas actuales de desarrollo de software educativo corresponden a la creación de lenguajes y herramientas para la generación de productos que permitan ofrecer mejoras en los atributos que presenten. Esto tiene que ver con la aparición de lenguajes visuales, los orientados a objetos, la aplicación de los recursos multimedia y la integración de estos en un solo producto (Nielsen, 1995), las herramientas de autor, entre otros, lo que hace complejo su desarrollo.

En cuanto al desarrollo del software, cabe destacar el que se asocia a los lenguajes de programación, pues estos son los que permiten establecer el vínculo entre el programa en sí, con los requerimientos del usuario. Estos lenguajes han experimentado un notorio auge en los últimos tiempos, debido a la necesidad de acercar estas formas de procesamiento de datos y órdenes, al lenguaje natural de las personas. Surgen así los lenguajes de alto nivel o evolucionados, a partir del lenguaje de programación Fortran, desarrollado por J. Backus en 1955 (Huerta-Josep y Rodríguez-Ferran, 2001); el Cobol, creado en 1960 por el comité CODASYL como lenguaje común de tratamiento de problemas de gestión para aplicaciones comerciales (Koutchouk, 1986); el Simula, implementado en 1964 y

² De acuerdo con Jerome Bruner, los actos de significado tienen que ver con todos los elementos asociados a la naturaleza de la construcción del significado, su conformación cultural y el papel esencial que desempeñan en la acción humana en todos y cada uno de sus encuentros con el mundo. También se pueden asociar al cometido que les corresponde en la visión que las personas tienen de sí mismas, de los demás y del mundo en el que viven.

que fue el primer lenguaje orientado a objetos (Weitzenfeld, 2004); el lenguaje Basic, inventado por J. G. Kemeny y T. E. Kurtz, en 1964, del cual se derivó el VisualBasic, ampliamente utilizado en la actualidad (Weitzenfeld, 2004); en 1971 aparece el Pascal, creado por N. Wirth a partir del lenguaje Algol y que derivó en el TurboPascal, como parte del ambiente Delphi de Borland; D. M. Ritchie, en 1972, crea el lenguaje C, derivado del lenguaje B y basado en el lenguaje BCPL, orientado a sistemas operativos; en 1980, B. Stroustrup desarrolló el lenguaje C++, como prolongación del lenguaje C y que introdujo el concepto de objetos, estandarizándose a nivel internacional en 1989 y en la actualidad es el lenguaje más versátil, potente y generalizado como herramienta de desarrollo de aplicaciones, cuya capacidad de alto y bajo nivel ha favorecido que se generen compiladores que trabajan con base en su plataforma: Turbo C++, Borland C++, Dev-C++, DJGPP, Visual C++, entre otros (Didact, 2005).

La primera tendencia en el uso de las computadoras en educación, en la década de los 60 del siglo pasado, tenía como propósito darle solución a los problemas que enfrentaba éste campo, a partir de los avances que la tecnología había logrado. Pero en su inicio, el uso de los instrumentos tecnológicos no se acompañó de una teoría o corriente sobre la enseñanza y el aprendizaje que los sustentaran. Esto se desarrolló posteriormente (Cataldi, 2000).

En la década de los 30 del siglo pasado, B. F. Skinner (1904-1990), había propuesto su Teoría Conductista del Condicionamiento Operante, la cual establece que el cambio conductual en el “condicionamiento operante” se da a través del refuerzo diferencial por aproximaciones sucesivas hacia la forma de comportamiento deseada, mediante el proceso de moldeamiento para modificar la conducta (De la Mora, 2003). En el inicio se interesó por la educación, elaborando las “máquinas de enseñanza” y los “sistemas de instrucción programada”, métodos operantes que consistían de una máquina que presentaba pequeños segmentos de recursos denominados “cuadros”, a los que respondían los estudiantes por medio de respuestas escritas. La máquina trasladaba cada una de las respuestas de los estudiantes debajo de una pequeña ventana donde el

estudiante no pudiera modificarlas y al mismo tiempo revelaba la respuesta correcta, que supuestamente, reforzaba la respuesta del estudiante, si era la misma. El programa ideal de la “máquina de enseñanza” fue desarrollado con la finalidad de que prácticamente todas las respuestas de los estudiantes fueran correctas. Posteriormente, la máquina fue reemplazada por libros diseñados bajo el mismo principio de “cuadros”, pero la popularidad de este sistema de enseñanza programada ha decaído desde la década de los 60, aunque este tipo de metodología se puede ver implementado en los programas educativos y las actividades de reforzamiento del aprendizaje que se diseñan en gran parte del software educativo (Caballo, 2008).

Es en la década de los 60 que aparece una corriente de “programadores”, debido a que no tenían una formación docente, pero se dedicaban a tomar libros de texto, a los cuales les borraban alguna palabra de una frase determinada y la sustituían por una línea horizontal, para que el alumno anotara sobre la línea la respuesta que considerara correcta (Cataldi, 2000). Cada fase o “cuadro” presentaba la misma frase pero con diferentes palabras borradas y sustituidas por líneas horizontales. Al final, la unión de todos los elementos permitía reforzar la comprensión de un tema (Muchinsky, 2002).

Es en ésta época que se inicia lo que se ha denominado la “instrucción programada”, método de enseñanza en las escuelas o de capacitación en el medio laboral. La elaboración de una programación daba inicio con el establecimiento de los objetivos generales en función del curriculum de los alumnos, se construía el programa, elaborando la serie de secuencias a seguir en “cuadros”. Luego, se estudiaba el tipo de respuesta más adecuada y la clase de retroalimentación (respuestas de los alumnos) a lograr. El paso siguiente era la evaluación y revisión del programa sobre la base de las respuestas de los alumnos, para determinar tanto del grado de comprensión de los alumnos, como la forma en la cual el programa cubría el tema en cuestión. (Muchinsky, 2002).

A partir de este tipo de enseñanza, cobran interés los objetivos operacionales y conductuales, los cuales debían describir las conductas observables y sus

productos o logros. La forma en la cual debían estar escritos los objetivos debía quedar clara, precisa, de tal manera que no se prestaran a ambigüedades, determinando la conducta esperada por parte de los alumnos y que esta conducta debía ser observable, con un cambio real y perceptible (Rosales, 1997).

A partir de la importancia que se le dio a los objetivos, una serie de autores se dedicaron a su definición, elaboración y redacción, estableciendo una tipología de los aprendizajes, como es el caso de Gagné, quien reconoce una serie de estadios o fases a través de los cuales se dan las condiciones psicológicas para un aprendizaje eficaz. El aprendizaje ocurre así, a través de transformaciones de la información (Sánchez, et al., 2008).

Como se ha referido, las primeras ideas sobre el desarrollo del software educativo se dieron a partir de la década de los 60 en el siglo pasado, pasando por diversos momentos, tanto en el soporte teórico del aprendizaje que este conlleva, hasta las propuestas de interactividad que propician que el estudiante pueda aprender en forma autónoma con base en el uso de éste tipo de recursos didácticos.

Los primeros pasos en el desarrollo del software educativo como recurso didáctico se dieron a partir del lenguaje de programación Logo, utilizado en numerosas escuelas universidades. Este lenguaje surge 10 años después del lenguaje Basic, derivado del lenguaje de programación LISP, el cual era el más empleado en investigaciones de inteligencia artificial (Martí, 1992). Logo se desarrolló como una línea de software enfocado directamente al aprendizaje, utilizado en un sentido constructivista. Con un enfoque procedimental, este permitía al alumno crear sus propios comandos y determinar el curso de la orden enviada, favoreciendo su visualización en pantalla en forma inmediata, con lo que se dice que era un programa interactivo (Bartolomé, 2004).

Es a partir de la interactividad que se puede establecer que el software educativo tiene un principio constructivista, pues este radica en la posibilidad de que a partir de algo nuevo, la mente humana pueda abstraer de los objetos algunos rasgos para construir criterios de agrupamiento de estos objetos, base del aprendizaje

(Fernández, 2004). El alumno hace del proceso de formación de conceptos una instrumentalización cognitiva: no descubre el conocimiento, sino que lo construye, con base a su maduración y experiencia física y social (Bruner, 2004). El desarrollo de habilidades con el uso del software educativo estarían orientadas a: la capacidad de identificar la información relevante para un problema dado, de interpretarla, de clasificarla en forma útil, de buscar relaciones entre la información nueva y la adquirida previamente (Martí, 1992). De esta manera, se posibilita el desarrollo cognitivo basado en una fuerte interacción entre el sujeto y el objeto, donde el objeto trata de llegar al sujeto, mediante cierta perturbación de su equilibrio cognitivo, quien trata de acomodarse a esta nueva situación y producir la asimilación del objeto, con la consecuente adaptación a la nueva situación.

Desde el punto de vista constructivista, se pretende que los estudiantes no resuelvan problemas sencillos, sino que se enfrenten a problemas con cierta dificultad, referidos como ambientes de aprendizaje complejos. En estos ambientes, se pretende que los estudiantes se aboquen a la tarea de resolver problemas que entrañan cierta dificultad, los cuales tienen la ventaja de contener muchos elementos para su posible solución. No existe respuesta o conclusión única a cada problema, por lo que esto resalta la creatividad y puesta en juego de los diferentes componentes cognitivos con los que cuenta cada alumno para darle solución al problema en cuestión. De acuerdo con la perspectiva constructivista, el problema debe propiciar un ambiente situado, esto es, plantear situaciones que se acerquen lo más posible a la realidad en la cual se aplicará el aprendizaje logrado (Woolfolk, 2006).

El modelo constructivista ha generado una variedad de propuestas de software educativo, las cuales pretenden establecer que el alumno es un participante activo en el proceso, aprendiendo de una forma que depende de su estado cognitivo concreto. Estos recursos destacan la expresión y exploración, dando oportunidad a los estudiantes para que desarrollen sus propios enfoques del aprendizaje. Desde luego, esto contrasta con el modelo conductista descrito con anterioridad, en el que los alumnos son considerados como individuos pasivos que pueden ser

“nutridos” de conocimientos sin importar su estado cognitivo (Squires y McDougall, 2001).

Sin embargo, es necesario establecer que independientemente de la actividad del sujeto cognoscente, otros se han dado a la tarea de establecer cómo es que el alumno procesa la información, con lo cual se ha desarrollado una tercera vertiente en el desarrollo del software educativo, tendiente a establecer pautas que propicien procesos de aprendizaje, basados en la teoría cognoscitiva (Rangel, 2002).

El cognoscitivismo tiene sus raíces en la ciencia cognitiva y en la teoría del procesamiento de la información. Esta corriente de investigación surge a finales de la década de los 50 del siglo pasado, en la que se integran diversos campos de estudio, sin embargo, son los estudios informáticos, las investigaciones sobre inteligencia artificial y sobre lenguajes computarizados, los que sugieren a la psicología cognoscitiva las primeras hipótesis de modelos explicativos del funcionamiento cerebral (Frabboni y Pinto, 2006).

En una primera fase de elaboración teórica, los cognoscitivistas adoptaron la analogía mente-computadora, elaborada en el ámbito de los estudios de inteligencia artificial, queriendo reproducir el funcionamiento de la mente humana. Esto derivó en un primer “modelo computacional” de la mente, que como el software de una computadora, representaba a la mente como un sistema de manipulación de símbolos que funcionan sobre las bases de la lógica formal, cuyas habilidades están lejos del contexto y cambio evolutivo y por consiguiente, de la dinámica del aprendizaje. De esta manera, la atención de los cognoscitivistas se centra en los procesos internos de la inteligencia, en los fenómenos de la percepción, de la memoria y del lenguaje (Frabboni y Pinto, 2006).

