



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

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

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**Estrategia multimedia para el reforzamiento de los
conceptos de totipotencialidad y diferenciación
en el desarrollo embrionario**

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. Mario Baca Rueda

Tutor: Dr. Jorge Ricardo Gersenowies Rodríguez

AGOSTO, 2016

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Índice

Introducción	Pág. 1
Descripción del plan de estudios	Pág. 6
Antecedentes	Pág. 7
Planteamiento del problema	Pág. 19
Justificación	Pág. 20
Objetivos	Pág. 21
Hipótesis	Pág. 22
Método	Pág. 23
Resultados y análisis	Pág. 34
Conclusiones	Pág. 44
Anexos	Pág. 46
Bibliografía	Pág. 58

Este trabajo está dedicado a la persona que me ha enseñado en muy poco tiempo, mucho más de lo que yo he podido enseñar a lo largo de toda mi carrera como docente, por quien la vida ha cobrado un nuevo significado, a quien me ha mostrado que las palabras enseñar y aprender son mucho más amplias y más profundas de lo que parecen.

Con todo mi amor a mi hijo

Jorge Alberto Baca Romero

Agradecimientos

A mis padres, por darme la vida y enseñarme a transitar por ella con trabajo y honradez:

A mi madre, Socorro Rueda, por seguir a mi lado, por ser mi guía y mostrarme cada día su valentía, su serenidad y su amor por todo lo que le rodea.

A mi padre, Heriberto Baca, que desde el cielo me cuida y me manda su amor; además por enseñarme el significado del trabajo y la responsabilidad.

A Pamela, por ser mi compañera de ruta, por compartir sus sueños y apoyar los míos, por aguantarme, por reír conmigo y a veces reírse de mí, por entenderme y alentarme, por ser mi cómplice, por esas interminables pláticas y paseos, por hacer el camino más ameno y por darme una familia.

A mis nueve hermanos (Todos), por seguir en contacto y seguir formando una enorme familia, por los recuerdos de la infancia, por el hoy y por el mañana, simplemente porque los Baca somos la onda.

A mis sobrinos y cuñados por ser parte de este viaje y por hacer bulto en las reuniones.

A la tía Yolanda por ser una suegra ejemplar, por cuidar y ver siempre por Pam y Jorge.

A mi director de Tesis Dr. Jorge Gersenowies, por su apoyo durante todo el proceso de realización de este trabajo, por su tiempo y su oportuna orientación.

A todo mi comité tutorial por su tiempo y sus valiosas sugerencias.

A todos los alumnos que han formado parte de mi historial docente, de quienes he aprendido a amar mi profesión.

1.- Introducción

Desde diferentes perspectivas, se le han asignado al docente diversos papeles como el de: transmisor de conocimientos, animador, supervisor o guía del proceso de aprendizaje, e incluso de investigador educativo. El maestro no puede reducirse solo a transmitir información, sino tiene que mediar entre sus alumnos y el conocimiento, guiando y orientando la actividad constructiva de sus discípulos. Independientemente del rol que se le asigne a un profesor, es requisito indispensable el dominio disciplinario. De esta manera el aprendizaje se convierte en un proceso de construcción del conocimiento, mientras que la enseñanza es un proceso intencional de intervención que facilita el aprendizaje. Existe pues un papel activo del alumno en la construcción de mecanismos de comprensión que otorgan un sentido muy particular a la información percibida (González, 2001). Por ello, es necesario proponer estrategias educativas que involucren tanto a los docentes como a los estudiantes en un contexto dinámico y participativo, como se pretende en el presente trabajo.

De esta manera, particularmente en el área de ciencias, un maestro debe retomar las ideas previas sobre un concepto y a partir de ellas presentar una explicación aceptada sobre dicho concepto con algún experimento y guiar a los alumnos a elaborar los principios básicos surgidos de ellos. Si se pide a los estudiantes elaborar un modelo del fenómeno natural a través de sus propios recursos, como por ejemplo un esquema, explicación verbal, procedimiento escrito (resumen o ensayo), descripción, etc., estarán construyendo las relaciones entre las partes de su modelo. Lo importante es que ellos, desde lo que conocen, verbalicen o escriban cómo ocurren los hechos y qué podría suceder si se alteraran las condiciones 'normales'. Con esto se les conduce a elaborar inferencias e hipótesis, que son muy necesarias para la formación de una actitud reflexiva propia de las ciencias (González, 2001).

En este mismo contexto, el dominio de cualquier disciplina se puede evaluar desde varias perspectivas, partiendo de la institución, docentes y alumnos. La evaluación incluye una variedad de técnicas, entendiendo éstas como; "cualquier instrumento, situación, recurso o procedimiento que se utilice para obtener información sobre la marcha del proceso" (López e Hinojosa, 2000). Entre las que se pueden mencionar:

- Institucional. Las distintas instituciones educativas tienen el compromiso social de formar a los profesionistas del futuro, por lo que poseen la obligación de mantener a sus docentes actualizados y comprobar que tengan las habilidades y conocimientos adecuados para impartir sus materias.
- Docentes. Los docentes deben de ser conscientes que el área de conocimiento en la que se desempeñan no es estática, por lo que tienen que mantenerse actualizados y proporcionar información vigente a sus estudiantes, lo cual forma parte de su trabajo docente.
- Alumnado. Los alumnos deben exigir puntualidad, respeto, evaluación justa y que la información que se les proporciona sea vigente, para que su participación en el proceso de enseñanza-aprendizaje se vea reforzada. También debe asumir sus obligaciones como estudiante y cumplir con todos sus deberes escolares (López e Hinojosa, 2000).

Con relación a lo anterior, el trabajo aquí presentado trata de abarcar estos aspectos pues se involucra a la institución, al docente y a los alumnos mediante una estrategia educativa integradora que se detallará en el capítulo 8.

Ahora bien, considerando únicamente el punto concerniente a la valoración conceptual del docente, se requiere de un trabajo de reflexión, que sea la base para que los profesores se den cuenta de sus carencias y se comprometan al cambio, sin embargo, no es una tarea sencilla, se requiere de un trabajo continuo, pudiéndose lograr teniendo en la mente la frase “todo se puede mejorar” (Saint-Onge, 2000). Por tal motivo, dentro del material didáctico presentado a los alumnos, se debe contemplar un apartado de sugerencias de los alumnos para que estos opinen y enriquezcan el trabajo.

Por otra parte, el enfoque educativo que se maneja en el lugar sede para la realización del presente trabajo es el constructivista (Colegio Inglés Michael Faraday), cuya concepción del aprendizaje escolar se sustenta en la idea que la finalidad de la educación impartida es promover los procesos de crecimiento personal del alumno en el marco cultural del grupo al que pertenece. Uno de los enfoques constructivistas es "Enseñar a pensar y actuar sobre contenidos significativos y contextuales" (Zubiría y Doris, 2004).

Aunado a esto, se puede mencionar que el aprendizaje ocurre solo si se satisfacen una serie de condiciones: que el alumno sea capaz de relacionar de manera no arbitraria y sustancial la nueva información con los conocimientos y experiencias previas, que tenga la disposición de aprender significativamente, y que los materiales y contenidos de aprendizaje tengan significado potencial o lógico (Coll, 1990).

De esta forma, la nueva información presentada por el docente debe relacionarse de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno ya sabe, depende también de la disposición (motivación y actitud) de éste por aprender (Díaz Barriga y Hernández 1998).

Considerando lo anterior, en el presente trabajo se pretende la elaboración y utilización de materiales y recursos didácticos que permitan facilitar el entendimiento de los temas por parte de los alumnos, para que éstos logren aprendizajes significativos.

Para poder realizar una propuesta didáctica favorable, se deben considerar, en primer lugar, la etapa de desarrollo de los alumnos, sus circunstancias emocionales y el contexto sociocultural en que viven, incluidos los medios audiovisuales, en gran parte la forma de percibir el mundo es un aprendizaje cultural; así el manejo del espacio, tiempo y todo aquello que se toma del ambiente es percibido y seleccionado sobre la base de cómo se ha educado. Partiendo sobre la base que el conocimiento se construye desde una perspectiva individual y social, los papeles de los actores en el aula son redimensionados: por un lado el estudiante se convierte en un constructor de conocimientos a partir de sus ideas previas, que se adquieren en el contexto social en el que se desarrolla. Por otra parte, el maestro se convierte en un facilitador, un mediador que proporciona ayuda pedagógica para que el estudiante pueda llegar al conocimiento por sí mismo (Juárez, 2006).

Así mismo, un aspecto importante a considerar dentro del desarrollo del presente trabajo, es la motivación, ya que el material diseñado debe considerar que un alumno debe estar motivado al realizar una actividad para alcanzar el aprendizaje significativo. La motivación es lo que induce a una persona a llevar a la práctica una acción, es decir estimula la voluntad de aprender. Aquí el papel del docente es inducir en sus alumnos el aprendizaje y conductas para aplicarlos de manera voluntaria dentro del trabajo en el aula. La motivación escolar no es una técnica o método de enseñanza particular, sino un factor cognitivo presente en todo acto de aprendizaje. La motivación condiciona la forma de pensar y con ello el tipo de aprendizaje resultante (Erickson, 2002).

Existen además, factores que determinan la motivación en el aula, estos por lo regular se dan a través de las interacciones entre el profesor y sus alumnos y entre los alumnos, también la motivación influye en las rutas que establece, perspectivas asumidas, expectativa de logro, atribuciones que llevan a su propio éxito o fracaso. Donde es de gran relevancia la actuación (mensajes que transmite y la manera de organizarse) del profesor (Díaz Barriga e Inclán, 1999).

En este sentido, para que un material didáctico resulte eficaz en el logro de los aprendizajes, no basta que sea un "buen material", ni tampoco de última tecnología. Cuando seleccionamos recursos educativos para utilizar en nuestra labor docente, además de su calidad objetiva hemos de considerar en qué medida sus características específicas (contenidos, actividades, tutorización) están en consonancia con determinados aspectos curriculares de nuestro contexto educativo. Dichos aspectos, entre otros, según Gimeno y Pérez (2005) son:

- Los objetivos educativos que se pretenden lograr.
- Los contenidos que se van a tratar utilizando el material, que deben estar en sintonía con los contenidos de la asignatura que se trabaja con los alumnos.
- Las características de los estudiantes que los utilizarán: capacidades, estilos cognitivos, intereses, conocimientos previos, experiencia y habilidades requeridas para el uso de estos materiales.
- Las características del contexto (físico, curricular) en el que se desarrolla la docencia y donde se piensa emplear el material didáctico que estamos seleccionando. Tal vez un contexto muy desfavorable puede aconsejar no utilizar un material, por bueno que éste sea; por ejemplo si se trata de un programa multimedia y hay pocos equipos de cómputo o el mantenimiento del aula informática es deficiente.
- Las estrategias didácticas que se puede diseñar, considerando la utilización del material. Estas estrategias contemplan: la secuenciación de los contenidos, el conjunto de actividades que se pueden proponer a los estudiantes, la metodología asociada a cada una, los recursos educativos que se pueden emplear, etc. (Gimeno y Pérez, 2005).

El diseño del material didáctico para el presente trabajo está basado principalmente, en los cinco aspectos mencionados anteriormente, para asegurar que tanto los contenidos como la secuencia didáctica se ajusten a un proceso de enseñanza – aprendizaje significativo y efectivo que resulte atractivo tanto a los alumnos como a los docentes.

Así, la selección de los materiales a utilizar con los estudiantes siempre debe realizarse de manera contextualizada en el marco del diseño de una intervención educativa concreta, considerando todos estos aspectos y teniendo en cuenta los elementos curriculares particulares que inciden. La cuidadosa revisión de las posibles formas de utilización del material permitirá diseñar actividades de aprendizaje y metodologías didácticas eficientes que aseguren la eficacia en el logro de los aprendizajes. Cada medio didáctico, según sus elementos estructurales, ofrece unas prestaciones concretas y abre determinadas posibilidades de utilización en el marco de unas actividades de aprendizajes que, en función del contexto, le pueden permitir ofrecer ventajas significativas frente al uso de otros medios alternativos. Para poder determinar ventajas de un medio sobre otro, siempre se debe considerar el contexto de aplicación, ya que, por ejemplo, un material multimedia hipertextual no es per se mejor que un libro convencional (Días Barriga, 2000).

Los materiales didácticos pueden ser extraordinariamente útiles para favorecer cualquier tipo de aprendizaje; sin embargo, no son suficientes por si solos, ya que quienes confieren la utilidad a dichos materiales son, el docente que los usa al proponer y motivar actividades en un momento determinado de la clase, y los mismos estudiantes con su intervención en dichas actividades. Si se produce esta relación, el material didáctico puede actuar como intermediario entre el pensamiento del alumno y del maestro, complementando o, según el caso, sustituyendo las explicaciones del profesor. Por el contrario, si no se produce esta interacción, el material didáctico no pasa de ser un objeto más en el aula, sin sentido alguno y sin utilidad para los procesos de enseñanza – aprendizaje (Armentano, 2003).