El reconocimiento de los límites perceptivos en el primer modelo, lleva a los investigadores a reconsiderar el funcionamiento del sistema cognitivo como un sistema de intercambio de datos que lo vincula con el mundo externo. Esto da pauta a una segunda fase de investigación, caracterizada por un enfoque

ecológico, más sensible y atento a los condicionamientos de tipo contextual, en el que los ambientes físico, social y cultural se imponen en el aprendizaje, como lo proponen Jerome Bruner, David Olson y Howard Gardner (Frabboni y Pinto, 2006).

La teoría cognoscitiva parte de la consideración del alumno como un sujeto activo (Pozo, 2006), que no se limita a responder pasivamente a los estímulos del medio, sino que los elabora significativamente, organizando su actividad con arreglo a planes y estrategias que controlan y guían su conducta. Desde esta perspectiva, los rasgos del funcionamiento mental que distinguen al alumno activo son: que elabora sus significados y dirige su propio aprendizaje. El aprendizaje significativo establece que el alumno desarrolla una concepción relacional, tanto de los contenidos como del propio proceso de codificación (Bruner, 2004). En este proceso, la memoria de lo aprendido sirve de base a los nuevos conocimientos y a una reinterpretación de lo previamente adquirido, con la participación activa del sujeto. Los conocimientos se organizan en unidades conceptuales, estableciendo una red de interacción jerárquica organizada y con un enfoque profundo de estas (Nieto, 1996).

Dentro de esta concepción, toma importancia la forma en la cual se transfiere el conocimiento, esto es, las condiciones y los elementos mentales que posibilitan que el estudiante logre la codificación de los contenidos a partir de su entorno (Bruner, 2004). El eje principal establece que el individuo activo elabora esquemas cognitivos, a través de procesos de asimilación y acomodación, que le permiten resolver los desequilibrios y adaptarse con éxito a su ambiente (Shaffer, 2000).

Parte del software educativo desarrollado recientemente trata de tomar en cuenta los esquemas de asimilación y acomodación de la información propuestos por la teoría cognoscitiva, para establecer ambientes de simulación de fenómenos o procesos, centrados en la actividad que debe mostrar el usuario para resolver problemas o transitar a través de la estructura del mismo (Squires y McDougall, 2001). Generalmente, este tipo de software se enfoca al tratamiento de un tema específico con base en una metodología de refuerzo y estímulo respuesta, sin el

apoyo de un instructor (Reza, 2000). La intención está dirigida a las áreas cognitiva y psicomotriz, con la participación activa del alumno, a través de recursos programáticos enfocados a la interacción con el estudiante y el grado de control que estos tienen sobre el software, la complejidad del material presentado y el estímulo que estos perciben (Squires y McDougall, 2001).

Uno de los aspectos que se debe tomar en cuenta en la evaluación de software educativo es la forma en la cual este puede apoyar y reforzar el aprendizaje de los estudiantes. El diseño de estos recursos didácticos condiciona la utilidad de los mismos y refleja la concepción que se tiene respecto a la teoría o corriente de aprendizaje subyacente, así como el papel que va a jugar el alumno con su uso (Cuadrado, 2008). La teoría del aprendizaje implícita en el desarrollo del software educativo, determinará en gran medida el tipo de interacción entre el recurso didáctico y el alumno (Squires y McDougall, 2001).

Existe una gama extensa de autores que tratan de establecer los tipos de software que se encuentran disponibles en distintos ámbitos (Squires y McDougall, 2001). Sin embargo, de acuerdo con Gómez de Silva y Ania (2008), los tipos de software se pueden dividir en dos categorías: de sistema y de aplicación. En el primero se encuentran los programas encargados del control y administración de los recursos de cómputo, permitiendo la interacción entre el hardware y el usuario. Ejemplo de estos son los sistemas operativos (Windows, Linux, Solaris, Unix), así como los compiladores, intérpretes y ensambladores (genéricamente llamados traductores). El software de aplicación comprende los programas que instruyen a una computadora para realizar funciones específicas de procesamiento de información, ofreciendo a los usuarios funciones y aplicaciones que les facilitan las tareas que van a desarrollar.

El software de aplicación se puede subdividir, para su categorización, en cuatro subtipos: de productividad, para negocios, educativo y de entretenimiento. El software de productividad incluye a los procesadores de textos, los administradores de bases de datos, los editores de páginas Web, los programas de soporte de presentaciones multimedia, los programas de estadística y los de

ingeniería asistida por computadora. El software de negocios se subdivide en estándar y específico: el estándar satisface genéricamente una función de una empresa, como los sistemas de nómina o de finanzas; el específico se desarrolla a la medida de las necesidades particulares de una empresa para satisfacer las necesidades particulares en cada caso (Gómez de Silva y Ania, 2008).

El software educativo incluye los libros electrónicos, los programas tutoriales y los programas de referencia, como las enciclopedias electrónicas. Los juegos electrónicos se pueden agrupar en el software de entretenimiento (Gómez de Silva y Ania, 2008).

Existe una gran diversidad de clasificaciones que pretenden describir, de manera más o menos precisa, las características tipológicas del software educativo. Estas intentan determinar los tipos de diseño y las bondades que se tendrán con su uso, tanto en la interactividad, como en el desarrollo de habilidades y el aprendizaje de los contenidos que incluyen. Las tentativas de determinar el tipo de software tienen como fin contribuir a la descripción, comparación, selección y evaluación del software educativo, para comprender las funciones de éstos recursos didácticos en los contextos educativos. Muchas de estas clasificaciones se basan en marcos de referencia que toman en cuenta su tipo de aplicación, la funcionalidad y los fundamentos educativos que presenta el software en cuestión, como lo presentan Squires y McDougall (2001):

- *Clasificación por el tipo de aplicación.* En este caso se pueden encontrar dos tipos de software: los carentes de contenidos y los específicos de asignatura. En el primer caso se tienen los programas que se conocen como “genéricos”, los cuales tienen una aplicación según la utilidad que se les pueda asignar, como el caso de los procesadores de texto o las hojas de cálculo. El software específico de asignatura es el que está diseñado para la enseñanza y/o el aprendizaje de temas concretos en áreas de conocimiento o en contenidos curriculares, como los programas de simulación en ciencias, los asistentes para el aprendizaje de una lengua extranjera o para el desarrollo de habilidades matemáticas. En este sector

se han realizado una cantidad importante de clasificaciones, todas derivadas de la utilidad de las computadoras en la educación. Como ejemplo se pueden citar “estilos” como presentación de diapositivas, para aplicar pruebas, ejercicios y prácticas, simuladores, enseñanza asistida por computadora, tutoriales, juegos, modelado, aplicación del aprendizaje asistido por computadora, inteligencia artificial, controladores, interfases, lenguajes de autor para programas de enseñanza y aprendizaje, libros, banco de datos, entre otros.

- *Clasificación por el tipo de función.* Esta se basa en el desempeño que tiene el software en la educación, desde el punto de vista de lo que éste puede realizar y no en las características del alumno o del docente. El criterio de clasificación se centra en el diseño del software, quedando relegadas las cuestiones cognitivas y pedagógicas. En este rubro se tiene el software tutor, el de herramienta y el tutelado. El software tutor tiene la finalidad de actuar como un profesor sustituto, al presentar el material de la asignatura y permitir que los alumnos respondan, valorando las respuestas y determinando, con base en la evaluación realizada, lo que se presentará a continuación; ejemplos de estos programas son los tutoriales adaptativos. La modalidad de herramienta se caracteriza porque la computadora se hace cargo de las operaciones trabajosas o “aburridas”, dejando al alumno se concentre en temas esenciales; como ejemplos se encuentran los procesadores gráficos, de datos estadísticos, de modelos matemáticos, de registro y procesamiento de bancos de datos, entre otros. En el formato tutelado, el alumno puede “enseñar” a la computadora, determinando la secuencia y solución de los problemas; en este rubro se encuentran los programas que se utilizan para establecer simulaciones y modelados, basados en inteligencia artificial, como el caso de Logo, que permite establecer “micromundos”, donde los alumnos pueden explorar y construir sus propios ambientes.
- *Clasificación por su fundamentación educativa.* En este caso se toman en cuenta los paradigmas educativos que permiten comprender las principales

formas de concebir la finalidad del currículum en el uso del software como recurso de apoyo al aprendizaje. Los paradigmas se designan como “instructivo”, “revelador”, “de conjeturas” y “emancipador”. El paradigma instructivo está relacionado con el dominio del contenido, considerando a la asignatura como el objeto de aprendizaje; el contenido se racionaliza a través de la sucesión de los aprendizajes, la presentación y el refuerzo a partir de la información sobre las consecuencias; el material se divide en pequeños segmentos para ser presentados a los alumnos; el software se encarga de presentar los contenidos, proporcionar la información sobre los resultados y asignar tareas; entre estos programas se tienen las aplicaciones de reconocimiento de palabras, de resolución de problemas aritméticos, los sistemas inteligentes de aprendizaje dirigido, entre otros. El paradigma revelador resalta el aprendizaje por descubrimiento y el desarrollo de la intuición, respecto al campo de estudio; este se utiliza para que proporcione ambientes de exploración y descubrimiento, recreando situaciones o ambientes que de otra manera sería muy difícil tener en el laboratorio o aula; los alumnos introducen datos y observan el comportamiento de las variables, aplicando los conceptos y habilidades desarrolladas en clase; los simuladores de experimentos en campos como la genética, reactores nucleares o crecimiento poblacional, son ejemplos de este tipo de programas. El paradigma de conjeturas está relacionado con la articulación y la manipulación de ideas, así como con la comprobación de hipótesis; este enfoque destaca el desarrollo de la comprensión mediante la construcción activa del conocimiento; este tipo de software aporta ambientes que facilitan la articulación y exploración de ideas mediante la creación de modelos, programas, planes y estructuras conceptuales; el alumno puede explorar un tema mediante la formulación y comprobación de sus propias hipótesis sobre la situación o problema que estudia; los paquetes de modelado en el cual se pueden introducir datos, como el caso de Logo, tienen estas características.

Debido a esta diversidad, se toma como base la propuesta de Cuadrado (2008), debido a que en esta se resume la amplia gama de los tipos de software educativo que se pueden encontrar:

- *Demo*. Presenta ilustraciones gráficas y dinámicas de fenómenos o procesos, reales o ficticias. El nivel de interactividad es muy bajo o inexistente. A lo sumo, se limita a dar la posibilidad al alumno de modificar el ritmo y la secuencia del fenómeno que se representa. El papel del estudiante puede quedar reducido a simple espectador de los contenidos que este tipo de material contiene.
- *Programas ejercitadores o basados en los principios de la enseñanza programada*. Tienen como finalidad afianzar determinadas destrezas y habilidades, que se supone que el alumno ha adquirido por otros medios. Están diseñados con base en un conjunto de actividades distribuidas por niveles de dificultad y cuando se ha demostrado que se domina un nivel, se puede acceder al siguiente. La interactividad es mínima y se reduce, en la mayoría, a la elección de una de las opciones de respuesta que el programa ofrece. La retroalimentación consiste en presentar una actividad similar en dificultad cuando la respuesta es acertada, o en comunicar al alumno que su respuesta es incorrecta en caso de error. Son llamativos debido a que presentan un gran despliegue de efectos visuales, sonido y movimiento, los cuales se activan cuando el alumno acierta la respuesta correcta, independientemente de que el acierto fuera al azar, del refuerzo de una destreza o la comprensión de un contenido. El tipo de motivación que promueven es extrínseca, ya que el interés no se centra en la tarea, en el aprendizaje de un contenido o en la búsqueda de diferentes soluciones a un problema, sino en acertar para conseguir las recompensas visuales o el avance en los niveles, que nada tiene que ver con los contenidos que se trabajan en las actividades.
- *Tutoriales*. Estos son concebidos como una ayuda que se le ofrece al alumno para orientarlo hacia la comprensión de los contenidos incluidos en el software. Su diseño consiste en la presentación contextualizada y

gradual del contenido, ya sea como preámbulo al desarrollo del mismo o como complemento del proceso de ejercitación, adquisición de destrezas o construcción del conocimiento. El nivel de interactividad es nulo. El usuario sólo puede decidir qué contenidos puede consultar en un momento dado, pero no puede variarlos, ni estos se pueden ajustar a las necesidades concretas del alumno ni a su nivel de comprensión.

- *Programas heurísticos o de exploración.* Su intención es ayudar y dirigir al alumno hacia la construcción del conocimiento y la adquisición de habilidades y estrategias, tanto cognitivas como metacognitivas. Su diseño se basa en la presentación de actividades en las que se plantean problemas que el alumno debe resolver indagando, experimentando o explorando diferentes vías de solución. La orientación o ayuda que el alumno recibe en caso de error, no van dirigidas a la solución de la tarea en la que fracasó, sino en promover la reflexión y proporcionar estrategias para que éste sea capaz de identificar el error y superarlo por sí mismo. El nivel de interactividad es muy elevado, al permitir que sea el alumno quien determine el camino a seguir y a la activación de ayudas en función de la ruta seguida. El tipo de motivación que promueve este tipo de programas es de carácter intrínseco, pues lo que pretenden es que el alumno se sienta a gusto realizando la actividad, aprendiendo de ella, poniendo en práctica diferentes hipótesis, buscando soluciones creativas diferentes a la de sus compañeros.

En este punto es necesario considerar que la valoración que se hace de cada tipo de software no es directa con lo que cada rubro establece, debido a que los autores siguen diseños eclécticos que facilitan la consecución de sus metas al elaborar un determinado software educativo. La evaluación entonces se debe centrar en el grado de pertinencia, relevancia, consistencia, congruencia y unicidad que presenta el programa de cómputo en cuestión, determinando la calidad con base en la medida en que el material presentado se percibe como necesario o pertinente, tomando como referente el programa de estudios de la materia o asignatura respectivo (Cuadrado, 2008).

El uso del software educativo en el aula ha cambiado la manera en la que el profesor realiza su actividad, determinando el tipo de interacción que se da entre alumnos y docentes. El software educativo, como recurso didáctico, es un medio que interviene en el acto pedagógico, facilitando los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Los fines centrales que persigue son de facilitar la comunicación entre el docente y los alumnos, para favorecer el acercamiento comprensivo de las ideas con el uso de los sentidos, promoviendo la intuición y el razonamiento (Fernández y Delavaut, 2008). Como parte del proceso, estos recursos didácticos representan la variable dependiente del proyecto pedagógico y del entorno de aprendizaje que se tenga.

El uso de software educativo promueve el potencial de aprendizaje que se da en las interacciones entre el docente y los alumnos, así como entre alumnos, con consecuencias significativas para las funciones de los docentes en las aulas. El papel tradicionalista del docente va cambiando por el de facilitador del aprendizaje de los alumnos, al promover el uso de estos recursos didácticos en forma individual o en equipos de trabajo, abarcando diversos problemas o temas con la presencia del docente como tutor, resolviendo dudas y acercándolos a la comprensión del conocimiento. El profesor ya no se encuentra dando la clase, sino interactuando con los estudiantes, apoyándolos, promoviendo nuevas ideas y comprobando el nivel de comprensión de los conceptos establecidos. En este sentido, se pueden citar las siguientes funciones del docente, de acuerdo con Squires y McDougall (2001):

- *Como proveedor de recursos.* Esta función se desempeña cuando el docente quiere potenciar la utilidad del software educativo. En muchas ocasiones el docente adapta los recursos que contiene el software a las características y fines que su planeación requieren. En otras, busca incluir diversos recursos escritos o visuales, los cuales tienen la finalidad de complementar el software y su utilidad.
- *Como organizador.* El docente debe tener claro lo que persigue con el uso del software didáctico. Por lo tanto, debe establecer la secuencia y los

diferentes momentos en los cuales se utiliza el material, ya sea dentro del aula o en otros contextos. Su papel de mediador entre el conocimiento contenido en el software y el alumno es primordial, pues debe dosificar el uso del recurso, dialogando con los alumnos en clase y determinando su grado de aprendizaje.

- *Como tutor.* El software educativo puede servir para centrar las actividades en clase, por lo que el docente tiene la función de establecer la secuencia para propiciar el razonamiento y la búsqueda de modelos o respuestas, trabajando con los alumnos en forma individual o en equipo.
- *Como investigador.* El uso de software educativo puede proveer de información acerca de los procesos de aprendizaje. En el aula, el software educativo puede ser de utilidad para detectar cómo es que los alumnos aprenden y cuáles son las dificultades que están enfrentando, confiriéndole al docente el papel de investigador. El software puede ser utilizado como herramienta diagnóstica, de desarrollo de habilidades o para generar cambios de actitud en los alumnos, bajo la supervisión del profesor.
- *Como facilitador.* Este es el principal papel que desempeña el docente, al guiar y favorecer el aprendizaje de los alumnos a través del uso de nuevas modalidades de enseñanza y de aprendizaje, entre las que se encuentra el uso del software educativo.

El uso del software educativo le confiere al docente una amplia gama de funciones, resumidas pero no circunscritas a las que se mencionan. Las decisiones que tomen los docentes, de acuerdo al contexto y las características de sus alumnos, son críticas para que el software sirva efectivamente para reforzar el aprendizaje (Fernández y Delavaut, 2008).

Los objetivos representan la previsión de lo que se espera que los alumnos logren al término de los diversos momentos del proceso de aprendizaje. Como intención educativa, los objetivos tienen la finalidad enunciada con certeza y precisión, capaz de ser alcanzable en forma real y concreta. Su concreción permite

establecer la medida en la cual se alcanza el objetivo, lo que les da certeza de cumplimiento. También deben cubrirse en un plazo o tiempo (Cataldi, 2000).

Como recurso didáctico, el software educativo debe estar encaminado al logro de los objetivos de la asignatura o contenido que se desea apoyar con este tipo de recursos. En todo caso, debe promover la comprensión y aplicación de los conceptos tratados por parte del alumno, desarrollando sus habilidades para articular significativamente el material incluido con los contenidos abordados en el aula. De acuerdo con Fernández y Delavaut (2008), algunas de las funciones que tiene el software educativo en relación con los objetivos educativos, son:

- Crear expectativas en los alumnos y motivar su aprendizaje.
- Dirigir la atención del alumno y permitir su uso en cualquier momento y contexto.
- Favorecer situaciones de aprendizaje significativo a partir de las actividades, ejercicios y problemas planteados.
- Aprovechar la posibilidad de usar imágenes, animaciones, simulaciones y sonidos.
- Desarrollar en los alumnos habilidades para el uso de diferentes estrategias de uso, procesamiento y recreación de la información.
- Estimular la generalización y transferencia de lo aprendido.
- Ofrecer situaciones de resolución de problemas.
- Proveer ambientes de retroalimentación constante e informar al alumno acerca de los progresos en su aprendizaje.

Capítulo 4. Características del recurso didáctico “Evolución. Origen de la Biodiversidad”

El software educativo evaluado como recurso didáctico presenta las siguientes características:

Es un programa de cómputo de tipo tutorial, ramificado e interactivo, que aborda los aprendizajes de los programas de Biología II y IV, del Plan de Estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades, referentes a la temática de evolución, de acuerdo a la siguiente secuencia temática:

Biología II

PRIMERA UNIDAD. ¿CÓMO SE EXPLICA EL ORIGEN, EVOLUCIÓN Y DIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS VIVOS?

Tema II. La evolución como proceso que explica la diversidad de los sistemas vivos.

- Concepto de evolución.
- Aportaciones al desarrollo del pensamiento evolutivo: Teoría de Lamarck, Teoría de Darwin -Wallace, Teoría Sintética.
- Otras aportaciones: neutralismo, equilibrio puntuado.
- Evidencias de la evolución: Paleontológicas, anatómicas, embriológicas, biogeográficas, bioquímicas, genéticas.
- Consecuencias de la evolución: Adaptación, extinción, diversidad de especies.

Biología IV

PRIMERA UNIDAD. ¿CÓMO SE EXPLICA EL ORIGEN DE LA BIODIVERSIDAD A TRAVÉS DEL PROCESO EVOLUTIVO?

Tema I. Fuerzas evolutivas y sus consecuencias.

- Selección natural.
- Adaptación.
- Extinción.

- Deriva génica.

Tema II. Mecanismos y patrones evolutivos que explican la diversidad

- Conceptos de especie: Biológico y taxonómico.
- Especiación alopátrica, simpátrica e hibridación.
- Radiación adaptativa, evolución divergente, convergente y coevolución.

El software se diseñó con base en una estructura flexible, con la idea de que sea el profesor quien decida darle la secuencia didáctica que considere pertinente, de acuerdo a la estrategia que haya elaborado para tal fin. El profesor tiene la libertad de seleccionar la sección o secciones del software que le sean de utilidad con relación a la estructura de su secuencia didáctica: apertura, desarrollo o cierre.

Por otro lado, el estudiante puede desplazarse en la interfaz gráfica, gracias a la estructura y contenido que presenta el programa, el cual se procuró que fuera amigable con el usuario. El menú principal facilita la selección de cualquier tema: presentación, historia, fuerzas, especiación, patrones, evidencias y actividades.

La información que presenta el software permite la planificación de una gran diversidad de estrategias, tomando como base los textos, las imágenes, las actividades y los videos contenidos. La estructura misma del software, de tipo tutorial ramificada, facilita el aprendizaje significativo del proceso evolutivo en una secuencia que dependerá de las estrategias planteadas y/o del avance que el alumno tenga al utilizarlo. El software es interactivo y también favorece la autoevaluación del usuario, al resolver los cuestionarios que se encuentran al final de cada sección, lo cual le permitirá valorar el grado de aprendizaje logrado.

El software educativo presenta una interfaz gráfica que permite el fácil acceso a la temática. Los temas que constituyen el menú principal son:

- Presentación: contiene las características del software educativo, a quién está dirigido, la descripción de los temas en lo general, haciendo algunas consideraciones respecto a su importancia con relación al estudio de la

evolución. Otras secciones hacen referencia a los autores, la secuencia didáctica del software, la bibliografía consultada y la videografía.