Por otro lado, los avances en la investigación biológica han modificado algunos conceptos básicos, por lo que es fundamental que los profesores del área se encuentren en constante actualización, ya que los contenidos que presentan en las clases debe de ser los adecuados a la época en que se está viviendo, no se puede enseñar la Biología de siglos pasados, con recursos de siglos pasados (Cano, 1995). Por este motivo, se busca diseñar una estrategia basada en las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

Dentro de este contexto, la utilización de recursos didácticos con los estudiantes siempre supone riesgos: que finalmente no estén todos disponibles, que los equipos necesarios no funcionen, que no sean de la calidad adecuada, que los estudiantes se entusiasman con el medio pero lo utilizan sólo de forma lúdica. Por ello, y para reducir estos riesgos, al planificar una intervención educativa y antes de iniciar una sesión donde se planea utilizar un recurso educativo, conviene asegurar tres apoyos clave: tecnológicos, didácticos y organizativos (Hernández, 2004).

No obstante estos riesgos, los procedimientos que utiliza el profesor en forma reflexiva y flexible, para promover el logro de aprendizajes significativos en los alumnos deben considerar muy frecuentemente la utilización de materiales didácticos (Rubalcaba, 1998).

Respecto a lo anterior, los nuevos métodos educativos y el uso de materiales didácticos han permitido llevar a cabo con más facilidad el logro de considerables cambios conceptuales en los alumnos, acercándolos a los modelos científicos verdaderos, permitiendo un mejor aprendizaje en materias con un alto contenido conceptual y bases experimentales como biología (Benlloch, 1994).

Es así como la experimentación y la intención con los materiales y objetos debe realizarse de una manera totalmente libre, permitiendo que el alumno interactúe y desarrolle sus habilidades de aprendizaje y adquiera conocimientos con significado (Baggino, 2004).

En pocas palabras, es necesario remarcar que el material didáctico presentado al alumno sea adecuado para estimular el aprendizaje significativo (Izquierdo, 2003).

2.- Descripción del plan de estudios

El curso de Biología V se ubica en el mapa curricular de la Escuela Nacional Preparatoria en el sexto año del bachillerato, es una asignatura obligatoria del núcleo propedéutico para los alumnos que cursan el área II: Ciencias Biológicas y de la Salud y es optativa para los alumnos que cursan el área I: Físico-Matemáticas y de las Ingenierías (ENP, UNAM, 1996).

Particularmente en la cuarta unidad, *Comunicación y desarrollo en los sistemas vivos*, los alumnos analizarán la importancia de la comunicación intra e intercelular para el mantenimiento de la vida. Se estudiará la relación entre comunicación y desarrollo embrionario, incluyendo los aspectos de diferenciación celular y la integración de los niveles de organización correspondientes. Esta unidad y las anteriores permitirán que el alumno tenga una visión integral de la organización de los seres vivos (ENP, UNAM, 1996).

Estructura básica del quinto tema de la unidad IV Comunicación y desarrollo

- . Desarrollo embrionario
- . Totipotencialidad
- . Diferenciación
- . Inducción

Se estudiará el papel de la comunicación en los procesos de diferenciación y desarrollo, se retomará lo visto en la unidad anterior sobre genética para explicar los mecanismos de control genético asociados al desarrollo y así relacionar los procesos de comunicación, regulación y desarrollo, para que el alumno los entienda de manera integral.

Se estudiará la diferenciación intracelular, analizando los procesos de mitosis y meiosis.

Se analizará la diferenciación tisular en vegetales y animales. En el caso de animales hasta la formación de las tres capas blastodérmicas y sus derivados.

Estudiar que es la totipotencialidad y la inducción (ENP, UNAM, 1996).

3.- Antecedentes

Los términos totipotencialidad y diferenciación, a los que se hace referencia en el presente trabajo son actualmente utilizados por la comunidad científica no solo para explicar aspectos relacionados con el desarrollo embrionario, sino que son la base de distintos trabajos experimentales sobre células madre, situación que resalta la importancia biológica tanto de la potencialidad como de la diferenciación celular.

Al respecto, en la primera década del presente siglo se realizaron en diferentes centros de investigación de todo el mundo, un considerable número de trabajos con células madre o células troncales centrándose en los fenómenos que en ellas ocurren, entre los que destacan la totipotencialidad y la diferenciación. De este importante número de investigaciones, se mencionan algunos que muestran el estado actual en que se encuentran dichos conocimientos, así como distintos trabajos que abordan la importancia del uso de estrategias multimedia y en general las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's) en la educación.

En primer lugar, referente a las TIC's, existen una impresionante cantidad de trabajos que refieren la gran importancia de esta herramienta en el campo de la educación, se han presentado en el mundo innumerables exposiciones, conferencias y trabajos de investigación en donde se muestran los avances en este campo. En muy diversas partes del mundo se han presentado trabajos que demuestran la importancia de incorporar las Tecnologías de la Información y la Comunicación en los procesos educativos en todos los niveles.

En 2001, Portet y colaboradores, forman un grupo de trabajo en Barcelona, España sobre Las TIC aplicadas a la formación docente, cuyo objetivo era analizar la situación sobre la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación en ese país, tanto en lo referente a los recursos disponibles, como a su grado de utilización. Este grupo de trabajo realizó 92 cuestionarios a docentes de 14 regiones de España, de donde se desprende lo siguiente:

- El 100% de los encuestados opinan que las TIC ayudan a mejorar la actividad pedagógica, pero sólo el 50% se consideran bien preparados para utilizarlas.
- El 95% estaría dispuesto a realizar un esfuerzo para formarse en este ámbito y más del 70% de los encuestados que han seguido algún curso de informática opinan que éste les ha ayudado a mejorar tanto su docencia como su competencia personal frente a una computadora.
- Sólo el 20% cree que existe una buena oferta formativa en este ámbito, por lo que parece necesario que los centros de formación hagan un esfuerzo en este sentido.
- La mayoría de los encuestados opina que el grado de equipamiento de los centros en medios audiovisuales, informáticos y nuevas tecnologías, es suficiente o muy suficiente excepto en el apartado "laboratorio de idiomas" que está condicionado por el tipo de acciones formativas que lleva a cabo el centro encuestado.
- Un 80% piensa que es imprescindible la existencia de un coordinador de informática, que además debería encargarse de formar en el uso de las TIC al profesorado del propio centro.

En 2002 Fullan hace un análisis de los sistemas educativos mediante un cuadro comparativo por décadas desde los años 60's del siglo pasado hasta los primeros años del siglo XXI, en donde se señala que la adopción de las TIC en la docencia en el entorno mexicano, parece un proceso largo y lleno de complejidades, en el que se pueden identificar entre otros aspectos, el sociocultural, relativo al proceso de "reculturización" tras el cual se plantea que el simple uso de la tecnología para ciertas actividades docentes no produce innovación ni mejora en la calidad de los aprendizajes. Entonces es un proceso que inicia desde la formación inicial de los futuros docentes, que puede rastrearse si se quiere hasta los currículos de profesiones aparentemente desligados de la docencia, pero que es bien sabido que sus egresados, en buena medida, terminan dedicándose a la docencia, casi siempre en condiciones de competencias pedagógicas muy precarias; un punto alternativo a esto sería impedir a profesionales sin formación pedagógica el acceso al profesorado, situación que parece extrema y hasta absurda.

En 2004, Salinas hace una investigación en España en donde concluye que: la aplicación de las TIC en acciones de formación bajo la concepción de enseñanza flexible abre diversos frentes de cambio y renovación a considerar:

- Cambios en las concepciones (cómo funciona en el aula, definición de los procesos didácticos, identidad del docente, etc.).
- Cambios en los recursos básicos: contenidos (materiales, etc.), infraestructuras (acceso a redes, etc.), uso abierto de estos recursos (manipulables por el profesor, por el alumno...).
- Cambios en las prácticas de los profesores y de los alumnos.
- Para ello deben ponerse en juego una variedad de tecnologías de la comunicación que proporcione la flexibilidad necesaria para cubrir necesidades individuales y sociales, lograr entornos de aprendizaje efectivos y conseguir la interacción profesor-alumno.

La reflexión sobre lo anterior se realizó, como es lógico, por medio del análisis de la disponibilidad tecnológica, del mercado de la oferta formativa y del estudio de costes. Es decir, desde la viabilidad económica y tecnológica, pero, sobre todo, desde la óptica de la viabilidad didáctica, centrada en la calidad de los materiales y de los sistemas de enseñanza y en las posibilidades comunicativas que ofrecen dichos sistemas.

En el año 2004, Viveros, de la Universidad de Guadalajara, hace una comparación entre la evaluación tradicional y la evaluación participativa, argumentando que en los últimos años las tecnologías de la comunicación y la información proveen grandes posibilidades para elevar la calidad de la educación a un costo considerablemente más bajo, lo que ha traído consigo una expansión de intentos creativos en los países en vías de desarrollo para expandir el uso de nuevas tecnologías en instituciones educativas mediante la utilización eficiente de sus recursos tecnológicos. En este sentido, muchas instituciones educativas, están evaluando y estableciendo sistemas de educación basados en la internet y en materiales didácticos diseñados a partir de este medio.

Los resultados obtenidos en el trabajo comparativo de Viveros se muestran en la tabla siguiente:

Evidencias de procesos de construcción de aprendizajes

Evaluación tradicional	Evaluación participativa
<p>Los participantes mencionan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los conceptos más significativos adquiridos en el curso. • Las herramientas metodológicas más significativas adquiridas en el curso. • El nivel de construcción de aprendizajes significativos aplicables a su contexto. 	<p>Los participantes mencionaron o mostraron su participación en procesos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confrontación de conceptos y posturas ante fenómenos y contenidos. • Reconstrucción de conceptos. • Defensa y justificación de conceptos y postura ante fenómenos. • Uso y aplicación de conceptos, metodologías y herramientas en la construcción de un proyecto de intervención. Los proyectos fueron de relevancia para la mayoría de los participantes. • Justificación de los proyectos de intervención incorporando las necesidades y realidad de sus contextos. • Materialización de los aprendizajes en productos de los participantes, como videos, reportes, conferencias, instrumentos y sistematización de experiencias. • Incorporación y seguimiento de metodologías en los proyectos, con retroalimentación de los propios participantes y docentes. • Exposición final y defensa del proyecto de intervención. • Trascendencia de los aprendizajes al discutir estrategias de implementación de proyectos en sus contextos. • El aprendizaje mediante el uso de nuevas Tecnologías de la información para el diseño de materiales educativos.

(Tomado de Viveros, 2004)

En el año 2006, Arjona - Gordillo elaboró un curso para profesores de educación media superior, en el Instituto Politécnico Nacional, llamado “Las Tecnologías de la Información y la Comunicación como Apoyo a la Práctica Docente,” el cual se llevó a cabo considerando que la incorporación de las tecnologías en los ambientes educativos puede otorgar grandes posibilidades si se orientan como facilitadoras de las tareas de aprendizaje, creando contextos innovadores y potenciando procesos de reflexión sobre la práctica en el aula y más allá de ésta. En este sentido, es un reto para la creatividad de los docentes diseñar modelos y estrategias de aprendizaje innovadoras, donde resulten útiles, tanto los recursos tradicionales (televisión y video educativo), como las más recientes tecnologías de la información y comunicación (Internet, correo electrónico, foros de discusión y charlas en línea, así como la computadora y las videoconferencias, entre otras).

El éxito de este curso se basó en la sencillez del diseño, en la facilidad de operación y principalmente en el uso creativo de las tecnologías que sólo los docentes pueden hacer, para enriquecer el proceso de enseñanza aprendizaje. Para acreditar el curso, se tuvo que elaborar como producto final el diseño de una clase apoyada con tecnología, así como realizar las actividades de aprendizaje de los distintos temas y entregar los productos individuales y colectivos dentro de los tiempos previstos, de tal manera que al final del curso, los docentes reconocieron el potencial de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Educación, promovieron el uso crítico y creativo de éstas, manteniendo una visión académica.

En cuanto a la incorporación de la tecnología en los procesos educativos propios de sus ámbitos de acción, así mismo, identificaron los recursos tecnológicos y servicios de información y comunicación que tenían a la mano y promovieron el uso y aprovechamiento de los mismos, con ello, consolidaron las bases para mantener la comunicación y colaboración con sus alumnos y pares a través de diferentes redes de comunicación como la Internet y contaron con elementos para generar ambientes innovadores de aprendizaje.

Con la finalidad de conocer la valoración que los docentes hacen de las ventajas de las TIC's en el proceso de enseñanza – aprendizaje, Soto, a finales del año 2006, realizó una encuesta por correo electrónico de forma personalizada a profesores de las diferentes universidades españolas, obteniendo un total de 748 respuestas válidas. De las cuales se concluyó lo siguiente:

El uso de las TIC's en el proceso de enseñanza-aprendizaje, enmarcado en el nuevo contexto de las escuelas españolas de educación superior resultó oportuno, puesto que permiten la realización de diferentes tipos de funciones, que van desde el acceso e intercambio de información, hasta la creación de entornos simulados que facilitan la realización de prácticas de fácil control y preparación por los docentes. Además, su carácter flexible y abierto hace que puedan ser utilizadas en diferentes contextos y situaciones de aprendizaje, desde la transmisión de información, hasta la simulación de fenómenos o la realización de ejercicios, la evaluación de los conocimientos y habilidades, o la tutorización.