- **Historia:** se hace referencia al desarrollo del pensamiento evolutivo, desde las ideas aristotélicas, hasta las teorías más aceptadas actualmente. Al final se presenta una actividad de autoevaluación, en forma de cuestionario con respuestas de opción múltiple, para que el usuario haga una estimación de su aprendizaje y en consecuencia, del grado de avance.
- **Fuerzas:** en este tema se hace una descripción de las principales fuerzas evolutivas (mutaciones, recombinaciones, deriva genética, flujo genético, apareamiento no aleatorio y selección natural), tomando como referente a la Teoría de la Evolución por variación y selección natural. La última sección consta de una actividad de autoevaluación similar al descrito en el tema de historia.
- **Especiación:** este tema está enfocado a la descripción y discusión de este proceso, en donde destacan los mecanismos de especiación alopátrica, simpátrica y por hibridación. De igual manera que en los temas anteriores, la última sección contiene un cuestionario de autoevaluación.
- **Patrones:** las secciones que conforman la secuencia didáctica de este tema, corresponden al estudio de los procesos que describen a la macroevolución y los conceptos relacionados a ésta, como la radiación adaptativa, convergencia, paralelismo, anagénesis, cladogénesis y coevolución. La sección final también es un cuestionario de autoevaluación.
- **Evidencias:** en este tema, cada una de las secciones está dedicada al estudio de alguna de las evidencias que sustentan los argumentos del conocimiento evolutivo. Como en los temas anteriores, la sección final incluye un cuestionario de autoevaluación.
- **Actividades:** este es un apartado que fue elaborado como apoyo al tratamiento de los temas. En este, se incluyen preguntas que fomenten el

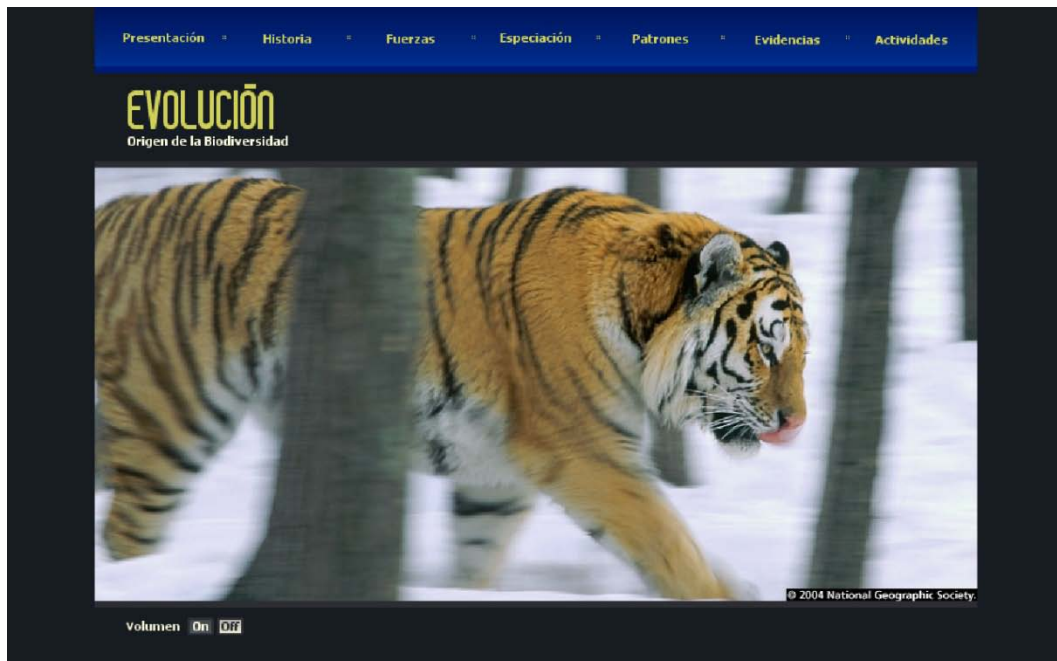
desarrollo de las habilidades de pensamiento de los estudiantes, dado que plantean diferentes situaciones y problemas para cada una de las temáticas abordadas en el software. También se incluyen actividades de investigación en el laboratorio, así como videos relacionados con las temáticas.

El software fue elaborado con el programa FLASH 9.0 y se utilizó Action Script 3.0, para la programación de la interactividad.

Los requerimientos del equipo de cómputo para que corra adecuadamente, son:

- Software: Windows 2000, XP o Vista.
- Hardware: Procesador Pentium 4 o superior.
- Memoria: 512 MB en RAM como mínimo.
- Unidad lectora de DVD.
- Tarjeta de Sonido.

La pantalla principal presenta un menú interactivo que facilita la navegación a través de los temas que integran la propuesta didáctica para el aprendizaje de la temática de evolución:



Cada tema está dividido en secciones, cuyo número es variable, las cuales contienen cápsulas informativas e imágenes, relacionadas con la temática de los programas. Por ejemplo, la sección 9 (deriva genética) del tema fuerzas, presenta la siguiente estructura: una fotografía alusiva a la diversidad biológica (pez), en la parte central un texto con información relevante del tema y sección; a la derecha, la o las imágenes que ilustran el proceso, mecanismo o fenómeno descrito.

El software educativo incluye videos alusivos a la temática de evolución:

- Una voz en la fuga cósmica, de la serie Cosmos.
- Charles Darwin. Biografía.
- Grandes libros: El Origen de las Especies.
- Génesis.

La utilidad de estos videos estará en función de las estrategias que el profesor instrumente para el abordaje de la temática, si consideramos que estos se pueden emplear tanto para Biología II o Biología IV.

Presentación - Historia - Fuerzas - Especiación - Patrones - Evidencias - Actividades

EVOLUCIÓN

Origen de la Biodiversidad

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

Photograph by Wolcott Henry



Deriva Genética

En poblaciones pequeñas, las frecuencias de algunos alelos pueden cambiar drásticamente por encontrarse aislados. Estos cambios en la frecuencia de los alelos ocurren azarosamente, como si las frecuencias no tuvieran un sentido selectivo, a lo cual se le conoce como deriva genética. Si solo los gametos de pocos individuos dan origen a la siguiente generación, los alelos que estos portan, quizá por oportunidad, no serán representativos de la población original.

Un conjunto de pequeñas poblaciones que se aíslan unas de otras pueden llegar a diferir grandemente como resultado de la deriva genética, aún si la fuerza de la selección natural no es diferente entre las poblaciones. En consecuencia, y debido a la deriva genética, los alelos desfavorables pueden incrementar su frecuencia en las pequeñas poblaciones, a pesar



La deriva genética es una fuerza evolutiva que actúa cuando el tamaño de una población es pequeño. En estas condiciones la frecuencia de alelos

Volumen On Off

Capítulo 5. Justificación y metodología

La Teoría de la Evolución por variación y selección natural representa uno de los pilares fundamentales de la biología y de la ciencia moderna en general (Styx, 2009). La importancia de su estudio ha sido destacada por diversos autores (González y Meinardi, 2005), debido a que ningún sistema biológico puede ser comprendido por completo sin atender a su origen. La Teoría de la Evolución por variación y selección natural es indispensable para comprender las denominadas causas últimas de los fenómenos biológicos, que lleva a tratar de responder los por qué de los mismos. Además, la Teoría de la Evolución por variación y selección natural conlleva profundas implicaciones filosóficas, ideológicas y políticas, las cuales hasta la fecha siguen en discusión (Bowler, 2006).

En el ámbito educativo, la Teoría de la Evolución por variación y selección natural ha generado fuertes y profundas corrientes de pensamiento, las cuales reflejan tendencias y enfoques en los sistemas educativos. Un ejemplo de esto es la crisis que se tiene en la actualidad en los Estados Unidos, debido a la polémica desatada por el creacionismo, a través del diseño inteligente y su lucha en contra de aquéllos que buscan enseñar la Teoría de la Evolución por variación y selección natural en un país con ideas religiosas arraigadas (Ayala, 2006). En nuestro país, con una educación laica pero profundamente religioso, esto representa un problema digno de ser atendido, debido a la vecindad con ésta nación y la influencia que representan sus ideas en los diferentes estratos de nuestra sociedad. Esto debe ser un foco de atención, debido a que la Teoría de la Evolución por variación y selección natural tiene un lugar preponderante en la estructuración del conocimiento biológico en el aprendizaje de los estudiantes en todos los niveles educativos.

Sin embargo, estudios realizados en diferentes niveles educativos y en diferentes países (Sanz, 2007), revelan que los estudiantes tienen preconceptos o ideas previas que dificultan el aprendizaje de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural. La escuela o el profesor no son los únicos medios por los cuales los alumnos adquieren conocimientos hoy en día. La televisión e Internet

representan dos de los medios que proveen de contenidos a las nuevas generaciones, lo cual origina en los estudiantes ideas que en muchos casos no son compatibles con lo que la ciencia busca explicar acerca de la evolución de los sistemas biológicos.

Gracias a las nuevas alternativas de enseñanza-aprendizaje y a las tecnologías de información y comunicación (TIC's), se han generado recursos de apoyo basados en formatos que facilitan el aprendizaje de contenidos conceptuales, metodológicos y actitudinales, referentes a una disciplina o ciencia, en diferentes momentos y con la asesoría del docente que busca una forma innovadora de favorecer la comprensión en sus estudiantes. El uso de software educativo representa una herramienta de apoyo al aprendizaje, con el beneficio de su aplicación en diferentes momentos y con una secuencia didáctica acorde a la temática de una determinada asignatura o programa de estudios (OCDE, 2003).

El software educativo "Evolución. Origen de la Biodiversidad" (Díaz, et al., 2008), representa una propuesta para apoyar el aprendizaje de la temática referente a la Teoría de la Evolución por variación y selección natural, que se imparte en los programas de estudios de las asignaturas de Biología II y IV, dentro del Plan de Estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades. Este software educativo se elaboró con la finalidad de convertirse en un recurso útil en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural, dirigido a los estudiantes y como apoyo a la labor docente.

Objetivo

Evaluación del software educativo "Evolución. Origen de la Biodiversidad", como recurso didáctico en la temática relacionada con la Teoría de la Evolución por variación y selección natural, en las asignaturas de Biología II y IV, en el período 2009-2 en el CCH Naucalpan.

Hipótesis general

El software educativo “Evolución. Origen de la Biodiversidad” es un recurso didáctico adecuado, acerca de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural.

Población objetivo

Para realizar la aplicación de los cuestionarios de salida, se seleccionó al Plantel Naucalpan del Colegio de Ciencias y Humanidades, subsistema del bachillerato de la UNAM. La elección se basó en las posibilidades de cooperación de los docentes para llevar a cabo la evaluación del software educativo “Evolución. Origen de la Biodiversidad”.

Se presentó la propuesta a los docentes y sólo a los que aceptaron utilizar el software como apoyo didáctico para la temática de Evolución, tanto en Biología II como en Biología IV, se les entregaron los cuestionarios de salida para su aplicación a los alumnos. Los grupos encuestados fueron todos del turno matutino.

La distribución de la aplicación de los cuestionarios de salida se refiere en la siguiente tabla:

Asignatura	Número de grupos encuestados.	Rango de edad de los alumnos.	Distribución de alumnos por sexo.	Total de alumnos encuestados.
Biología II	4	16-18 años	36 mujeres	74
			38 hombres	
Biología IV	4	17-19 años	37 mujeres	59
			22 hombres	

Diseño del instrumento

Para evaluar el software educativo “Evolución. Origen de la Biodiversidad” como recurso didáctico, se diseñó un cuestionario de salida (Babbie, 2000; Best, 1981), para conocer la actitud de los alumnos y los docentes respecto a la pertinencia y calidad de la interfaz del software, valorando con una escala Likert (Best, 1981; Hernández, et al., 1991). Con esto se buscó evaluar el recurso didáctico a partir

del uso efectivo del programa por parte de los estudiantes (Squires y McDougall, 2001).

La escala Likert se utilizó porque permite dar una dimensión a una escala cualitativa como es la opinión de los encuestados con respecto a la pertinencia y calidad de la interfaz del software educativo. Cada cuestionario constó de 30 preguntas bajo la forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se solicitó la reacción (favorable o desfavorable, positiva o negativa) de los encuestados.

El diseño del cuestionario (anexo 2), incluye:

- Una carátula de presentación.
- Explicación de los motivos.
- Explicitación de la confidencialidad de la información.
- Preguntas acerca de la asignatura correspondiente, turno y sexo del encuestado.
- Instrucciones de llenado del cuestionario.
- Escala de valoración.
- Preguntas en escala Likert.
- Agradecimiento.

La distribución de las preguntas (ítems), fue de la siguiente manera (modificado de la tabla original, ver anexo 2):

Valoración de la	Preguntas
Pertinencia	El software contiene la información necesaria para el tema de evolución que se trató en la clase de Biología.
	La información contenida en el software es adecuada para el tema de evolución.
	El orden en los temas del software favoreció la búsqueda de información y su comprensión.
	Los resultados obtenidos en tu evaluación respecto al tema de evolución se vieron favorecidos por el uso del software.
	Con el uso del software se aclaran muchas dudas acerca de qué es la evolución.
	La información contenida en el software permite alcanzar los objetivos planteados para el tema de evolución en el curso de Biología.
	El uso del software facilita la realización de las actividades en clase de Biología para el tema de evolución.
	La información contenida en el software facilita dar respuesta a preguntas o problemas respecto al tema de evolución.
	La información presentada en el software es adecuada para resolver los trabajos de investigación sobre evolución.
	El lenguaje empleado en el software favorece la comprensión del tema de evolución.
	La información que presenta el software es correcta y actual.
	Las preguntas de los cuestionarios son claras y facilitan la evaluación del grado de avance en la comprensión de la temática de evolución.
	Las respuestas en los cuestionarios contenidos en el software se pueden resolver con base en la información contenida en el mismo.
	Las actividades planteadas para cada tema del software facilitan la comprensión acerca del proceso evolutivo.
	Las actividades planteadas para cada tema del software contienen preguntas que se pueden resolver con la información contenida en el mismo.
	Las actividades planteadas para cada tema sirven como guía de estudio.
El uso del software facilitó la búsqueda de información respecto a la temática de evolución en otras fuentes.	

Continuación.

Valoración de la	Preguntas
Calidad de la interfaz	Las imágenes del software son acordes con el texto que se está leyendo en cada sección.
	Los videos son adecuados al tema de evolución y permiten considerar otros puntos de vista.
	Los videos contenidos en el software facilitaron la comprensión del tema de evolución.
	Las imágenes del software facilitan la comprensión de la información tratada.
	El software es fácil de instalar y de usar.
	El entorno gráfico del software es agradable y amigable.
	El desplazamiento a través del software facilitó su uso y comprensión.
	Los componentes del software tienen buena calidad y favorecen su uso.
	Los videos son de buena calidad y acordes a la temática de evolución.
	Los textos son legibles.
	La extensión de los textos es adecuada.
	Las imágenes son de buena calidad.
	Recomiendas el software para el aprendizaje del tema de evolución.

Aplicación del instrumento

Las características del estudio se describen a continuación.

Los grupos fueron elegidos de acuerdo a los siguientes criterios:

- Criterio A: sólo se utilizaron los grupos cuyos profesores aceptaron participar en la investigación.
- Criterio B: el número de alumnos por grupo fueron asignados por la administración escolar.

- Criterio C: sólo se entrevistaron los alumnos presentes al momento de la aplicación del cuestionario.

El material se presentó como apoyo durante la impartición del tema de evolución, utilizado por parte del docente a cargo de cada grupo.

La aplicación de los cuestionarios fue al término del tema de evolución, en forma autoadministrada (Hernández, et al., 1991), en la cual cada alumno marcaba la casilla correspondiente a lo que consideraba adecuado respecto a la afirmación que se le presentaba.

El responsable del uso del recurso didáctico y de la aplicación del cuestionario de salida fue el docente.

Análisis del instrumento

Para determinar el grado de validez de las afirmaciones que se les presentaron a los estudiantes en el cuestionario con escala Likert, se aplicó una prueba de valoración. El cuestionario sirvió de base para estimar la dependencia de las respuestas de los encuestados.

Para establecer la concordancia se utilizó la prueba de χ^2 , para determinar el grado de relación entre variables (Best, 1981).

Para determinar el grado de relación o independencia en las variables que se encuentran en los ítems de los cuestionarios aplicados a los alumnos, se calcularon las frecuencias esperadas (las que se deberían haber observado si se establece que las variables para cada ítem son independientes), comparándolas con las frecuencias observadas durante el estudio. La fórmula para determinar la discrepancia entre las variables (Best, 1981), es:

$$\chi^2 = \sum \left[\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \right]$$

Donde:

Σ = operador summa

f_o = frecuencia observada

f_e = frecuencia esperada

Los grados de libertad se determinaron de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$GL = (h-1) (c-1)$$

Donde:

GL = grados de libertad

h = número de hileras

c = número de columnas

Con base en los valores obtenidos, se determinó, para cada ítem, el grado de dependencia de las variables involucradas (anexo 3), como se expone en los resultados y su discusión.

Capítulo 6. Resultados y análisis

Alumnos que cursaban la asignatura de Biología II

En el caso de los alumnos que cursaban la asignatura de Biología II, las respuestas se compararon de acuerdo al género, con respecto a su opinión y a las afirmaciones que se les presentaron, de tal manera que estas se recabaron y se analizaron aplicándoles la prueba de χ^2 , la cual arrojó los siguientes datos por ítem:

Preguntas alumnos Biología II	Grados de libertad	χ^2 observada	χ^2 0.05
1. El software contiene la información necesaria para el tema de evolución que se trató en la clase de Biología.	3	2.3100 n.s.	7.815
2. La información contenida en el software es adecuada para el tema de evolución.	4	2.9481 n.s.	9.488
3. El orden en los temas del software favoreció la búsqueda de información y su comprensión.	3	3.4786 n.s.	7.815
4. Los resultados obtenidos en tu evaluación respecto al tema de evolución se vieron favorecidos por el uso del software.	4	4.0292 n.s.	9.488
5. Con el uso del software se aclaran muchas dudas acerca de qué es la evolución.	4	6.2810 n.s.	9.488
6. La información contenida en el software permite alcanzar los objetivos planteados para el tema de evolución en el curso de Biología.	2	2.4360 n.s.	5.991
7. El uso del software facilita la realización de las actividades en clase de Biología para el tema de evolución.	5	7.1685 n.s.	11.07
8. La información contenida en el software facilita dar respuesta a preguntas o	4	3.6011 n.s.	9.488

Preguntas alumnos Biología II	Grados de libertad	X² observada	X² 0.05
problemas respecto al tema de evolución.			
9. La información presentada en el software es adecuada para resolver los trabajos de investigación sobre evolución.	4	5.7944 n.s.	9.488
10. El lenguaje empleado en el software favorece la comprensión del tema de evolución.	4	2.6291 n.s.	9.488
11. La información que presenta el software es correcta y actual.	3	0.3086 n.s.	7.815
12. Las imágenes del software facilitan la comprensión de la información tratada.	2	0.8623 n.s.	5.991
13. Las imágenes del software son acordes con el texto que se está leyendo en cada sección.	2	0.6178 n.s.	5.991
14. Las preguntas de los cuestionarios son claras y facilitan la evaluación del grado de avance en la comprensión de la temática de evolución.	4	7.4959 n.s.	9.488
15. Las respuestas en los cuestionarios contenidos en el software se pueden resolver con base en la información contenida en el mismo.	5	12.1937 *	11.07
16. Los videos son adecuados al tema de evolución y permiten considerar otros puntos de vista.	5	3.5789 n.s.	11.07
17. Los videos contenidos en el software facilitaron la comprensión del tema de evolución.	4	3.8823 n.s.	9.488
18. Las actividades planteadas para cada tema del software facilitan la comprensión acerca del proceso evolutivo.	3	1.2549 n.s.	7.815
19. Las actividades planteadas para cada tema del software contienen preguntas que se pueden resolver con la información contenida	3	1.0633 n.s.	7.815

Preguntas alumnos Biología II	Grados de libertad	X² observada	X² 0.05
en el mismo.			
20. Las actividades planteadas para cada tema sirven como guía de estudio.	4	3.1642 n.s.	9.488
21. El uso del software facilitó la búsqueda de información respecto a la temática de evolución en otras fuentes.	4	3.9711 n.s.	9.488
22. El software es fácil de instalar y de usar.	4	2.3665 n.s.	9.488
23. El entorno gráfico del software es agradable y amigable.	4	6.6326 n.s.	9.488
24. El desplazamiento a través del software facilitó su uso y comprensión.	3	3.3275 n.s.	7.815
25. Los componentes del software tienen buena calidad y favorecen su uso.	4	5.0860 n.s.	9.488
26. Los videos son de buena calidad y acordes a la temática de evolución.	4	1.2312 n.s.	9.488
27. Los textos son legibles.	4	5.1805 n.s.	9.488
28. La extensión de los textos es adecuada.	4	5.7943 n.s.	9.488
29. Las imágenes son de buena calidad.	4	4.3127 n.s.	9.488
30. Recomendamos el software para el aprendizaje del tema de evolución.	4	2.7027 n.s.	9.488

n.s. = no significativo

* = diferencias significativas

A partir de los resultados obtenidos se considera que en la mayoría de los ítems, la población encuestada para ambos géneros está de acuerdo o muy de acuerdo en que el software es adecuado como recurso didáctico para el tema de evolución.

De acuerdo con los datos obtenidos, la importancia del recurso didáctico para los alumnos de Biología II, aunado a los aspectos técnicos del software, se centran en la facilidad de acceder a información relevante para el tema de evolución, lo que propició la solución a las actividades propuestas en clase. El uso de la información, complementada con las imágenes y videos, representaron un apoyo adecuado a lo tratado en las sesiones donde se abordó el tema de evolución para los alumnos entrevistados, por lo que se establece que el recurso facilita el acceso a diversos aspectos que promueven la comprensión de las teorías que se han propuesto acerca de la evolución biológica en nuestro planeta, así como las evidencias que las apoyan.

Los datos obtenidos permiten establecer que el software educativo representa un recurso didáctico para el alumno que curse la asignatura de Biología II, pues contiene los contenidos conceptuales que se establecen en el programa indicativo de la asignatura, lo que favorece la comprensión de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural, en el Colegio de Ciencias y Humanidades.

Sólo en la pregunta 15, conforme a los datos observados, se encontró que existen diferencias significativas de opinión entre géneros, al considerar que las preguntas contenidas en el software no son lo suficientemente claras para ser resueltas con la información contenida en el mismo. Esto representa un momento de reflexión acerca de la forma en la cual se presentan los ítems en las actividades a desarrollar por parte de los estudiantes, aspecto que se puede analizar para mejorar el recurso didáctico.

Como conclusión para Biología II, a partir de los datos analizados, se establece que tanto hombres como mujeres tienen una opinión favorable acerca de la utilidad, para el nivel de formación que cursan, acerca del material presentado. Esta opinión es el reflejo de la utilidad del recurso didáctico, lo que permite establecer que éste favoreció la comprensión de la temática abordada.

Alumnos que cursaban la asignatura de Biología IV

En el caso de los alumnos que cursaban la asignatura de Biología IV, las respuestas se compararon de acuerdo al género, con respecto a su actitud y a las afirmaciones que se les presentaron, de tal manera que estas se recabaron y se analizaron aplicándoles la prueba de χ^2 , la cual arrojó los siguientes datos por ítem:

Preguntas alumnos Biología IV	Grados de libertad	χ^2 observada	χ^2 0.05
1. El software contiene la información necesaria para el tema de evolución que se trató en la clase de Biología.	1	0.4324 n.s.	3.841
2. La información contenida en el software es adecuada para el tema de evolución.	1	0.2706 n.s.	3.841
3. El orden en los temas del software favoreció la búsqueda de información y su comprensión.	1	2.3753 n.s.	3.841
4. Los resultados obtenidos en tu evaluación respecto al tema de evolución se vieron favorecidos por el uso del software.	4	11.0324 *	9.488
5. Con el uso del software se aclaran muchas dudas acerca de qué es la evolución. F	2	2.7346 n.s.	5.991
6. La información contenida en el software permite alcanzar los objetivos planteados para el tema de evolución en el curso de Biología.	2	0.8334 n.s.	5.991
7. El uso del software facilita la realización de las actividades en clase de Biología para el tema de evolución.	3	5.5195 n.s.	7.815

Preguntas alumnos Biología IV	Grados de libertad	χ^2 observada	χ^2 0.05
8. La información contenida en el software facilita dar respuesta a preguntas o problemas respecto al tema de evolución.	2	1.2843 n.s.	5.991
9. La información presentada en el software es adecuada para resolver los trabajos de investigación sobre evolución.	3	4.8451 n.s.	7.815
10. El lenguaje empleado en el software favorece la comprensión del tema de evolución.	2	1.1822 n.s.	5.991
11. La información que presenta el software es correcta y actual.	3	2.2111 n.s.	7.815
12. Las imágenes del software facilitan la comprensión de la información tratada.	1	2.5022 n.s.	3.841
13. Las imágenes del software son acordes con el texto que se está leyendo en cada sección.	3	3.9055 n.s.	7.815
14. Las preguntas de los cuestionarios son claras y facilitan la evaluación del grado de avance en la comprensión de la temática de evolución.	4	3.2641 n.s.	9.488
15. Las respuestas en los cuestionarios contenidos en el software se pueden resolver con base en la información contenida en el mismo.	3	2.7346 n.s.	7.815
16. Los videos son adecuados al tema de evolución y permiten considerar otros puntos de vista.	2	2.8913 n.s.	5.991