Sin embargo, la principal ventaja de estas tecnologías recayó sobre la posibilidad de romper las barreras espacio-temporales que han influido sobre las actividades formativas en los sistemas educativos universitarios convencionales. El ciberespacio ha creado entornos virtuales de aprendizaje donde el espacio educativo no reside en ningún lugar concreto, la educación es posible sin límites temporales y la interactividad entre los agentes implicados tiene lugar sin limitaciones de espacio ni de tiempo.

Las TIC's también permiten una interacción sujeto-máquina y la adaptación de ésta a las características educativas y cognitivas de la persona. De esta forma, los estudiantes dejan de ser meros receptores pasivos de información pasando a ser procesadores activos y conscientes de la misma.

Finalmente, otra de las ventajas más valoradas está relacionada con la posibilidad de realizar actividades complementarias, disponer de materiales de consulta y apoyo, o acceder a diversos recursos educativos, con el consiguiente enriquecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje acorde con los sistemas metodológicos en los programas de estudio (Ferro, 2006).

En el año 2008, Saiz diseñó una plantilla de software educativo en la Universidad Autónoma de Sinaloa, buscando reducir las limitaciones a las que se enfrentan los docentes ante el problema de la enseñanza en México. Consideró necesario desarrollar una estrategia didáctica con apoyo de tecnologías para que los profesores puedan desarrollar mejor sus actividades docentes a través del trabajo colegiado, homogeneizando criterios y utilizando algunas estrategias didácticas y de aprendizaje. Estas estrategias han de basarse en una planeación previa de los contenidos (diseño instruccional) y un modelo didáctico bajo la estrategia de aprendizaje

basado en problemas, con apoyo de la herramienta de software educativo. Para el diseño e implementación del modelo propuesto se plantearán las siguientes preguntas: ¿el diseño instruccional es una estrategia de planeación apropiada para elaborar la plantilla del modelo?, ¿el ABP es una estrategia didáctica adecuada para garantizar el autoaprendizaje del estudiante?, ¿el uso de estándares internacionales garantizará la reusabilidad de la plantilla? Como objetivo general, el modelo planteaba diseñar y evaluar una estrategia didáctica fundamentada en el paradigma de aprendizaje basado en problemas con apoyo de la herramienta tecnológica de software educativo tipo plantilla, que permitió a los profesores desarrollar una planeación adecuada de un curso normal y los estudiantes alcanzar un mejor aprendizaje.

Como resultado de la utilización de la plantilla se concluyó que el uso de material didáctico digital, es sin duda una herramienta que facilita la labor del docente en el aula; más aún, cuando este material puede ser reutilizado por un gran número de personas sin importar su ubicación geográfica. Para que esta reutilización pueda darse, han surgido algunos elementos que se deben tomar en cuenta, como el uso de estándares que permiten lograr, entre otras cosas, que los contenidos digitales puedan ser utilizados y/o modificados, no solo por las personas que los diseñaron, sino por todas aquellas que estén interesadas en los mismos temas.

En 2009, Martínez, edita en México, para la Secretaría de Educación Pública y pone a disposición de los docentes de educación básica, la “Guía Metodológica. Línea de Trabajo. Uso didáctico de las Tecnologías de la Información y Comunicación,” como una propuesta pedagógica del programa escuelas de tiempo completo (PETC). Dicha guía se elaboró como un recurso didáctico para fortalecer la práctica docente y ampliar las oportunidades de aprendizaje y el desarrollo de competencias de los alumnos en ambientes lúdicos, de convivencia e interacción, aprovechando la ampliación de la jornada escolar en las escuelas de tiempo completo.

En esta guía se trata un capítulo completo sobre la elaboración de materiales multimedia, en el que se menciona que al elaborar presentaciones multimedia se ponen en juego habilidades y destrezas como:

- Reconocer a las presentaciones multimedia como un recurso para presentar información sobre temas diversos.
- Usar de forma eficaz la información obtenida sobre un tema que permita compartir y discutir distintos puntos de vista.
- Buscar, analizar y seleccionar información tanto textual como icónica.
- Usar recursos tecnológicos básicos.
- Trabajar en forma colaborativa.
- Elaborar textos para expresar ideas y sentimientos.
- Utilizar imágenes como medio de expresión de ideas y emociones.

En 2010, se realizó la Conferencia Internacional de Brasilia “El impacto de las TIC en la educación” organizada por la UNESCO, en donde se llegó a las siguientes conclusiones:

- Hay transformaciones tecnológicas que modifican radicalmente las relaciones humanas. Las sociedades están viviendo transformaciones sólo comparables a los saltos que se viven con la invención de la escritura o de la imprenta. El acceso y producción de conocimiento pasan a ser los motores del desarrollo.
- Las nuevas generaciones son ya, nativas digitales y muestran inéditas formas de comunicarse, de entretenerse y de socializar. Por contraste, las escuelas y sus prácticas siguen ancladas en el siglo XIX.
- En consecuencia, las preguntas por la inclusión de las TIC en las escuelas no remiten a la mayor o menor eficacia que hasta aquí éstas han mostrado como herramientas para aprender; sino en cómo, de qué manera se logra que la revolución digital y sus efectos en términos de productividad, se incorporen al trabajo de las aulas y las escuelas. (Schalk, 2010).

En el año 2010 Torres considera el uso sistemático de las TIC en la docencia, particularmente en el nivel medio superior. En su trabajo discute el uso de las TIC en la enseñanza, basado en los resultados de una década de formación institucional a este respecto. Torres comienza señalando el hecho que la importancia del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación es incuestionable. Por tal motivo, en los últimos veinte años las instituciones educativas de todo el mundo han puesto en marcha innumerables programas y estrategias de formación en el uso sistemático de las TIC para los docentes, con la premisa de la necesidad de que éstos se capaciten en dichos menesteres para que posteriormente se puedan llevar a cabo las innovaciones educativas directas con los estudiantes.

Sin embargo, no siempre estas estrategias rinden resultados positivos. En el caso de los docentes del nivel medio superior (NMS) de la Universidad de Guadalajara (UdeG), sólo el 33.8% de estos acepta hacer un uso sistemático de las TIC en su labor docente. Tal cifra lleva a preguntar: ¿cuáles son las causas para que la mayoría de los docentes del nivel medio superior de la Universidad de Guadalajara no hagan un uso sistemático de las TIC en su labor docente? El análisis se desarrolló a partir de una serie de datos sobre el tema, lo que permite ver la causa de baja frecuencia en el uso de las TIC. Finalmente en su conclusión propone un conjunto de estrategias que podrían resolver el problema y establecer un debate teórico y empírico de las hipótesis que surgen del análisis.

En 2010, Cituk realiza una serie de investigaciones sobre el uso de las TIC en la educación básica y media superior, en las que concluye que los avances tecnológicos aplicados a la educación han hecho necesaria la actualización de los docentes en servicio en ese campo, con la finalidad de que obtengan la capacidad de aplicar nuevas metodologías y recursos didácticos que faciliten el aprendizaje razonado y continuo de los contenidos. Para ello los docentes, en primera instancia, han de conocer cuáles serán los materiales de comunicación con los que han de trabajar y cómo han de manejarlos, desde el punto de vista material, lo que a su vez enseñará a sus alumnos y así estar en posibilidad de aprovechar dichos medios en el proceso enseñanza-

aprendizaje. Además de que la tecnología educativa, que implica el uso de los medios de comunicación en la educación, con el fin de facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje, resuelve, en un alto porcentaje, problemas de motivación, interés y atención, por el simple hecho de que los alumnos entran en contacto con factores propios de su contexto como la radio, la T.V., la computadora, el Internet, etc., y ello, a través de los proyectos educativos que se han implementado para la educación básica y media superior, contribuyen a elevar la calidad de la misma.

En 2010, Álvarez realiza una tesis sobre la evaluación de un *software* educativo como recurso didáctico, centrado en los temas de evolución y origen de la biodiversidad, este trabajo de investigación se desarrolló 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 si el software cumplía 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 dichas materias y el programa general de la institución.

A partir de los resultados obtenidos se consideró que en la mayoría de los casos, la población encuestada para ambos géneros estuvo de acuerdo o muy de acuerdo en que el software era 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 centraron 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. Finalmente, los resultados derivados de la evaluación del software educativo: “Evolución, Origen de la Biodiversidad” y su análisis mostraron que el programa de cómputo, de acuerdo a la percepción de los encuestados, tanto alumnos como docentes, presentó una coherencia interna, producto de un desarrollo metódico, lo que permitió las conexiones lógicas de conceptos y modelos asociados a los elementos contenidos. De acuerdo con el análisis de datos, los componentes cumplieron con los requerimientos que se establecen para un software de calidad para el nivel cognitivo de los estudiantes a los cuales va dirigido (Álvarez, 2010).

Para el año 2013, Santos, propone un medio didáctico enfocado al cambio conceptual de las ideas previas con relación al tema de respiración celular, para ello diseña, aplica y evalúa dos estrategias didácticas en las que se involucró un medio didáctico multimedia y un medio tradicional, basados en las ideas previas detectadas en los alumnos para el tema de respiración celular, considerando que el diseño de programas multimedia facilita el trabajo en el aula y favorece los aprendizajes, disminuyendo con ello las concepciones erróneas.

En dicho trabajo se logró desarrollar, aplicar y analizar un medio didáctico no tradicional encauzado a la obtención de contenidos significativos por parte del estudiante. Además de que los estudiantes alcanzaron la vinculación de los conocimientos previos de con los conocimientos científicos, en este caso, con sus explicaciones del tema de Respiración Celular, mediante un medio didáctico no tradicional. Este tipo de propuestas favorecen la formación y la práctica de actitudes, valores y habilidades científicas, y tecnológicas, orientando al alumno a comprender, reflexionar, analizar, seleccionar, transferir y transformar la información apoyando con ello a sus procesos metacognitivos. El programa fue desarrollado con imágenes, el manejo de conceptos centrales, textos de orientación y guías para la resolución inmediata de dudas, actividades de autoevaluación y evaluación de contenidos por parte del profesor, se manejan ejemplos, etc., lo cual resultó muy amigable para el manejo por parte de los estudiantes ya que facilita el trabajo en el aula y favoreció los aprendizajes (Santos, 2013).

De esta manera se han presentado diversos trabajos sobre el uso de las nuevas tecnologías enfocadas a la enseñanza en el nivel medio superior; Ahora, se presentarán algunos estudios encontrados en relación a los temas del desarrollo embrionario, uno de los trabajos recientes sobre totipotencialidad es el realizado en el año 2009 por Ramalho-Santos, de la Universidad de California, quien encabezando a un grupo de investigadores han identificado un gen que regula activamente la cromatina abierta en las células troncales embrionarias y proponen que el gen es esencial para mantener la totipotencialidad de dichas células. Este estudio se realizó, debido a que, anteriormente a la era de la biología molecular, los investigadores podían distinguir entre la cromatina de las células diferenciadas y la cromatina de las células troncales indiferenciadas solo por la apariencia de los núcleos celulares y la presencia de heterocromatina. Lo cual dejaba muchos vacíos para la comprensión de la totipotencialidad. Posteriormente se observó en neoblastos de planarias algunas estructuras de cromatina abierta, esparcida y difusa dentro del núcleo. Con ello, mediante la identificación bioquímica de enzimas, los investigadores han propuesto una relación directa entre esta estructura abierta y la totipotencialidad de esas células, sugiriendo que la cromatina abierta permite cierta actividad de diferenciación generalizada. De manera específica, el equipo identificó la enzima chd1 como modificadora de la cromatina, que es activada por el gen, concluyendo así que la diferenciación celular está regida por la actividad de un gen en particular en la cromatina de las células totipotenciales.

Otro trabajo relevante es el realizado por varios investigadores japoneses, dirigidos por Niwa, del Centro para la Biología del Desarrollo de Kobe, en Japón, en el año 2009, quienes experimentaron con células troncales de ratón, buscando explicar el proceso de diferenciación en base a la totipotencialidad de las células y los factores que intervienen en ambos fenómenos. Trabajos previos señalan que bajo circunstancias normales las células troncales de embrión de ratón no pueden persistir sin algún factor de inhibición, posteriormente se encontró que este factor de inhibición es citoquina-leucina (LIF). Durante su experimentación se encontró que el factor LIF actúa sobre dos rutas separadas de señalización y que ambas rigen la totipotencialidad de las células troncales. Analizando los resultados de su trabajo, Niwa determinó que la comprensión de la actividad biológica del factor de inhibición citoquina – leucina (LIF) puede contribuir a la producción eficiente de células troncales en un futuro próximo con fines terapéuticos.

Ciertos factores como el control de la totipotencialidad celular es todavía hoy en día un enigma en el área de la biología experimental, pero las investigaciones dirigidas por Keneth, de la Universidad de California, en el año 2009, han tenido importantes avances al respecto. Su trabajo en células de distintos vertebrados, tanto terrestres como acuáticos, lo llevó a encontrar dentro del material genético de estos organismos un grupo de proteínas a las que clasificó como klf4, Oct4 y Sox2, las cuales pueden reprogramar células ya especializadas completamente en células totipotenciales. De la misma manera, encontró un pequeño fragmento de Ácido Ribonucleico (RNA), el RNAm es capaz de reprimir las tres proteínas mencionadas anteriormente. Este tipo de RNAm existe en varias especies de ranas, en ciertos peces y en algunos mamíferos. Koscic concluye con sus experimentos que el conocimiento surgido de los mismos puede ser útil no solo para comprender el proceso que impulsa a las células totipotenciales a diferenciarse, sino también para crear, reemplazar o perfeccionar terapias celulares y hacer estas más seguras, promoviendo con ello mecanismos para eliminar células troncales indeseables.

Por otra parte, Silva y Smith (2009) realizaron diversos estudios en la Universidad de Cambridge. Ambos investigadores, trabajando con embriones de ratón en etapas tempranas del desarrollo, descubrieron que en las células troncales de los embriones se encuentra un gen al que nombraron gen Nanong, el cual dirige los procesos que llevan a la totipotencialidad celular. En varios experimentos tanto *in vitro* como directamente en los embriones de ratón se encontraron resultados muy significativos para explicar los procesos de diferenciación y totipotencialidad. Por ejemplo, estas investigaciones mostraron que las células con deficiencias en el gen Nanong pueden experimentar etapas tempranas de desarrollo, pero no llegar a una etapa completa de totipotencialidad y menos aún llegar a diferenciarse en algún tipo de tejido. Así mismo, el estudio reveló que células tratadas por ingeniería genética a las que se les insertó el gen Nanong mostraron la reactivación del cromosoma X que según los investigadores es un proceso estrechamente relacionado a la totipotencialidad.

Buccholz (2009), en Alemania, realizó una investigación junto con su equipo de colaboradores que buscaron identificar la proteína clave de la totipotencialidad. En este estudio, el equipo trabajó en la proteína Oct4, la cual está relacionada con otras 25,000 moléculas cortas de ácido ribonucleico (ARN) (que a su vez pueden combinarse con 15,000 genes diferentes). Dentro de esta investigación, se observa a un conjunto de 16 genes, los cuales dirigen directamente hacia la totipotencialidad de las células troncales. Posteriormente, se observó que de todos estos genes, los que han mostrado efectos más concretos fueron los Oct4 y Nanong. Este resultado llevó a los investigadores a la posibilidad de que la totipotencialidad esté determinada por un circuito regulador integral Nanong-Oct4. Y esto, a su vez, lleva a un mejor entendimiento del cómo actúa y se regula la totipotencialidad y se puede tener una mayor aplicación práctica en la generación de nuevas maneras de inducir la totipotencialidad en las mismas células troncales.

Aulakh (2009), señala la fosforilación reversible de las proteínas, diciendo que es un fenómeno común en la mayoría de los procesos celulares. Sin embargo, a pesar de la importancia de estos procesos, los científicos carecen aún de conocimientos sobre el funcionamiento de las proteínas, en particular sobre qué y en cuáles regiones tienen modificaciones algunas proteínas. Sin embargo, adelantos importantes que se han presentado con respecto a la espectrometría de masas en conjunto con el conocimiento que se tiene de las características generales de las proteínas, han conducido a la elaboración y manejo de bases de datos a gran escala, como la

llamada PHOSIDA, que enumera aproximadamente 9,000 sitios de fosforilación en el humano. Un ejemplo de esto, es el estudio llevado a cabo por científicos de la Universidad de Wisconsin, dirigidos por Coon, Joshua y Thomson, James, los cuales han publicado recientemente que identificaron aproximadamente 12,000 sitios de fosforilación en células troncales embrionarias humanas, donde también se incluyen cinco sitios reportados con anterioridad sobre los genes Oct4 y Sox2, que son los dos factores de transcripción que inducen a las células humanas indiferenciadas hacia la totipotencialidad.

Más recientemente Pepper y colaboradores en 2010, señalan de la diferenciación celular en organismos que son multicelulares, y que tiene una función específica durante el desarrollo de la creación de nuevos tipos de células. Ellos establecen que hay una creencia de que los organismos multicelulares no pudieron haber surgido o ser estables sin algún tipo de mecanismo de supresión selectiva somática. Proponen que alguno de estos mecanismos, es un patrón específico de diferenciación celular encontrado comúnmente en metazoarios que tengan volumen celular, y que se le llamará “diferenciación serial”. Dentro de este patrón, se incluye una secuencia de etapas de esta diferenciación, comenzando con células somáticas auto-renovables, seguida de etapas transitorias (no auto-renovables) para terminar con células de diferenciación terminal. Todo esto se lleva a cabo con una simulación por computadora de dinámicas de población celular y evolución entre tejidos. Al término de éste se observó que los tejidos se organizaron en diferenciaciones seriales y experimentaron menos velocidad de evolución a nivel celular en detrimento. Asimismo, se encontró que una mutación que corrompa la diferenciación puede crear una nueva población auto-renovable y vulnerable a evolución somática. Todo esto se llevó a cabo para entender el origen de la evolución multicelular, así como las causas de diversas patologías.

Así Hwang y colaboradores (2010), señalan que el microambiente extracelular es muy importante en el control del comportamiento celular. Así como la identificación de los biomateriales apropiados que apoyen la unión celular, la proliferación y la diferenciación del linaje específico. Todo ello dentro de la ingeniería de tejidos y terapia celular. Se lleva a cabo a través de factores de crecimiento y factores morfogenéticos conocidos para inducir el compromiso de linaje de las células madre, utilizando a su vez, biomateriales sintéticos y origen natural en los enfoques de ingeniería de tejidos a la diferenciación directa. Esto llevo a centrar la atención a los últimos hallazgos en modelos de diferenciación bien caracterizados de las células madre embrionarias y a su expansión.

Este tipo de investigaciones en biología del desarrollo son una base importante para implementar en diversas instituciones educativas, estrategias pedagógicas que ofrezcan mayor amplitud al conocimiento de estos temas, puesto que se cuenta cada vez más con datos que sustentan la importancia de los procesos a los que están expuestas las células indiferenciadas.

Así en el año 2012, Quiroz realiza, en México, una tesis de maestría en donde realiza la evaluación de un software educativo para la enseñanza del tema “procesos de reproducción”, en el programa de biología I de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. Este es uno de los primeros trabajos encontrados en donde se analiza la relación entre la enseñanza de un tema de reproducción a nivel bachillerato con la utilización de las TIC's como eje del proceso educativo. Este trabajo consistió en diseñar, aplicar y evaluar un software interactivo,

usando el programa Macromedia Flash© 8.0, para la enseñanza del tema específico con base en el programa de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades. Así como presentar y utilizar el programa desarrollado, para la enseñanza de los temas de procesos de reproducción y finalmente evaluar dicho software con base en cuestionarios de opinión a los estudiantes que lo utilizaron.

En este trabajo, sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos, se demostró que no hay diferencia significativa entre las estrategias aplicadas en el grupo control y el grupo experimental; no hubo elementos que apoyaran la hipótesis de que el uso del software promovería un mayor aprendizaje respecto a una clase tradicional, ambos tipos de estrategia resultaron tan buenas, que los alumnos aprendieron de forma equivalente el contenido temático.

Estadísticamente no se pudo sustentar que el uso del software mejoraría el aprendizaje en el tema revisado, el cuestionario de pertinencia reveló que la estrategia cumplió con la finalidad con la cual fue realizada, servir de apoyo a los estudiantes en la comprensión del tema de Ciclo Celular, proporcionando los fundamentos conceptuales necesarios para la formación de los mismos, mostrando interés por el uso de imágenes, modelos y actividades de retroalimentación, solicitando se complementara el trabajo con actividades impresas para reforzar lo aprendido en clase.

Los softwares educativos pretenden atender las necesidades de los centros de enseñanza, los cuales siguen programas acorde a los modelos educativos, donde los programadores se encargan de crear los multimedia, sin conocer el contenido temático a desarrollar ni definen el tipo de audiencia, la cual puede tener necesidades específicas de apoyo educativo, ya que a partir de estos y de los objetivos se deducen los contenidos para lograr las metas deseadas. La inquietud por crear medios informáticos, ha despertado el interés en docentes para diseñar y desarrollar su propio material, el cual exprese ideas relacionadas con el objetivo marcado del tema, manejo de un lenguaje oral que se comprenda, que haga uso de recursos visuales, auditivos, que cubran necesidades específicas de apoyo educativo.

Lo obtenido en este trabajo no apoya lo encontrado por otros autores, donde el uso de la estrategia del software promueve un aprendizaje significativo respecto a una estrategia tradicional, ya que los estudiantes consideraron que el recurso fue un apoyo en el desarrollo temático, en la solución de dudas, y que sólo cumplió con la finalidad de ser un recurso de apoyo de comprensión del tema, con los elementos necesarios para la formación de los estudiantes, sin que se reflejara en las calificaciones obtenidas por los estudiantes (Quiroz, 2012).

En 2014 se elabora una secuencia didáctica para la enseñanza de la biología de la reproducción sexual humana para alumnos del Colegio de Bachilleres, en la que después de rastrear las necesidades cognitivas del alumnado mediante encuestas, se desarrolla una secuencia utilizando imágenes, videos, textos, presentaciones en *power point* y búsquedas en internet, argumentando la importancia de estos recursos en el proceso de enseñanza – aprendizaje. Concluyendo que la planeación y el diseño de estrategias que permitan el aprendizaje significativo en los estudiantes, debe ser un continuo para quienes se dedican a la enseñanza. La idea de generar esta secuencia que abordara el tema, surgió con el único propósito de ayudar

a los adolescentes a construir su propio conocimiento, apoyados en un cambio de perspectiva en la concepción de los contextos de aprendizaje y de la interacción entre docente y estudiantes, impulsando el aprendizaje y la comprensión, desde el ámbito social. Con el sólo objetivo de que los estudiantes logren entender y mejoren su calidad de vida sexual futura, como consecuencia del conocimiento de la biología de la reproducción sexual humana (Luna, 2014).

Finalmente, Osorio (2015) en su tesis “Propuesta de estrategias didácticas para la enseñanza del tema diferenciación celular”, señala que el éxito de cualquier docente depende en gran medida y cada vez más de las herramientas de las que dispone para llevar a cabo su trabajo, así también su labor mejorará de acuerdo a las estrategias que utilice para la formación de sus alumnos. No basta con la excelente exposición verbal sobre un tema, ni con el correcto empleo de recursos audiovisuales; se requiere que cuente, además, con estrategias didácticas de enseñanza-aprendizaje.

En este trabajo de investigación Osorio pretende desarrollar estrategias enfocadas a la comprensión integral de los conceptos estructura y función de las células en organismos pluricelulares, de la materia de Biología I, del Colegio de Ciencias y Humanidades, a través del conocimiento del proceso de diferenciación celular. Además de identificar las ideas previas de los estudiantes acerca las células, sus estructuras y su función y diseñar estrategias didácticas, aplicarlas y evaluar su eficiencia en la construcción de aprendizaje del tema diferenciación celular. Una vez aplicada dicha estrategia, se concluyó que el conocimiento de procesos biológicos que relacionen e integren información conceptual del funcionamiento de las células en organismos pluricelulares y el que se apoyen en la representación visual y manipulativa como es el uso de material didáctico, facilita en gran medida el aprendizaje de estos temas abstractos, además de generar un ambiente positivo y una actitud científica favorable en los estudiantes (Osorio, 2015).

4.- Planteamiento del problema

Dentro del programa de estudios de Biología V, en la unidad IV: “Comunicación y Desarrollo en los Sistemas Vivos”, correspondiente al Plan de Estudios ENP96, se contempla el tema de “Desarrollo Embrionario”, como uno de los ejes centrales para esta unidad. Sin embargo, a pesar de la gran importancia que tienen todos los conceptos que involucra este tema, algunos de ellos no son aprendidos o considerados relevantes en el nivel bachillerato. Después de trabajar impartiendo esta materia y estos temas durante cuatro generaciones, observé que la unidad IV mostraba una baja considerable en el promedio general de todos los grupos; además al final de cada ciclo escolar se realizaba una encuesta de cada materia donde los alumnos tenían que señalar los temas y/o conceptos del programa abordados en los exámenes de admisión al nivel superior y en cuáles de ellos se tuvieron dificultades al momento de presentar el examen. En los resultados de esta encuesta, la mayoría de los alumnos seleccionaban al desarrollo embrionario. Y dentro de este tema, se mencionaban frecuentemente los conceptos **totipotencialidad** y **diferenciación**, como “los temas menos agradables” y “los temas que no quedaron claros”; además de que ambos conceptos fueron por lo regular, expresados de manera parcial, confusa o errónea en los exámenes finales y extraordinarios de las cuatro generaciones citadas.

Ante esta situación, surgió la pregunta ¿De qué manera se puede mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje para los conceptos de totipotencialidad y diferenciación?

5.- Justificación

El sistema educativo mexicano atraviesa por una profunda crisis en todos sus niveles, reflejando poca relevancia y significado de lo aprendido en el aula. Para remontar esta crisis es necesario reflexionar sobre el impacto educativo que tiene el *realismo*, que asume la existencia de una *realidad* única, aprehensible y por tanto *objetiva* (Juárez et al., 2006).