Preguntas alumnos Biología IV	Grados de libertad	χ^2 observada	χ^2 0.05
17. Los videos contenidos en el software facilitaron la comprensión del tema de evolución.	2	1.5208 n.s.	5.991
18. Las actividades planteadas para cada tema del software facilitan la comprensión acerca del proceso evolutivo.	2	0.0646 n.s.	5.991
19. Las actividades planteadas para cada tema del software contienen preguntas que se pueden resolver con la información contenida en el mismo.	2	0.9614 n.s.	5.991
20. Las actividades planteadas para cada tema sirven como guía de estudio.	3	3.0465 n.s.	7.815
21. El uso del software facilitó la búsqueda de información respecto a la temática de evolución en otras fuentes.	3	0.9604 n.s.	7.815
22. El software es fácil de instalar y de usar.	3	3.0265 n.s.	7.815
23. El entorno gráfico del software es agradable y amigable.	2	0.3260 n.s.	5.991
24. El desplazamiento a través del software facilitó su uso y comprensión.	2	3.7511 n.s.	5.991
25. Los componentes del software tienen buena calidad y favorecen su uso.	3	4.0754 n.s.	7.815
26. Los videos son de buena calidad y acordes a la temática de evolución.	4	3.6718 n.s.	9.488

Preguntas alumnos Biología IV	Grados de libertad	χ^2 observada	χ^2 0.05
27. Los textos son legibles.	3	2.9303 n.s.	7.815
28. La extensión de los textos es adecuada.	3	1.9812 n.s.	7.815
29. Las imágenes son de buena calidad.	3	3.2425 n.s.	7.815
30. Recomendas el software para el aprendizaje del tema de evolución.	3	4.1132 n.s.	7.815

n.s. = no significativo * = diferencias significativas

En la asignatura de Biología IV se busca profundizar en el conocimiento acerca del fenómeno biológico, por lo que los contenidos conceptuales que se contemplan en el software educativo tienen esta misma finalidad. De acuerdo con los datos, al usar el recurso didáctico, los alumnos accedieron a información actualizada, con información relevante y con el nivel adecuado a su grado de avance en la asignatura. Según sus opiniones, con el uso del recurso pudieron resolver dudas y les facilitó la búsqueda de información para realizar sus actividades escolares, al contar en un mismo medio, con los conceptos y sus explicaciones acerca de los procesos y mecanismos evolutivos.

Con respecto a la pregunta 4, conforme a los datos observados, se encontró que existen diferencias significativas de opinión entre géneros, al considerar que los se puede concluir que el recurso didáctico cumple con la finalidad con la cual fue realizado: servir de apoyo a la comprensión del tema de evolución para la asignatura de Biología IV, al proporcionar los fundamentos conceptuales necesarios para la formación de los estudiantes de acuerdo a los propósitos de la asignatura, los resultados obtenidos en la evaluación respecto al tema de evolución, no se vieron favorecidos por el uso del software. Posiblemente se

requiere formular la pregunta en otro sentido, dado que los resultados permiten establecer que los alumnos no tenían claro lo que se les estaba cuestionando.

A partir de los datos analizados, se establece que en general, tanto hombres como mujeres opinan que el material contenido en el software representa un recurso didáctico que apoya la comprensión de los contenidos que contempla el programa indicativo de la asignatura de Biología IV.

Profesores que impartían las asignaturas de Biología II y IV

En el caso de los profesores que accedieron a utilizar y contestar el cuestionario, éstos estaban a cargo de las asignaturas de Biología II y IV. Las respuestas se compararon de acuerdo al género, con respecto a su actitud y a las afirmaciones que se les presentaron, de tal manera que estas se recabaron y se analizaron aplicándoles la prueba de χ^2 , la cual arrojó los siguientes datos por ítem:

Preguntas profesores.	Grados de libertad	χ^2 observada	χ^2 0.05
1. El software contiene la información necesaria para el tema de evolución de la asignatura de Biología II.	2	0.2208 n.s.	5.991
2. El software contiene la información necesaria para el tema de evolución de la asignatura de Biología IV.	2	1.8461 n.s.	5.991
3. La información contenida en el software es adecuada para el tema de evolución para la asignatura de Biología (II o IV).	2	1.8461 n.s.	5.991
4. El orden en los temas del software favorece la búsqueda de información y su comprensión para los alumnos.	3	5.5643 n.s.	7.815
5. Los resultados obtenidos en la evaluación de los alumnos, respecto al tema de evolución, se vieron favorecidos por el uso del software.	4	3.9265 n.s.	9.488
6. El software es un buen apoyo para resolver dudas acerca del tema de evolución para los alumnos.	2	3.9542 n.s.	5.991
7. La información contenida en el software favorece el logro de los aprendizajes planteados para el tema de evolución en el curso de Biología (II o IV).	2	4.1776 n.s.	5.991
8. El uso del software facilita la realización	2	4.4421 n.s.	5.991

Preguntas profesores.	Grados de libertad	χ^2 observada	χ^2 0.05
de las actividades en clase de Biología (II o IV), para el tema de evolución.			
9. La información contenida en el software facilita dar respuesta a preguntas o problemas respecto al tema de evolución.	2	1.3194 n.s.	5.991
10. La información presentada en el software es adecuada para resolver los trabajos de investigación planteados a los alumnos, sobre el tema de evolución.	3	5.3034 n.s.	7.815
11. El lenguaje empleado en el software favorece la comprensión del tema de evolución.	2	0.9166 n.s.	5.991
12. El lenguaje que presenta el software es adecuado al nivel cognitivo de los estudiantes (Biología II o IV).	2	0.7476 n.s.	5.991
13. La información que presenta el software es correcta y actual.	2	2.2734 n.s.	5.991
14. Las imágenes del software facilitan la comprensión de la información tratada.	2	0.2453 n.s.	5.991
15. Las imágenes del software son acordes con el texto que se está leyendo en cada sección.	3	1.8461 n.s.	7.815
16. Las preguntas de los cuestionarios son claras y facilitan la evaluación del grado de avance en la comprensión de la temática de evolución.	3	0.4907 n.s.	7.815
17. Los videos son adecuados al tema de evolución y permiten considerar otros puntos de vista.	3	2.9970 n.s.	7.815

Preguntas profesores.	Grados de libertad	χ^2 observada	χ^2 0.05
18. Los videos contenidos en el software facilitan la comprensión del tema de evolución.	3	4.1958 n.s.	7.815
19. Las actividades planteadas para cada tema del software facilitan la comprensión acerca del proceso evolutivo.	3	2.3353 n.s.	7.815
20. Las actividades planteadas para cada tema del software contienen preguntas que se pueden resolver con la información contenida en el mismo.	1	1.5105 n.s.	3.841
21. Las actividades planteadas para cada tema sirven como guía de estudio.	3	1.8461 n.s.	7.815
22. El uso del software facilitó la búsqueda de información respecto a la temática de evolución en otras fuentes.	3	8.4443 *	7.815
23. El software es fácil de instalar y de usar.	2	1.3762 n.s.	5.991
24. El entorno gráfico del software es agradable y amigable.	2	1.2581 n.s.	5.991
25. El desplazamiento a través del software facilitó su uso y comprensión.	1	0.0866 n.s.	3.841
26. Los componentes del software tienen buena calidad y favorecen su uso.	1	0.0353 n.s.	3.841
27. Los videos son de buena calidad y acordes a la temática de evolución.	2	1.3723 n.s.	5.991
28. Los textos son legibles.	1	1.1861 n.s.	3.841
29. La extensión de los textos es adecuada.	2	5.8070 n.s.	5.991
30. Recomiendas el software para el	1	0.0336 n.s.	3.841

Preguntas profesores.	Grados de libertad	χ^2 observada	χ^2 0.05
aprendizaje del tema de evolución.			

n.s. = no significativo * = diferencias significativas

La opinión de los profesores indica que están de acuerdo o muy de acuerdo en considerar que el software educativo es un recurso didáctico adecuado para el tema de evolución que se aborda en los programas indicativos de Biología II y IV en el Colegio de Ciencias y Humanidades. Se establece que los docentes piensan que los contenidos conceptuales son adecuados para ambas asignaturas, así como la información que busca explicar el proceso evolutivo. La presentación de los temas y la secuencia temática son acordes con lo establecido en los programas indicativos. También consideran pertinente para que los alumnos resuelvan dudas o realicen trabajos de investigación acerca de la temática tratada.

Desde el punto de vista de los profesores, el software favorece el logro de los aprendizajes planteados para el tema de evolución, al facilitar la realización de las actividades en clase, dar respuesta a las preguntas o problemas planteados o para la elaboración de trabajos de investigación, pues contiene información correcta, actualizada y con el enfoque que se presenta en los programas de ambas asignaturas. Así mismo, el lenguaje con el cual se explican los diversos contenidos conceptuales es adecuado al nivel de los estudiantes a los cuales va dirigido.

Con respecto a la pregunta 22, conforme a los datos observados, se encontró que existen diferencias significativas de opinión entre géneros, al considerar que el uso del software no facilitó la búsqueda de información respecto a la temática de evolución en otras fuentes. La percepción de los profesores puede estar mediada por la idea de que en el software se encuentra los elementos conceptuales

necesarios para que se dé respuesta a diversas dudas o se tenga la información suficiente para realizar una investigación referente a un tema en específico, referente al proceso evolutivo.

De acuerdo con los datos analizados, se puede establecer que en general, tanto profesores como profesoras opinan lo mismo acerca del software educativo, como un recurso didáctico adecuado para el abordaje del tema de evolución en los cursos de Biología II y IV.

Conclusiones

Se encuentra una concordancia entre las opiniones de profesores y alumnos de las asignaturas de Biología II y IV, respecto al uso del software educativo como un recurso didáctico para el tratamiento del tema de evolución.

Los resultados derivados de la evaluación del software educativo “Evolución. Origen de la Biodiversidad” y su análisis muestran que el programa de cómputo, de acuerdo a la percepción de los encuestados, tanto alumnos como docentes, presenta una coherencia interna, producto de un desarrollo metódico, lo que posibilita las conexiones lógicas de conceptos y modelos asociados a los elementos contenidos. De acuerdo con el análisis de datos, los componentes cumplen con los requerimientos que se establecen para un software de calidad para el nivel cognitivo de los estudiantes a los cuales va dirigido.

Con respecto a los docentes, éstos consideran, de acuerdo a sus respuestas, que el recurso didáctico puede promover el aprendizaje de los estudiantes respecto al tema de evolución, en Biología II y IV, pues aborda los contenidos conceptuales que se contemplan en los programas indicativos que se siguen en el Colegio de Ciencias y Humanidades. La información, las imágenes asociadas a ésta, así como los videos y las actividades, son congruentes con los objetivos planteados en el recurso, por lo que cumple con los parámetros de valoración que permiten considerarlo un apoyo adecuado para promover los aprendizajes que se establecen en las unidades temáticas en las cuales se aborda la Teoría de la Evolución por variación y selección natural.

Los estudiantes consideran que el recurso didáctico es pertinente y que fue un apoyo en el logro de las diversas actividades planteadas por los docentes en el curso, así como en la solución de dudas y en la realización de trabajos que se les encomendaron, como parte del desarrollo del tema. Se puede establecer que el recurso didáctico cumple con la finalidad con la cual fue realizado, al servir de apoyo a la comprensión del tema de evolución para cada asignatura al proporcionar los fundamentos conceptuales necesarios para la formación de los estudiantes.