Aunado a esto, los datos de la prueba PISA de 2006, muestran que un número importante de estudiantes mexicanos son capaces de responder correctamente, preguntas que suponen habilidades relativamente simples, pero no tiene las competencias que se requieren para responder preguntas de mayor dificultad. El resultado se refleja en la fuerte proporción de estudiantes que se ubica en los niveles bajos de competencia definidos por las pruebas PISA, y el reducido número que alcanza los niveles superiores, con las implicaciones potenciales. (INEE, 2006). Estos resultados lamentablemente son un indicador claro de que los estudiantes en el país están muy lejos de alcanzar niveles adecuados en el área de ciencias, por ello es necesario buscar estrategias que mejoren la calidad educativa en las aulas.

Por lo anterior, el presente trabajo propone una estrategia multimedia que se diseñó, aplicó y evaluó para reforzar los conceptos totipotencialidad y diferenciación, para que los alumnos al final de la unidad tengan un mejor rendimiento escolar en el tema de Comunicación y Desarrollo y en la totalidad del curso de Biología V.

6.- Objetivos

6.1 Objetivo general

Elaborar y evaluar una estrategia didáctica con base en el formato multimedia para reforzar los conceptos Totipotencialidad y Diferenciación, dentro del tema “Desarrollo Embrionario”, en los alumnos del sexto semestre de Preparatoria del Colegio Inglés “Michael Faraday”.

6.2 Objetivos particulares

- Determinar los conocimientos previos que tienen los alumnos de sexto semestre de preparatoria respecto al desarrollo embrionario.
- Identificar si en los conocimientos previos se encuentra algún indicio de los procesos de diferenciación y totipotencialidad embrionaria.
- Diseñar una estrategia didáctica en base al formato multimedia para reforzar los conceptos de totipotencialidad y diferenciación.
- Evaluar el programa multimedia con los alumnos del sexto semestre de Preparatoria del Colegio Inglés “Michael Faraday”.
- Comparar la efectividad de la estrategia didáctica con alumnos a los que no fue aplicada con base en una evaluación escrita luego de la presentación del programa.

7.- Hipótesis

Si se utiliza material multimedia como apoyo didáctico entonces se permitirá un mayor aprendizaje de los conceptos totipotencialidad y diferenciación en los alumnos.

8.- Método

El presente trabajo se realizó en cuatro etapas principales: identificación de conocimientos previos, diseño del formato multimedia, aplicación de la estrategia didáctica y comparación de los conocimientos adquiridos entre alumnos a los que se le aplicó la estrategia didáctica y un grupo control al que no se le aplicó la estrategia.

8.1 Elección de la población objetivo

La población objetivo para el presente trabajo experimental constó de 54 alumnos de sexto semestre de preparatoria del Colegio Inglés Michael Faraday, que representan al total de alumnos inscritos en ese nivel. Las edades de los alumnos oscilaron entre los 17 y 19 años. Todos los alumnos fueron regulares. La distribución por sexos fue de 67% mujeres (36 alumnas) y 33% hombres (18 alumnos). La población se dividió en tres grupos de 18 alumnos, elegidos estos completamente al azar, conservando solo la proporción por géneros (6 hombres y 12 mujeres).

8.2 Identificación de conocimientos previos

La primera etapa es la determinación de los conocimientos previos con los que cuentan los alumnos; esto se llevó a cabo durante las primeras sesiones de la unidad IV del programa de Biología V.

En primer lugar se aplicó un cuestionario (anexo 1) consistente en siete preguntas abiertas sobre el desarrollo embrionario, sus procesos más importantes y los conceptos de totipotencialidad y diferenciación. El criterio de selección de las preguntas se basó considerando la extensión del tema y los saberes requeridos en el plan de estudios (ENP, UNAM, 1996) y los contenidos de la unidad IV. Las cuatro primeras preguntas se centran en el proceso general del desarrollo embrionario y los tipos celulares que intervienen, a estas preguntas se les asignó un valor de 1 punto. Las últimas tres preguntas abordan de manera directa los conceptos de totipotencialidad y diferenciación y el proceso en sí, a éstas se les asignó el valor de dos puntos por considerarse el eje de la presente investigación.

Este cuestionario se aplicó a los 54 alumnos de sexto semestre todos al mismo tiempo, sin que éstos tuvieran acceso a ningún apoyo bibliográfico, tampoco fueron avisados previamente de esta actividad. La aplicación del cuestionario se realizó durante el horario normal de clases, vigilado por un profesor neutral y sin brindar orientación alguna a los alumnos para su resolución.

8.3 Diseño del formato multimedia

Una vez identificados los conocimientos previos, se procedió a elaborar una estrategia didáctica con base en un formato multimedia, procurando explicar de manera más clara, con apoyo de textos e imágenes, los conceptos detectados como difíciles o erróneos; esto con la ayuda de algunos métodos, como la elaboración de aplicaciones informáticas del género reproductor multimedia, aprendidos en la materias optativas disciplinares impartidas en la MADEMS, el formato está basado en el programa Windows Media Player que maneja de forma simultánea texto, fotografías, videos y sonidos y en un ejercicio basado en el programa Macromedia ® Flash 8 ® en donde de igual manera se manejan los diferentes medios en forma simultánea, pero en este caso los alumnos son los que van seleccionando la información y avanzando de acuerdo a su ritmo y velocidad de aprendizaje.

El video en Windows Media Player contiene una secuencia de videos de aproximadamente 8 minutos, tomados de la videoteca del Colegio Inglés Michael Faraday, en los que se muestran imágenes que van desde la formación de los gametos tanto masculinos como femeninos, luego de ello la fecundación, las primeras divisiones celulares hasta la morulación, en este momento se explica mediante la inserción de texto la capacidad de estas células para diferenciarse en cada uno de los tejidos corporales; se continúa con el video en donde las células se convierten en dichos tejidos y luego se continúa con el desarrollo embrionario. Mientras corre el video se van describiendo textualmente algunos aspectos importantes del proceso con música de fondo y una explicación grabada en audio, para no hacer muy tedioso el contenido.



Figura 1.- Se muestra en esta imagen el inicio del video que es proyectado a todo el grupo en la pantalla del salón de clases.

En la figura número 1 se observa el título de la presentación y la imagen de un óvulo antes de ser fecundado; en este caso se editó un viejo video en formato VHS que se tiene en la videoteca del colegio, mismo que se les había proyectado en las clases de biología desde años atrás. A este video se le convirtió a archivo digital y utilizando el programa Windows Media Player, se seleccionaron las escenas más representativas del desarrollo embrionario y se le agregó el texto.

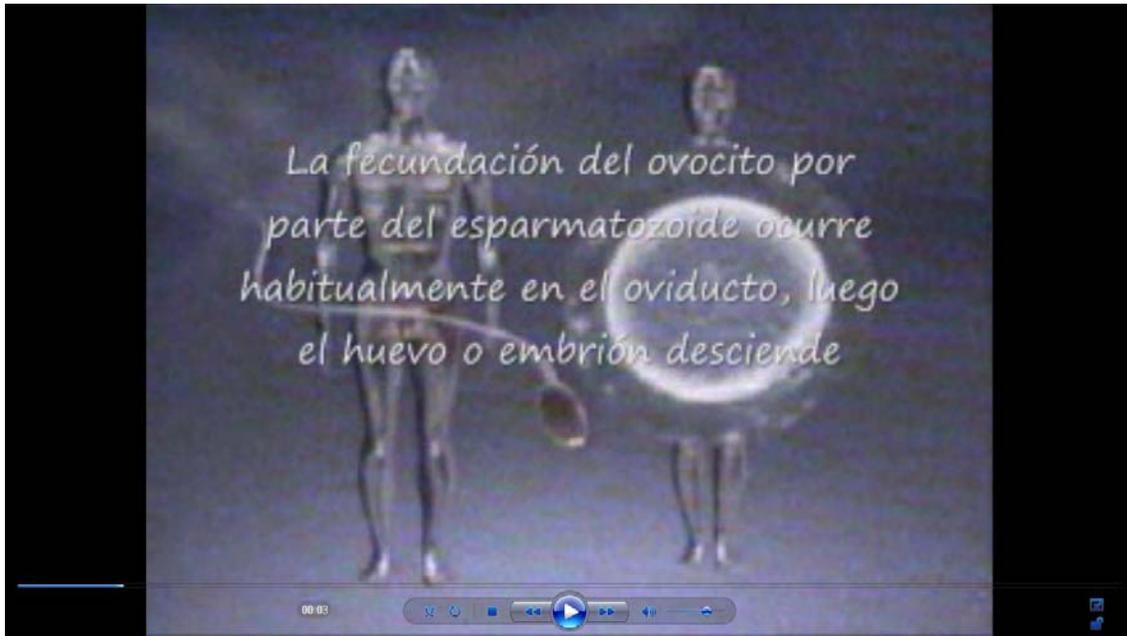


Figura 2.- Fecundación

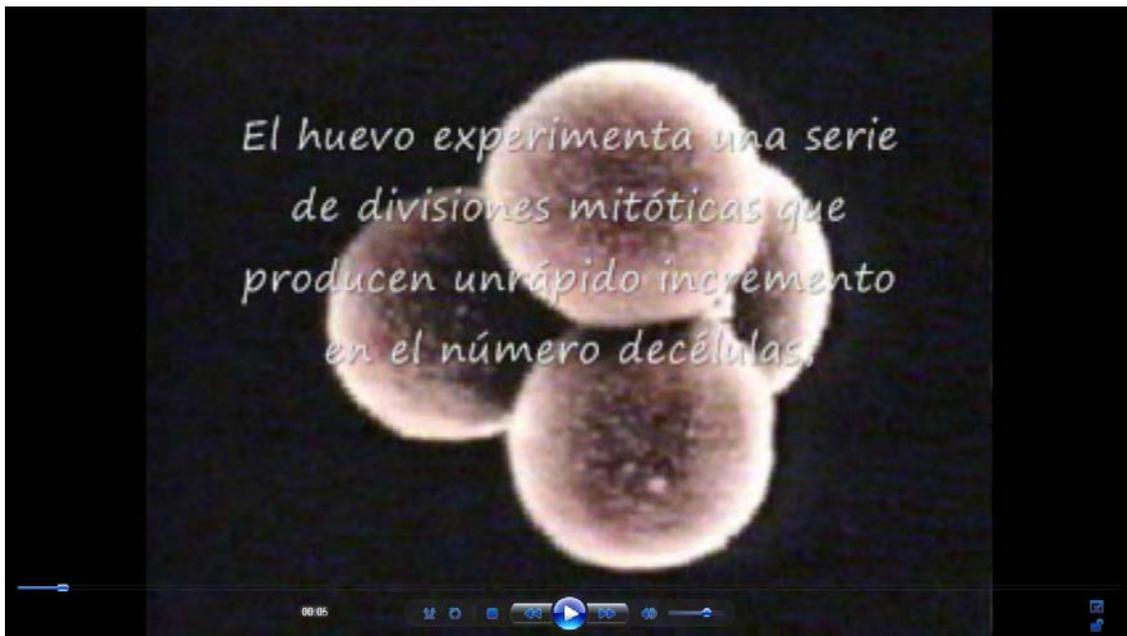


Figura 3.- Segmentación

Las primeras escenas del video muestran imágenes sobre los óvulos, los espermatozoides y se explica textualmente que es la fecundación (figura 2). Posteriormente se explica que es la segmentación (figura 3) con la misma información escrita (anexo 2) que se mostrará en el ejercicio con Flash 8® y en el texto para el grupo control.



Figura 4.- Totipotencialidad

Se muestra también el avance de la segmentación (figura 4) y es aquí donde se explica que las células son totipotenciales, detallando en audio que es esta característica celular y se continúa con la diferenciación celular y el final del desarrollo embrionario.

Después del trabajo con el video en Windows Movie Maker®, se realizó un ejercicio multimedia utilizando el programa Macromedia® Flash 8®, que es un estudio de animación que trabaja sobre "fotogramas" y está destinado a la producción y entrega de contenido interactivo para diferentes audiencias de todo el mundo, sin importar la plataforma, en donde se pueden integrar imágenes, videos, textos y audios combinados y dirigidos por botones interactivos que el usuario puede manipular con toda libertad.

Una de las herramientas más útiles de este programa es la línea del tiempo, que permite integrar diversos medios en un mismo espacio, dando lugar a la interactividad del alumno con los contenidos de imagen, textos y audios. La línea de tiempo sirve para medir lo que tardará una animación. La sumatoria de los marcos equivale a los segundos que queremos que tenga en duración la animación. En forma predeterminada Flash viene con una velocidad de 12 cuadros por segundo. De esta manera, se concentran en una misma actividad todos los elementos que permitirán un adecuado proceso de enseñanza – aprendizaje.

En un ejercicio complementario hay una serie de fotografías obtenidas de páginas de internet, de libre acceso, como google imágenes y bing.com/imágenes; además de diferentes textos que el alumno va encontrando mediante botones de búsqueda, esto lo maneja el estudiante de manera libre para que por sí mismo vaya encontrando la información, sin limitarse ni ser dirigido. Finalmente hay un ejercicio de evaluación, un cuestionario (el mismo que se aplicó al inicio) y de manera independiente se elaboró un espacio de sugerencias.