Entre los aportes que propone este estudio están los siguientes:

- En general, se establece que la calidad y pertinencia del software educativo “Evolución. Origen de la Biodiversidad”, es un recurso didáctico acorde con los objetivos y propósitos de los programas de Biología II y IV, que se emplean en el Colegio de Ciencias y Humanidades, con la calidad y pertinencia necesarios para promover su empleo por parte de docentes y

alumnos, los cuales se pueden ver beneficiados en sus actividades y requerimientos con respecto a la Teoría de la Evolución por variación y selección natural.

- Las opiniones de alumnos acerca de la calidad y pertinencia de este recurso didáctico son positivas, debido a que la percepción de su utilidad y aplicabilidad así lo demostró a través de las encuestas realizadas.
- La opinión de los profesores encuestados permite establecer que el software educativo es un recurso didáctico que posibilita el aprendizaje de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural. Aunque no se evaluó el grado de avance en el aprendizaje alcanzado por los estudiantes que emplearon el software, es posible establecer lo anterior con base en las encuestas realizadas.
- Se presenta un estudio crítico del estado de desarrollo de los programas de software educativo de modo diacrónico, así como de diferentes teorías y tendencias educativas, desde su aparición hasta la actualidad.
- La situación actual se vuelve compleja, debido a la proliferación de software educativo que no atiende las necesidades de los centros educativos, los cuales tienen programas educativos acordes a un determinado modelo de enseñanza y de aprendizaje.
- La evaluación del software educativo se vuelve una herramienta que busca homogeneizar criterios acerca de la calidad y pertinencia de estos recursos didácticos para la enseñanza y el aprendizaje de conceptos y modelos establecidos en los programas indicativos de las asignaturas a las que van enfocados.
- El estudio sirve como referente para futuros trabajos que pretendan evaluar software educativo, así como un aporte a la comprensión de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural, como integrante fundamental para el conocimiento del fenómeno biológico.
- En otro momento se puede evaluar la trascendencia de este recurso didáctico, con la intención de promover su uso en diferentes sistemas educativos.
- Por último, se puede ver la aplicación del software educativo como una nueva herramienta de alfabetización cultural, cuya importancia es relevante respecto al avance de las TIC's en la educación.

El software educativo es uno de los recursos didácticos que mayor auge cobra a cada día. Como recurso, su éxito se basa en la organización y estructuración de los contenidos que presenta. Las relaciones entre los elementos que constituyen el programa de cómputo marcan su utilidad y versatilidad, por lo que el análisis de estos es importante para evaluar su calidad y pertinencia.

Con base en el trabajo de tesis realizado, se establece que el software educativo tiene todas las características requeridas para ser considerado como un recurso didáctico para el aprendizaje de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural. Sus componentes conceptuales, de diseño y navegación, lo hacen un apoyo para que los alumnos cuenten con un recurso que les facilite el acceso, a los elementos conceptuales y de comprensión que posibilite su aprendizaje y aplicación, dependiendo de las actividades que se les encomiende realizar.

Considero que en un estudio posterior se puede analizar el aprendizaje alcanzado por los alumnos con base en el uso del recurso didáctico, así como en la utilidad de éste como apoyo en la impartición de la temática por parte de los docentes. El avance en la presente tesis puede ser de utilidad para futuros trabajos relacionados con la pertinencia y trascendencia de los recursos didácticos de tipo informático en el Colegio de Ciencias y Humanidades.

También se puede promover el uso del recurso en los distintos planteles con los que cuenta el Colegio de Ciencias y Humanidades, para que se socialice su uso y se tengan recursos didácticos que proponen nuevas formas de acceder al conocimiento.

Bibliografía.

Acuña, L. A. 1998 La computadora, la multimedia y la educación. En: Esteinou, M. J. 1998 Espacios de comunicación 3 (Serie). Universidad Iberoamericana. México. Págs. 121-129.

Alvargonzález, D. 1996 El darwinismo visto desde el materialismo filosófico. El Basilisco. No. 20. 1996. Págs. 3-46. [En línea] Fecha de consulta: 26 de septiembre de 2009. Disponible en: <http://www.filosofia.org/rev/bas/bas22001.htm>

Arnold, M. L. and Martin, N. H. 2009 Adaptation by introgression. Journal of Biology. 8:82.

Ayala, F. J. 2006. Evolución y diseño inteligente. [En línea] Fecha de consulta: 10-01-09. Disponible en:
<http://educarm.es/templates/portal/images/ficheros/etapasEducativas/secundaria/10/secciones/379/contenidos/5461/ayala1.pdf>

Babbie, E. 2000 Fundamentos de la Investigación Social. Thomson Editores. México. Págs.132-143.

Bartolomé, A. R. 2004 Nuevas tecnologías en el aula. 5ª. Ed. Editorial Graó. España. Pág. 88.

Baudouin, J. y Cruz, J. C. 1991 Karl Popper. 2ª. ed. Publicaciones Cruz. México. Págs. 40-46.

Best, J. W. 1981 Cómo investigar en educación. 7ª. ed. Ediciones Morata. España. Págs. 146-150, 277-281.

Bonsiepe, G. 1999 Del objeto a la interfase. Mutaciones del diseño. Ediciones Infinito. Argentina. Págs. 41-44.

Bowler, P. 2006 Biogeografía y darwinismo social. Ciencias. Núm. 84. 4-13.

Bruner, J. Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva. Alianza

Editorial. España. 1990.

Bruner, J. S. 2004. Desarrollo cognitivo y educación. 5ª. Ed. (reimpresión). Ed. Morata. España. Pág. 28-39, 44-48.

Buera-Casal, G. y Sierra, J. C. 1997 Manual de evaluación psicológica: fundamentos, técnicas y aplicaciones. 1ª ed. Siglo XXI. España. Págs. 891-892.

Caballo, V. E. 2008 Manual de técnicas de terapia y modificación de conducta. 2ª ed. Siglo XXI. España. Págs. 321-322.

Cacheiro, M. L. 1997 El interface de navegación. Diseño pedagógico. En: Gallego, D. J. y Alonso C. M. 1997 Multimedia. Universidad Nacional de Educación a Distancia. España.

Carrasco, J. B. y Basterretche, B. J. 2004 Técnicas y recursos para motivar a los alumnos. 6ª ed. Ediciones RIALP. España. Págs. 38-39.

Cataldi, Z. 2000 Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de software educativo. Tesis de Magister en Informática. Facultad de Informática. UNLP. [En línea]. Fecha de consulta: 12-09-09. Disponible en: <http://cux.uaemex.mx/cux/inv/Investigacion/OtrosTrabajos/CA/DesarrolloSoftwareEducativo.pdf>

CCH. 2009 Historia del CCH. Colegio de Ciencias y Humanidades. UNAM. [En línea]. Fecha de consulta: 17-12-09. Disponible e: <http://www.cch.unam.mx/antecedentes.php>

Chumpitaz, C. L., et al. 2005 Informática aplicada a los procesos de enseñanza-aprendizaje. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú. Págs. 29-30.

Contreras, D. C. E. y Flores, M. B. 2005 Problemas de métodos de investigación en ingeniería de software. Área de observación y desarrollo de software educativo. En: Cavero, B. J. M., Vera S. B. y Marcos, M. E. (editores). 2005 Aspectos filosóficos, psicológicos y metodológicos de la informática. Ciencias

experimentales y tecnológicas. Universidad Rey Juan Carlos. Ed. Dykinson. España. Pág. 79-95.

Cuadrado, G. I. 2008 Psicología de la instrucción. Éditions Publibook. Francia. Págs. 214-216.

De la Mora, L. J. G. 2003 Psicología del aprendizaje. Editorial Progreso. México. Págs. 110-119.

Díaz, G. V., Alvarez P. J., Díaz, S. R. y Corona, S. G. 2008 Software educativo "Evolución. Origen de la Biodiversidad". CCH Naucalpan. UNAM.

Didact, S. L. 2005 Manual de programación lenguaje C++. Editorial MAD. España. Págs. 11-12.

Dupré, J. 2006 El legado de Darwin: qué significa la evolución hoy. Katz Editores. Argentina. Págs. 49-51.

Eldredge, N. y Gould, S. J. 1972 Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism. En: Schopf, Th. J. M. (Ed.) *Models in paleobiology*. Freeman Cooper and Co. USA. Págs. 82-115.

Fernández, A. R. R. y Delavaut, R. M. E. 2008 Educación y tecnología: un binomio excepcional. Grupo Editor K. Argentina. Págs. 105-114.

Fernández, P. M. 2004 Las tareas de la profesión de enseñar. 2ª. Ed. Siglo XXI. España. Págs. 184-185.

Ferrés, J. y Marqués, G. 1996 Comunicación educativa y nuevas tecnologías. Cisspraxis. España.

Frabboni, F. y F. Pinto M. 2006 Introducción a la pedagogía general. Siglo XXI. México. Pág. 176-177.

Garber, R. L., Kuroiwa, A. y Gehring, W. J. 1983 Genomic and cDNA clones of the homeotic locus Antennapedia in *Drosophila*. *EMBO J.* 2(11). 2027-36.

García, A. Semblanza de la Historia del Colegio de Ciencias y Humanidades. Gaceta CCH. 11 de Agosto de 2008. Año XXXI. Número 1171. pág. 3.

García, A. R. 2008 Las huellas de la evolución (una historia en el límite del caos). Publicaciones Digitales. España. Págs. 11-17, 103-107.

García, R. E., González, D. J., Pérez, C. M., García, P. S. J. B. y Valdés, P. V. G. 2002. ¿Existe una situación de crisis del software educativo? VI Congreso Iberoamericano de Informática Educativa. Vigo, España. 1-6. [En línea] Fecha de consulta: 01-03-2010. Disponible en:

<http://ism.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt2003729185619paper-144.pdf>

Gersenowies, R. J. R. Los orígenes de la vida y de las células. Una hipótesis de las transiciones evolutivas desde la geoquímica abiótica a los procariontes quimioautótrofos, y de los procariontes a las células nucleadas (en prensa). FES Iztacala. UNAM. 2009.

Gimeno, S. J. y Pérez, G. A. 1992 Comprender y transformar la enseñanza. Morata. España. Págs. 143-144.

Gómez de Silva, G. A. y Ania, B. I. J. 2008 Introducción a la computación. 1ª. Ed. CENGAGE Learning Editores. México. Págs. 23-24.

González, G. L. y Meinardi, E. 2005 Estudio de las concepciones acerca de la Teoría de la Evolución por variación y selección natural en estudiantes, profesores y licenciados en Biología. Tercer Encuentro de investigadores en Didáctica de la Biología. [En línea] Fecha de consulta: 19-02-09. Disponible en: http://www.adbia.com.ar/encuentros_inv.htm

Gould, S. J. 1977 Ontogeny and Phylogeny. The Belknap Press. Harvard University. USA. Págs. 109-114.

Hernández, S. R., Fernández, C. C. y Baptista, L. P. 1991 Metodología de la investigación. 1ª. ed. McGraw-Hill. México. Págs. 263-279.

Huerta-Josep, S. A. y Rodríguez-Ferran, A. 2001 Métodos numéricos:

introducción, aplicaciones y programación. 1ª. Ed. Ediciones UPC. España. Pág. 17.

Impagliazzo, J. y Lee, J. A. N. 2004 History of computing in education: IFIP 18th World Congress. Kluwer Academic Press. USA. Page 70- 72.

Instituto Superior de Formación del Profesorado. 2005 Aplicaciones educativas de las tecnologías de la información y la comunicación. Ministerio de Educación y Ciencia. España. Págs. 84-86.

Kauffman, S. 2003 Investigaciones. Tusquets Editores. España. Págs. 49-80.