Figura 5.- Portada

En la portada de la presentación se muestra el título (Figura 5), un par de imágenes tomadas de internet relacionadas con el tema a las cuales al colocar el cursor encima de ellas aparece un explicación escrita sobre qué es lo que se está observando; en la parte inferior derecha hay un botón que nos lleva a la siguiente página. Este tipo de botones sirven para desplazarnos de un fotograma a otro a través de la línea del tiempo.



Figura 6.- Índice y objetivos

En la segunda pantalla (Figura 6) se muestran los objetivos de aprendizaje del ejercicio, los botones de la parte inferior derecha ahora nos llevan hacia adelante y hacia atrás y en el índice aparecen 6 links que nos llevan de manera independiente a cada uno de los temas que se trabajan en la actividad.



Figura 7.- Fecundación

En la figura 7 se explica que es la fecundación y conforme se va revisando el tema, van apareciendo imágenes y texto adquiridos de las mismas fuentes que en las pantallas anteriores, que explican a detalle cada uno de los elementos de este proceso. A partir de esta pantalla los botones inferiores llevan, ya sea una pantalla hacia atrás o hacia adelante y directamente de regreso al índice al presionar inicio.

Conforme se avanza en las pantallas, se van integrando imágenes, texto, audio y video que explican detalladamente los diferentes procesos que ocurren después de la fecundación. El uso de los fotogramas y líneas de tiempo permite que se avance o retroceda por todo el trabajo, de esta manera el alumno puede revisar las veces que necesite cada elemento de la información, además de que este tipo de animaciones resultan bastante amigables para los estudiantes de bachillerato.

La compilación de imágenes, videos y textos se realizó previamente a la elaboración de la presentación, dejando en una carpeta especial cada elemento, para poder realizar las importaciones de material de manera accesible sin tener que abrir y cerrar el programa para buscar una nueva imagen o agregar un texto, de esta manera se tenía listo un borrador con todo lo necesario antes de comenzar con el diseño de las pantallas.

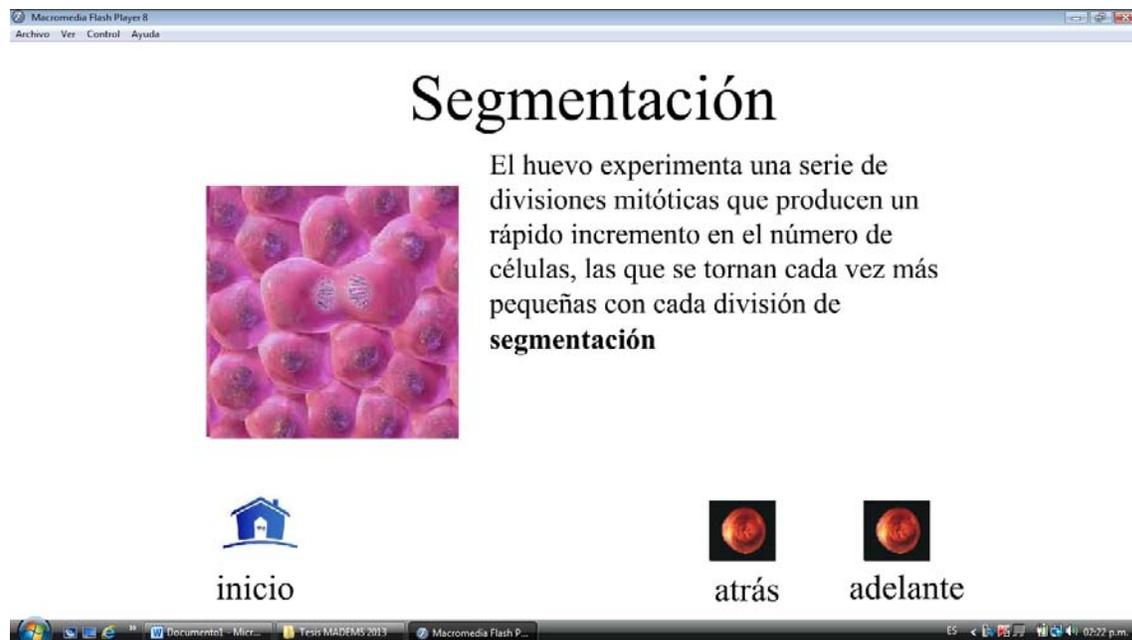


Figura 8.- Segmentación

De igual manera, en la figura ocho se explica qué es la segmentación, utilizando la misma información del video y del texto para el grupo control, utilizando las mismas herramientas de navegación en donde aparecen imágenes y texto.

Totipotencialidad



En etapas tempranas, todas las células son del mismo tamaño, y son totipotenciales. Sin embargo, las células conservan su **Totipotencialidad** durante solo unas pocas divisiones



inicio



atrás

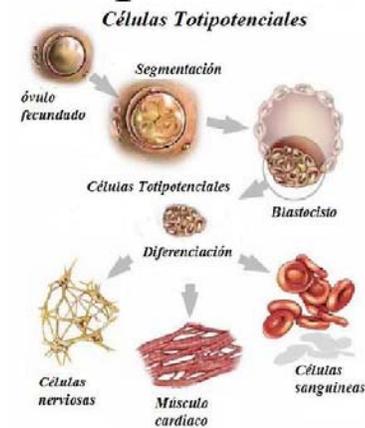


adelante

Figura 9.- Totipotencialidad

En la figura nueve se explica que es la totipotencialidad mostrando diversas imágenes, que van apareciendo al poner el cursor sobre la imagen inicial, de la misma manera, el texto va apareciendo conforme se pasa el cursor por los diferentes elementos de la pantalla.

Totipotencialidad



inicio



atrás



adelante

Figura 10.- Segunda pantalla para totipotencialidad

En una segunda pantalla para totipotencialidad (Figura 10) van apareciendo en imágenes las diferentes etapas por las que atraviesa una célula desde la fecundación hasta que se convierte en un tipo celular determinado.

Diferenciación

Las células descendientes de la parte interna de la mórula generarán la masa celular que dará origen al embrión, representando así la primera **diferenciación**

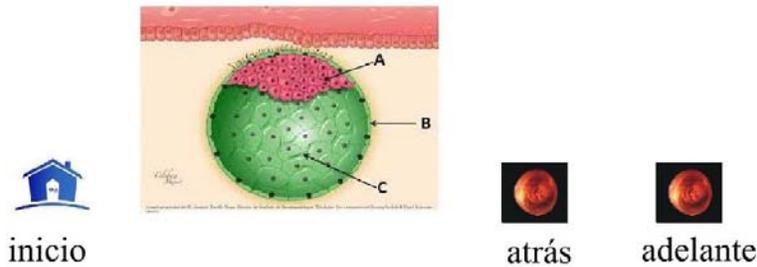


Figura 11.- Diferenciación

Se continúa navegando por las pantallas y se llega a la explicación textual y gráfica del proceso de diferenciación. (Figura 11).

Desarrollo Embrionario

Cuando el embrión humano tiene aproximadamente dos semanas se forma el tubo neural y aunque el embrión es muy pequeño, la mayoría de los órganos principales han comenzado a formarse

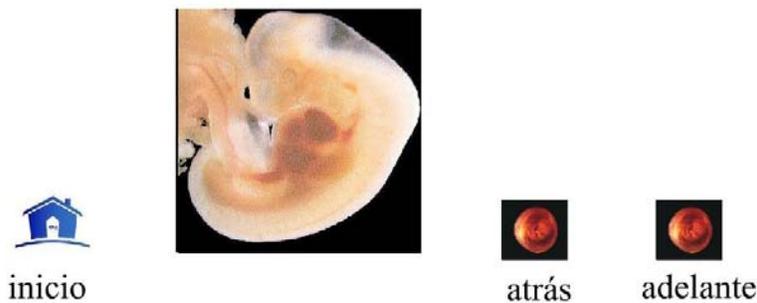


Figura 12.- Desarrollo embrionario

La siguiente parte del ejercicio muestra las distintas etapas del desarrollo embrionario (Figura 12) señalando la importancia que tuvieron los procesos iniciales de totipotencialidad y diferenciación en el crecimiento y desarrollo del embrión. Aquí también se utilizan imágenes adquiridas en páginas de internet de libre acceso, que muestran el crecimiento gradual del embrión y que el alumno va descubriendo conforma avanza en la pantalla.

Desarrollo Embrionario



Hacia el final del **segundo** mes, el embrión es llamado feto y tiene aspecto casi humano y hacia el final del **tercer** mes, todos los sistemas de órganos se han constituido.

Durante el **segundo trimestre** continúa el desarrollo de los órganos y durante el **trimestre final** hay un gran incremento de tamaño y peso. El **nacimiento** ocurre en promedio 266 días después de la **fecundación**



inicio



atrás



adelante

Figura 13.- Etapas finales del desarrollo embrionario

Las últimas etapas del desarrollo embrionario (Figura 13) se manejan de la misma manera, llegando hasta el nacimiento, que es lo que maneja el texto trabajado con el grupo control. (Anexo 2)

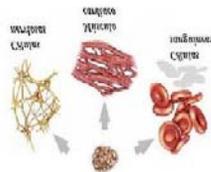
Evaluación

Instrucciones: Arrastra la imagen que corresponda con la palabra correcta

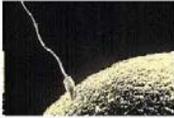
Fecundación



segmentación



diferenciación





inicio



atrás



adelante

Figura 14.- Evaluación

Finalmente, hay un ejercicio de evaluación (Figura 14), en donde se tienen que arrastrar imágenes y palabras para complementar la información, la última pantalla muestra el cuestionario que se manejó al principio, con el que se hará la evaluación final del presente trabajo.

8.4 Aplicación de la estrategia didáctica

Las actividades llevadas a cabo durante la aplicación de la estrategia didáctica fueron las siguientes:

1.- Los 54 alumnos fueron divididos de manera aleatoria en tres grupos de 18 integrantes cada uno.

a) A dos de los grupos se le dio la clase utilizando el material diseñado.

b) En un tercer grupo (grupo control) se dio la clase sin contacto alguno con el material didáctico, es decir, a este grupo no se le aplicó la estrategia y se dio la clase con base en la dinámica “trabajo en grupos cooperativos” entregando por equipos el texto de “Desarrollo embrionario” (anexo 2) de Helena Curtis y Sue Barnes.

c) Con este texto los alumnos del grupo control elaboraron un mapa mental, se expusieron los resultados y se hizo una retroalimentación en forma de plenaria. Para evitar la contaminación del grupo control por transferencia de información entre sus compañeros, la aplicación se hizo el día viernes previo a las vacaciones de semana santa en las últimas horas de clase, esto limitó el contacto de los alumnos, al menos en los temas escolares durante dos semanas.

2.- Comparación de conocimientos adquiridos

Una vez aplicada la estrategia didáctica, después de las vacaciones, durante la primera semana de clase, se realizó una comparación estadística utilizando la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, utilizando el programa *Statistica* versión 8.1, entre los grupos 1 y 2 a los que se aplicó la estrategia y el grupo 3 o grupo control, mediante la aplicación del mismo cuestionario que se contestó durante la fase uno de este trabajo, siguiendo la misma dinámica, es decir, sin avisar a los alumnos que se aplicaría, sin apoyos de ningún tipo y vigilados por un profesor neutral. Posteriormente se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Kruskal- Wallis para comparar entre los diferentes grupos como se muestra en el capítulo 8.

9.- Resultados y análisis

Los resultados obtenidos en los cuestionarios aplicados antes y después de la aplicación del material didáctico, en la primera tabla se observan las calificaciones obtenidas (en un rango de 0 a 10) en los tres grupos. En las tablas posteriores se muestra cómo fueron contestados los cuestionarios, analizando si las preguntas se respondieron de manera correcta, parcialmente correcta, incorrecta o si no fue contestada. Por cada grupo se tienen 18 cuestionarios y las siete preguntas de cada cuestionario (ver anexo 1).

Calificación numérica

Estos resultados se tomaron partiendo del valor asignado a cada una de las preguntas del cuestionario, un punto a cada una de las primeras cuatro preguntas y dos puntos a las últimas tres preguntas. En el caso de que alguna pregunta fuera contestada parcialmente se determinó poner la mitad del valor de dicha pregunta.

En los tres grupos de estudio se encontró que la calificación promedio en la primera etapa oscila entre el 1.0 y el 1.38 (anexo 3), lo cual no resulta sorprendente, ya que las preguntas del cuestionario se refieren a temas que los alumnos nunca antes habían visto, el desarrollo embrionario se abarca solamente de manera superficial en secundaria y los términos totipotencialidad y diferenciación son totalmente desconocidos hasta el momento.

Una vez que se llevaron a cabo las clases sobre el tema con los tres grupos, utilizando la estrategia didáctica diseñada en los grupos 1 y 2 y una clase tradicional en el grupo 3, se observó que la calificación promedio del grupo 1 es de 5.8 y de 8.25 y 8.48 para los grupos 2 y 3 respectivamente (anexo 3), lo que sugiere que la aplicación de las herramientas multimedia sí influyó en los promedios de los grupos.

Prueba estadística

Análisis de normalidad.

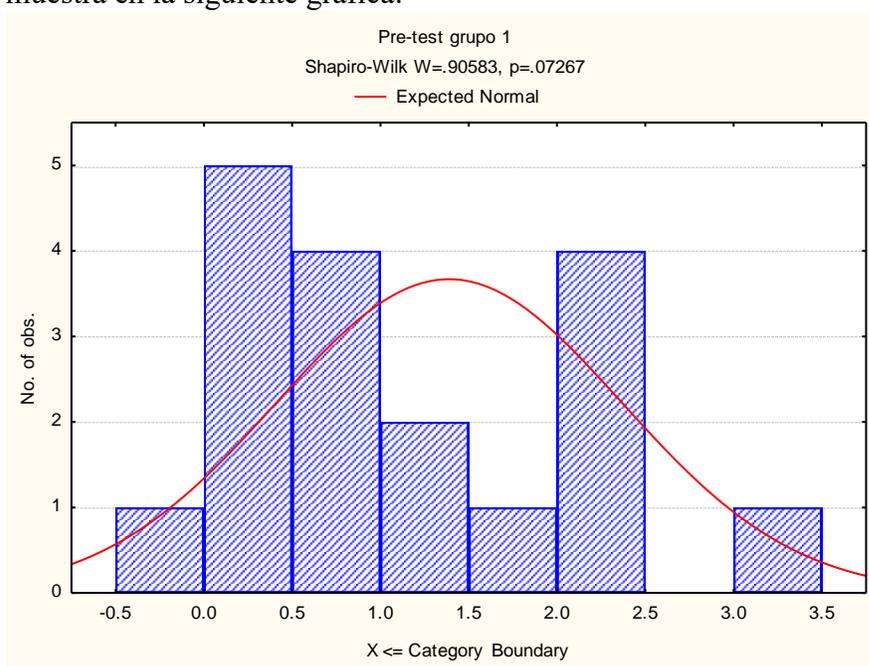
Para decidir que prueba estadística utilizar se procedió a llevar a cabo la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, utilizando el programa STATISTICA ver. 8.1. Se contrastaron las siguientes hipótesis:

Ho: Si $p \geq 0.05$ los datos se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Ha: Si $p < 0.05$ los datos no se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Análisis de la normalidad del pre-test del grupo 1.

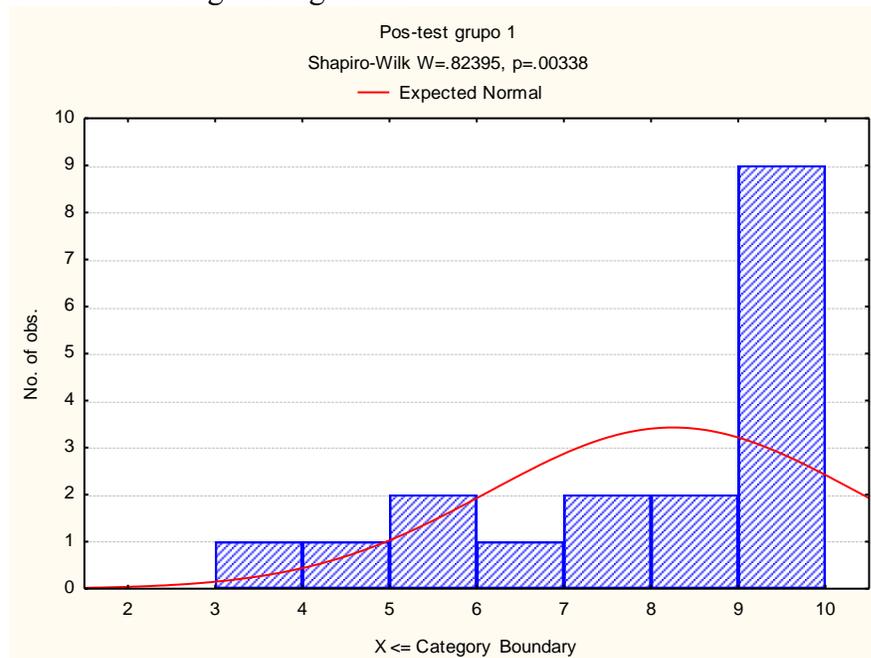
Al aplicar el análisis de Shapiro-Wilk al pre-test del grupo 1 se obtuvo el resultado que se muestra en la siguiente gráfica:



En esta podemos ver que la probabilidad observada es igual a $p=0.07267$, la cual es mayor a 0.05, esto significa que los datos se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Análisis de la normalidad del pos-test del grupo 1.

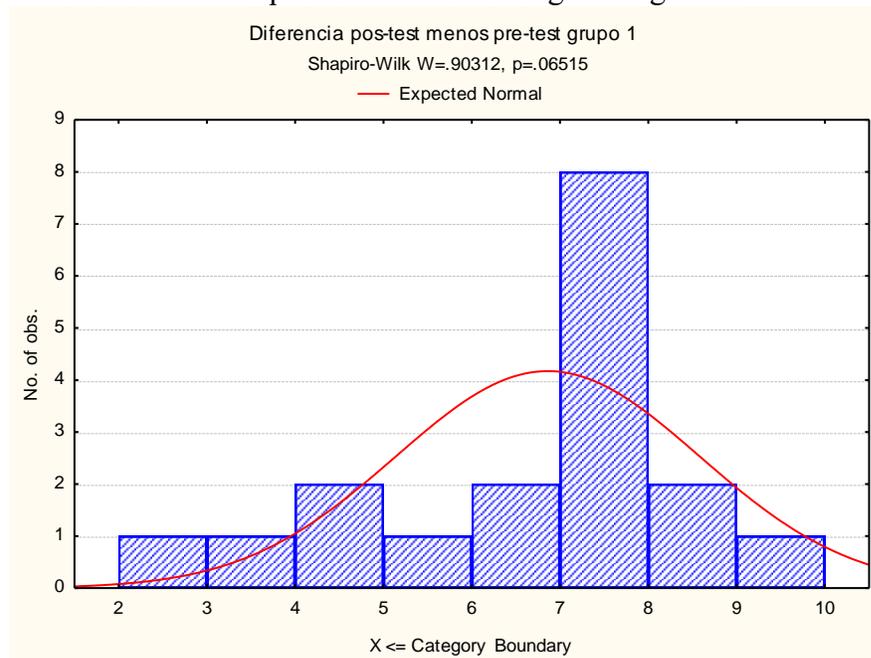
Al aplicar el análisis de Shapiro-Wilk al pos-test del grupo 1 se obtuvo el resultado que se muestra en la siguiente gráfica:



En esta podemos ver que la probabilidad observada es igual a $p=0.00338$, la cual es menor a 0.05 , esto significa que los datos no se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Análisis de la normalidad de la diferencia pos-test menos pre-test del grupo 1.

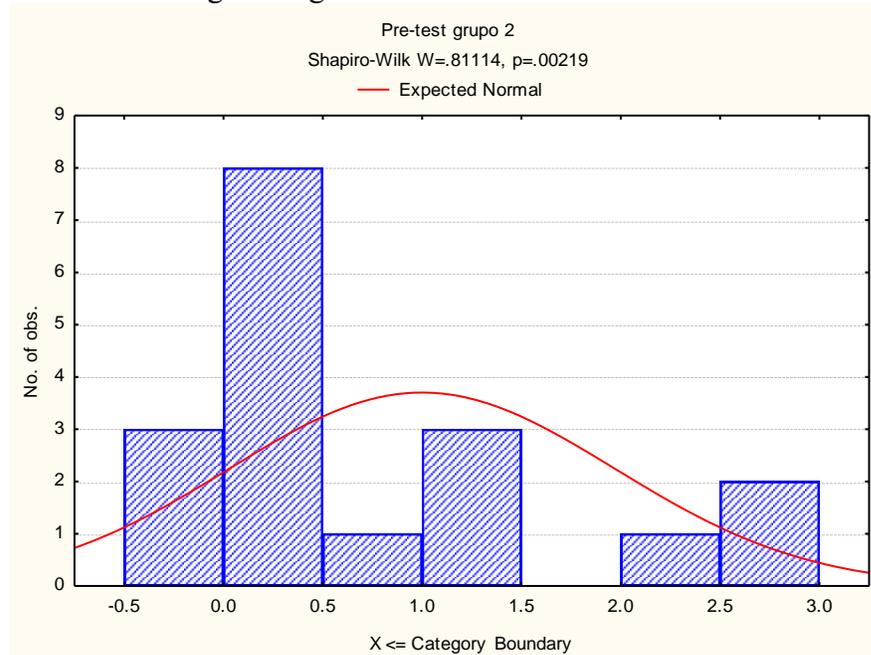
Al aplicar el análisis de Shapiro-Wilk de la diferencia pos-test menos pre-test del grupo 1 se obtuvo el resultado que se muestra en la siguiente gráfica:



En esta podemos ver que la probabilidad observada es igual a $p=0.06515$, la cual es mayor a 0.05 , esto significa que los datos se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Análisis de la normalidad del pre-test del grupo 2.

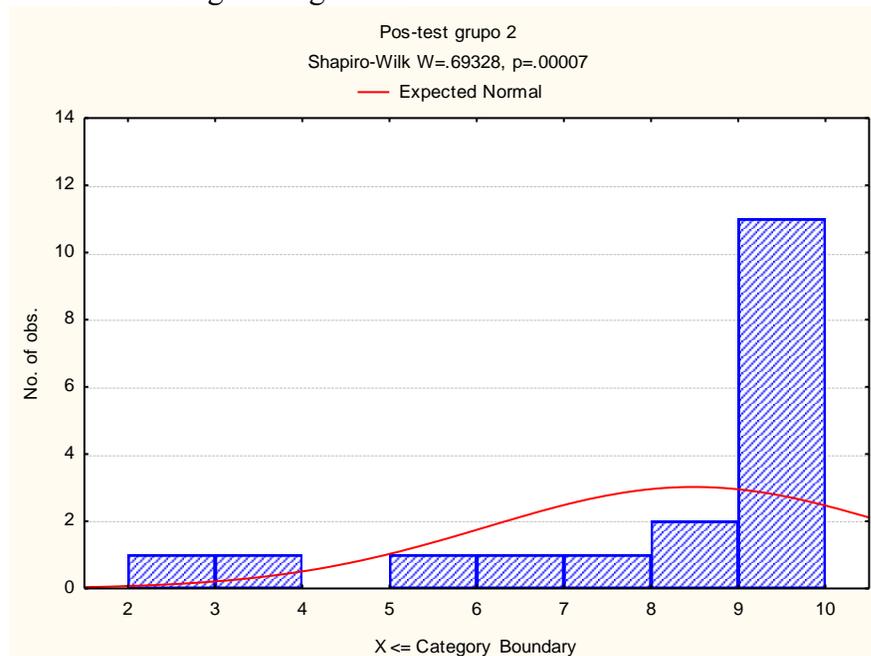
Al aplicar el análisis de Shapiro-Wilk al pre-test del grupo 2 se obtuvo el resultado que se muestra en la siguiente gráfica:



En esta podemos ver que la probabilidad observada es igual a $p=0.00219$, la cual es menor a 0.05, esto significa que los datos no se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Análisis de la normalidad del pos-test del grupo 2.

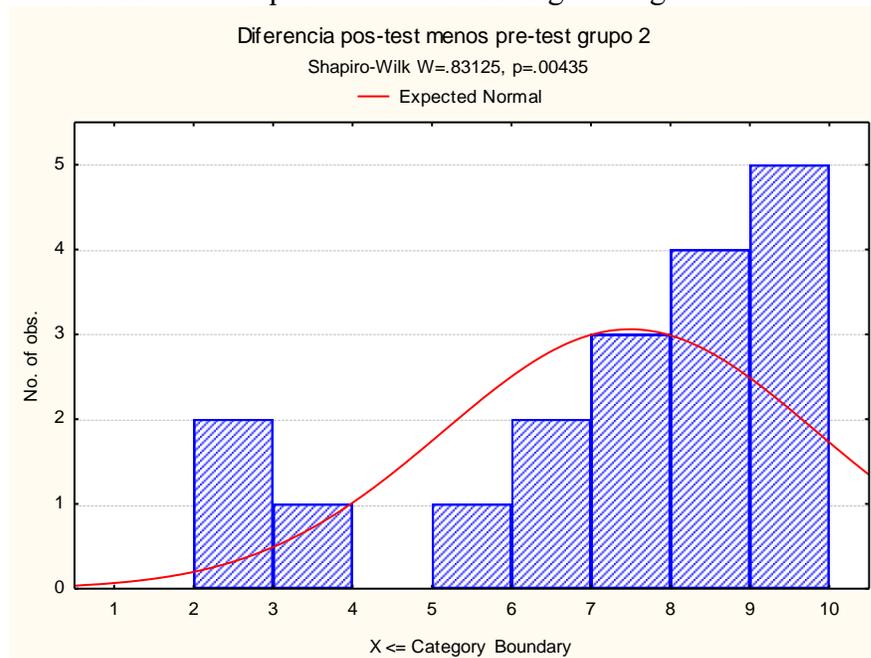
Al aplicar el análisis de Shapiro-Wilk al pos-test del grupo 2 se obtuvo el resultado que se muestra en la siguiente gráfica:



En esta podemos ver que la probabilidad observada es igual a $p=0.00007$, la cual es menor a 0.05, esto significa que los datos no se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Análisis de la normalidad de la diferencia pos-test menos pre-test del grupo 2.