Knoll, A. H. 2004 La vida en un joven planeta. Editorial Crítica. España. Págs. 148-163.

Koutchouk, M. 1986 Cobol: construcción lógica de programas. Editores Técnicos Asociados. España. Pág. 5.

Lamarca, L. M. 2009 Hipertexto, el nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen. Tesis doctoral. Universidad Complutense. España. [En línea] Fecha de consulta: 16-03-10. Disponible en:

<http://www.hipertexto.info/documentos/interfaz.htm>

Laurel, B. 1997 Interface agents: metaphors with character. In Friedman, B. 1997 Human values and the design of computer technology. CSLI Publications. USA. Pág. 207-220.

Lepper, M. R. y Malone, T. W. 1987 Intrinsic Motivation and instructional effectiveness in computer-based education. In Snow, R. E. and Farr, M. J. 1987 Aptitude, learning and instruction. Volume 3: Cognitive and affective process analysis. Lawrence Erlbaum Associates. USA. Pág. 255-272.

Lorenz, K. 2005 Sobre la agresión: el pretendido mal. 8ª ed. Siglo XXI Editores. España. Págs. 263-267.

Lwoff, A. 1998 El orden biológico. 10ª ed. Siglo XXI. España. Pág. 9-13.

Martí, E. 1992 Aprender con ordenadores en la escuela. Editorial Horsori. España. Pág. 85-110.

Maturana, H. R. y Varela, F. J. 1980 Autopoiesis and cognition: the realization of the living. Kluwer Academic Publishers. Holland. Pág. 5-14.

Mayr, E. 2006 Por qué es única la Biología. Katz Editores. Argentina. Pág. 27-57, 63-66.

Modelo Educativo. Colegio de Ciencias y Humanidades. UNAM. [En línea]. Fecha de consulta: 14-12-09. Disponible en: <http://132.248.122.67/principal/modelo>

Muchinsky, P. M. 2002 Psicología aplicada al trabajo: una introducción a la psicología organizacional. 6ª ed. Thomson Editores. México. Pág. 182.

Nielsen, J, 1995 Multimedia and hypertext. The internet and beyond. Academic Press. USA. Pág. 1-17, 101-113.

Nieto, B. C. 1996 Lecturas de historia de la filosofía. 5ª ed. Universidad de Cantabria. España. Pág. 16-17.

OCDE. 2003 Los desafíos de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. España. Pág. 103-112.

Orientación y Sentido de las Áreas del Plan de Estudios Actualizado. CCH. UNAM. 2006.

Paz, R. V., Martínez, H. M. L. y Rosas, M. P. 2001 La enseñanza de la evolución biológica. Xictli. Núm. 41. [En línea]. Fecha de consulta: 11-01-09. Disponible en: <http://www.unidad094.upn.mx/revista/xictli.htm>

Plan de Estudios Actualizado. CCH. UNAM. 1996.

Pozo, J. I. 2006 Teorías cognitivas del aprendizaje. 9ª ed. Morata. Madrid. Pág. 57-58.

- Programas de Estudio de Biología I a IV. CCH. UNAM. 2004.
- Rangel, F. A. L. 2002 La teoría tras la producción de software educativo y otras reflexiones. Fondo Editorial de Publicaciones. Universidad Central de Venezuela. Pág. 58.
- Reyes, C. M. 2002 El error en el aprendizaje de lenguas. Universidad de Quintana Roo. México. Págs. 50-52.
- Reza, T. J. C. 2000 El ABC del instructor. 2ª ed. Panorama Editores. México. Pág. 91.
- Rinaudo, M. C., Chiecher, A. y Donolo, D. 2003 Motivación y uso de estrategias en estudiantes universitarios. Su evaluación a partir del *Motivated Strategies Learning Questionnaire*. Anales de Psicología. Vol. 19, nº 1 (junio), 107-119.
- Rojas, E. 1996 La conquista de la voluntad. 10ª. edición. Ediciones Temas de Hoy. España. Págs. 9-17.
- Rosales, L. C. 1997 Criterios para una evaluación formativa. Ed. Narcea. España. Págs. 50-51.
- Sampedro, J. 2007 Deconstruyendo a Darwin. Drakontos. Editorial Crítica. España. Págs. 15-29.
- Sánchez, A. C., Ramírez, H. y Rincón, A. Los nueve eventos de instrucción de Robert Gagné. Facultad de Humanidades y Educación. Universidad de los Andes. 2008. [En línea]. Fecha de consulta: 17-09-09. Disponible en: http://instruccioneseducativas.hernanramirez.info/wp-content/uploads/2008/05/manual_gagne.pdf
- Sanz, S. 2007 El reto de enseñar evolución: uso de ejemplos cercanos al alumnado. Evolución. SESBE. Vol. 2(2). 69-73.
- Scott, M. P., Weiner, A. J., Hazelrigg, T. I., Polisky, B. A., Pirrotta, V., Scalenghe, F. y Kaufman, T. C. 198. The molecular organization of the Antennapedia locus of

Drosophila. Cell. Dec; 35 (3 Pt 2). 763-76.

Serrano, G. R. y Poleo, G. 2006 Desarrollo autoinstruccional multimedia, para el uso del programa Micromundos en laboratorios de computación. Revista de Investigación. No. 58. Págs. 103-122. [En línea]. Fecha de consulta: 31 de agosto de 2009. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2051102>

Shaffer, D. R. 2000 Psicología del desarrollo: infancia y adolescencia. 5ª ed. Thomson Editores. México. Págs. 52-71.

Squires, D. y McDougall, A. Cómo elegir y utilizar software educativo. 2ª ed. Morata. España. 2001.

Stix, G. 2009 Darwin's living legacy. Scintific American. Vol. 300. Num. 1. 24.

Tapia, A. Argumentando en las páginas web. Encuadre. Revista de Enseñanza del Diseño Gráfico 2.3 (2003): 10-14. [En línea] Fecha de consulta: 16-03-10. Disponible en: <http://www.ensayistas.org/critica/teoria/hipertexto/tapia/>

Tello, D. I. 2009 Formación a través de internet. Evaluación de calidad. Editorial UOC. España. 251 págs.

Tirado, S. F. y López, T. A. 1994 Evaluación de la enseñanza de la Biología. ANUIES. Revista de la Educación Superior. VOL. XXIII(1), NÚMERO 89. [En línea] Fecha de consulta: 11-01-09. Disponible en: http://www.anuies.mx/servicios/p_anuies/index2.php?clave=publicaciones/revsup/

Torres, V. G. A. 1995 La Universidad en sus publicaciones. Historia y Perspectivas. UNAM. México. Págs. 80-81.

Valente, J. A., Tavares-Silva, T. y Zahed-Coelho, S. 2008 La comunidad de aprendizaje como medio de capacitación de funcionarios del estado y para la identificación de talentos. En: Rodríguez, I. J. L. (Coord.) 2008. Comunidades virtuales de práctica y de aprendizaje. Publicaciones y ediciones de la Universitat de Barcelona. España. Págs. 97-124.

Weitzenfeld, A. 2004 Ingeniería de software orientada a objetos con UML, JAVA e Internet. Thomson. México. Págs. 29-32.

Wilson, E. O. 2006 Nature revealed: selected writings. 1949-2006. The Johns Hopkins University Press. USA. Págs. 136-165.

Woolfolk, A. E. 2006 Psicología educativa. 9ª. Ed. Pearson. México. Pág. 327.

Zangara, A. 1998 Seminario de sistemas multimediales aplicados a la educación. UTN.

Anexo 1.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA.

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR.

BIOLOGÍA.

CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DEL SOFTWARE EDUCATIVO “EVOLUCIÓN. ORIGEN DE LA BIODIVERSIDAD”.

Semestre lectivo 2009-2.

Estimado (a) alumno (a): este cuestionario tiene el propósito de conocer tu opinión acerca de aspectos relevantes relacionados con el software educativo “Evolución. Origen de la Biodiversidad”, a partir del cual se propondrán alternativas que ayuden a mejorar el aprendizaje del tema de evolución y para conocer qué tan eficiente ha sido su uso. Contesta con sinceridad. El cuestionario es anónimo y se garantiza la confidencialidad de tus respuestas. **Muchas gracias por tu participación.**

CONTESTA LO SIGUIENTE:

Asignatura: Biología II Biología IV

Turno: Matutino Vespertino

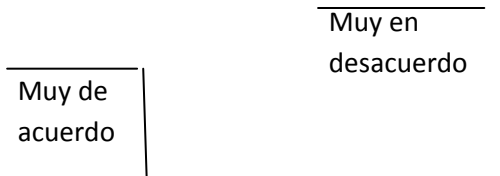
Sexo: Masculino Femenino

INSTRUCCIONES DE LLENADO

Lee cuidadosamente cada enunciado y selecciona una opción de respuesta de acuerdo con la ESCALA DE VALORACION. Marca con **una x** el recuadro que corresponda a tu respuesta, toma en cuenta que el 1 corresponde al valor más alto o positivo y el 5 al valor más bajo o negativo. Marca 0 cuando no sepas o no puedas contestar. Sólo selecciona una opción por cada enunciado. A continuación se presenta la ESCALA DE VALORACIÓN con el significado de cada una de los números.

Escala de valoración

- 1. Muy de acuerdo
- 2. De acuerdo
- 3. Sin opinión
- 4. En desacuerdo
- 5. Muy en desacuerdo
- 0. No sé o no puedo contestar



	1	2	3	4	5	0
El software contiene la información necesaria para el tema de evolución que se trató en la clase de Biología.						
La información contenida en el software es adecuada para el tema de evolución.						
El orden en los temas del software favoreció la búsqueda de información y su comprensión.						
Los resultados obtenidos en tu evaluación respecto al tema de evolución se vieron favorecidos por el uso del software.						
Con el uso del software se aclaran muchas dudas acerca de qué es la evolución.						
La información contenida en el software permite alcanzar los objetivos planteados para el tema de evolución en el curso de Biología.						
El uso del software facilita la realización de las actividades en clase de Biología para el tema de evolución.						
La información contenida en el software facilita dar respuesta a preguntas o problemas respecto al tema de evolución.						
La información presentada en el software es adecuada para resolver los trabajos de investigación sobre evolución.						
El lenguaje empleado en el software favorece la comprensión del tema de evolución.						
La información que presenta el software es correcta y actual.						

Muy en
desacuerdo

Muy de
acuerdo

	1	2	3	4	5	0
Las imágenes del software facilitan la comprensión de la información tratada.						
Las imágenes del software son acordes con el texto que se está leyendo en cada sección.						
Las preguntas de los cuestionarios son claras y facilitan la evaluación del grado de avance en la comprensión de la temática de evolución.						
Las respuestas en los cuestionarios contenidos en el software se pueden resolver con base en la información contenida en el mismo.						
Los videos son adecuados al tema de evolución y permiten considerar otros puntos de vista.						
Los videos contenidos en el software facilitaron la comprensión del tema de evolución.						
Las actividades planteadas para cada tema del software facilitan la comprensión acerca del proceso evolutivo.						
Las actividades planteadas para cada tema del software contienen preguntas que se pueden resolver con la información contenida en el mismo.						
Las actividades planteadas para cada tema sirven como guía de estudio.						
El uso del software facilitó la búsqueda de información respecto a la temática de evolución en otras fuentes.						
El software es fácil de instalar y de usar.						
El entorno gráfico del software es agradable y amigable.						
El desplazamiento a través del software facilitó su uso y comprensión.						
Los componentes del software tienen buena calidad y favorecen su uso.						

	Muy de acuerdo				Muy en desacuerdo		
	1	2	3	4	5		0
Los videos son de buena calidad y acordes a la temática de evolución.							
Los textos son legibles.							
La extensión de los textos es adecuada.							
Las imágenes son de buena calidad.							
Recomiendas el software para el aprendizaje del tema de evolución.							

Muchas gracias por tu participación