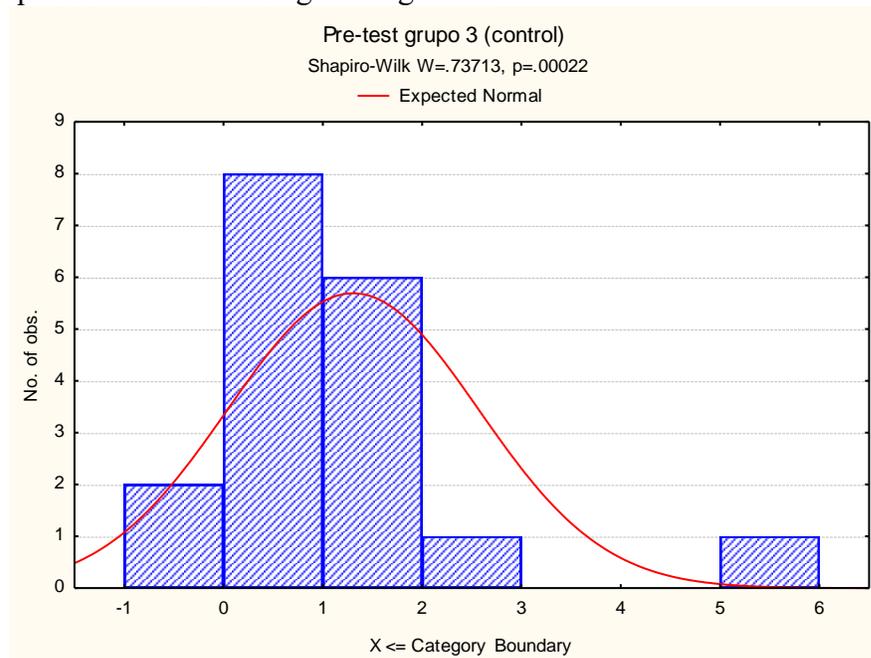
Al aplicar el análisis de Shapiro-Wilk de la diferencia pos-test menos pre-test del grupo 2 se obtuvo el resultado que se muestra en la siguiente gráfica:



En esta podemos ver que la probabilidad observada es igual a $p=0.00435$, la cual es menor a 0.05, esto significa que los datos no se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Análisis de la normalidad del pre-test del grupo 3 (control).

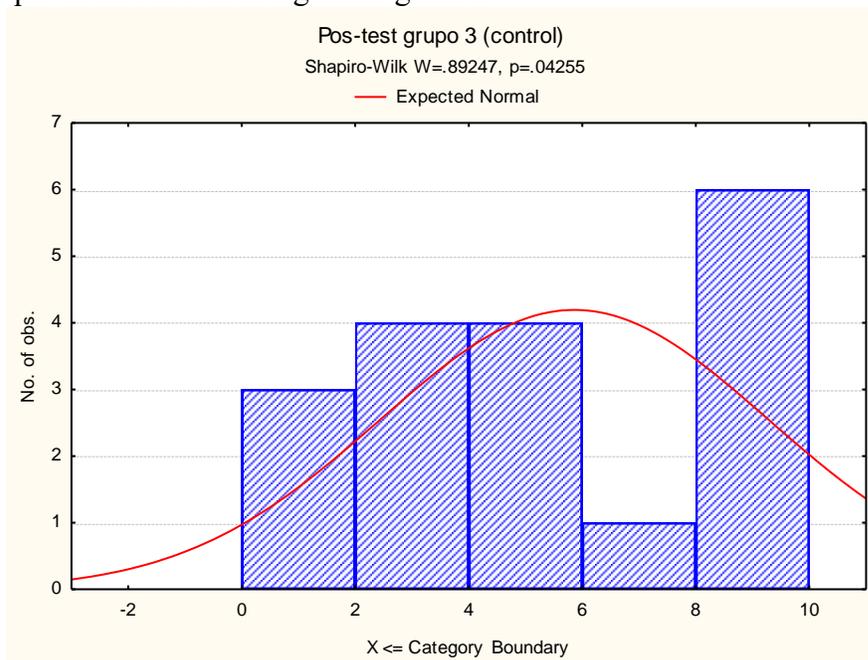
Al aplicar el análisis de Shapiro-Wilk al pre-test del grupo 3 (control) se obtuvo el resultado que se muestra en la siguiente gráfica:



En esta podemos ver que la probabilidad observada es igual a $p=0.00022$, la cual es menor a 0.05, esto significa que los datos no se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Análisis de la normalidad del pos-test del grupo 3 (control).

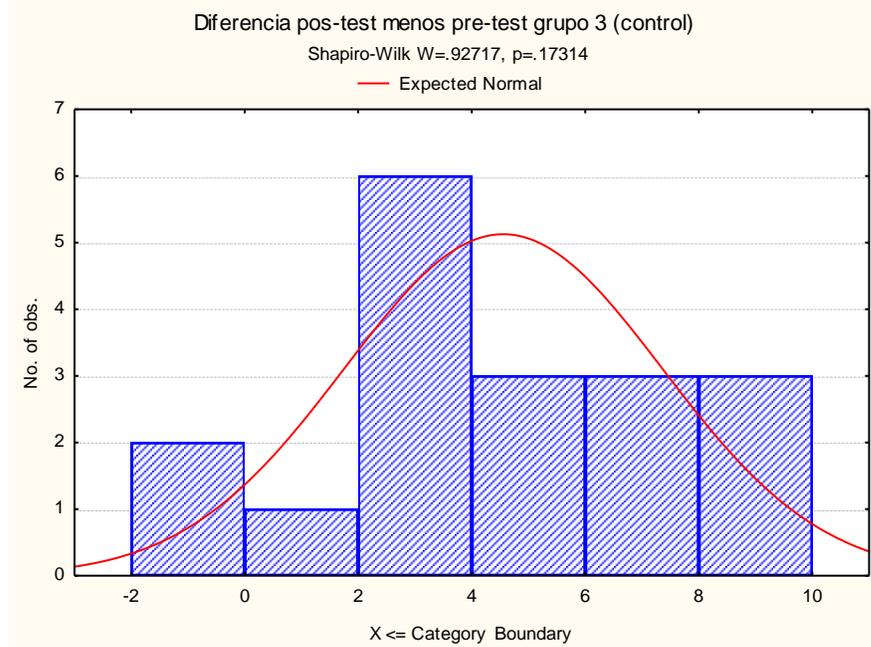
Al aplicar el análisis de Shapiro-Wilk al pos-test del grupo 3 (control) se obtuvo el resultado que se muestra en la siguiente gráfica:



En esta podemos ver que la probabilidad observada es igual a $p=0.04255$, la cual es menor a 0.05 , esto significa que los datos no se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Análisis de la normalidad de la diferencia pos-test menos pre-test del grupo 3 (control).

Al aplicar el análisis de Shapiro-Wilk de la diferencia pos-test menos pre-test del grupo 3 (control) se obtuvo el resultado que se muestra en la siguiente gráfica:



En esta podemos ver que la probabilidad observada es igual a $p=0.17314$, la cual es mayor a 0.05, esto significa que los datos se distribuyen de acuerdo a una curva normal.

Comparación de los resultados del pre-test entre los grupos 1, 2 y 3(control).

Debido a que los resultados del pre-test no tuvieron comportamiento normal en los grupos 2 y 3 (control) no se puede aplicar una prueba paramétrica, por lo cual se decidió aplicar la prueba de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis para muestras independientes, utilizando el programa STATISTICA ver. 8.1. Las hipótesis a contrastar fueron:

Ho: Si $p \geq 0.05$ son iguales los resultados de pre-test entre los grupos 1, 2 y 3(control).

Ha: Si $p < 0.05$ al menos son diferentes los resultados de pre-test entre alguno de los grupos.

El resultado obtenido se muestra en la siguiente tabla:

Prueba de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis del pre-test entre los grupos 1, 2 y 3(control) H (2, N= 54) =2.090885 p=.3515			
	Grupo 1 - R:30.639	Grupo 2 - R:23.417	Grupo 3 (control) - R:28.444
Grupo 1		0.505329	1.000000
Grupo 2	0.505329		1.000000
Grupo 3 (control)	1.000000	1.000000	

En la tabla anterior se puede observar que no son distintos los resultados del pre-test entre los grupos 1, 2 y 3 (control), resultado esperado dado que al comienzo del estudio se considera que todos los grupos son homogéneos en cuanto a las respuestas que proporcionan en los pre-test.

Comparación de los resultados del pos-test entre los grupos 1, 2 y 3(control).

Debido a que los resultados del pos-test no tuvieron comportamiento normal ninguno de los grupos, no se puede aplicar una prueba paramétrica, por lo cual se decidió aplicar la prueba de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis para muestras independientes utilizando el programa STATISTICA ver. 8.1. Las hipótesis a contrastar fueron:

Ho: Si $p \geq 0.05$ son iguales los resultados de pre-test entre los grupos 1, 2 y 3 (control).

Ha: Si $p < 0.05$ al menos son diferentes los resultados de pre-test entre alguno de los grupos.

El resultado obtenido se muestra en la siguiente tabla:

Prueba de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis del pos-test entre los grupos 1, 2 y 3(control) H (2, N= 54) =6.924045 p =.0314			
	Grupo 1 - R:29.583	Grupo 2 - R:32.833	Grupo 3 (control) - R:20.083
Grupo 1		1.000000	0.210154
Grupo 2	1.000000		0.045131
Grupo 3 (control)	0.210154	0.045131	

En ésta se puede observar que existen diferencias entre el grupo 1 y 3 (control) ($p=0.045131 < 0.05$), teniendo una mejor ejecución del pos-test el grupo 2 (R: 32.833 del grupo 2 contra R: 20.083 del grupo 3(control)). En el caso del grupo 1, este tiene una ejecución intermedia entre el grupo 2 y el 3 (control), pero no es significativamente diferente a ambos. Estos resultados proporcionan evidencias suficientes para considerar que la estrategia puede funcionar en algunos casos (grupo 2), pero es necesario realizar un análisis más profundo de las características de los grupos para poder determinar en qué condiciones posee su máxima eficiencia.

Comparación de los resultados de la diferencia pos-test menos pre-test entre los grupos 1, 2 y 3(control).

Debido a que la diferencia pos-test menos pre-test del grupo 2 no presentó un comportamiento normal no se puede aplicar una prueba paramétrica, por lo cual se decidió aplicar la prueba de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis para muestras independientes utilizando el programa STATISTICA ver. 8.1. Las hipótesis a contrastar fueron:

Ho: Si $p \geq 0.05$ son iguales los resultados de pre-test entre los grupos 1, 2 y 3 (control).

Ha: Si $p < 0.05$ al menos son diferentes los resultados de pre-test entre alguno de los grupos.

El resultado obtenido se muestra en la siguiente tabla:

Prueba de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis para la diferencia pos-test menos pre-test entre los grupos 1, 2 y 3(control) H (2, N= 54) =10.95838 p =.0042			
	Grupo 1 - R:29.111	Grupo 2 - R:35.222	Grupo 3 (control) - R:18.167
Grupo 1		0.731640	0.110658
Grupo 2	0.731640		0.003433
Grupo 3 (control)	0.110658	0.003433	

En ésta se puede observar que existen diferencias entre el grupo 1 y 3 (control) ($p=0.003433 < 0.05$) teniendo una mayor diferencia pos-test menos pre-test el grupo 2 (R: 35.222 del grupo 2 contra R: 18.167 del grupo 3(control)), lo que implica que tuvieron un mayor aprendizaje. En el caso del grupo 1, este tiene una diferencia pos-test menos pre-test intermedia entre el grupo 2 y el 3 (control), pero no es significativamente diferente a ambos. Estos resultados proporcionan evidencias suficientes para considerar que la estrategia puede resultar en un mayor aprendizaje en algunos casos (grupo 2).

Las preguntas hechas en los cuestionarios fueron también analizadas con la prueba estadística de X^2 y los resultados de este análisis estadístico se muestran en el anexo 4.

Las tablas de resultados (anexo 3) muestran en primer lugar que durante la primera etapa no hay diferencias notables en la manera de responder de los tres grupos, se puede observar que no se tienen amplios conocimientos previos sobre el tema, ya que prácticamente no hay respuestas correctas, solo se tiene tres respuestas correctas en el grupo uno, ninguna en el grupo dos y solamente dos respuestas correctas en el grupo tres; aunado a esto hay un gran número de respuestas parcialmente correctas e incorrectas y también muchas preguntas que quedaron sin respuesta en los tres grupos. Este hecho no es difícil de entender, ya que como se mencionó en el apartado 9.1 ninguno de los alumnos había cursado antes la materia y en los cursos anteriores no se trata en ninguna materia sobre este tema.

En la pregunta uno sobre ¿Qué es el desarrollo embrionario? Se observa que la gran mayoría (45 alumnos de 54) contestan parcialmente, lo que sugiere que los alumnos de sexto semestre de preparatoria tienen una idea vaga sobre el tema y no alcanzan a expresar de forma clara a que se refiere este proceso. Ya en la pregunta dos sobre los procesos más importantes en el desarrollo embrionario, se observa que disminuye el número de respuestas parcialmente correctas a 22 y la mayoría de los alumnos (32) tienen la respuesta como incorrecta, esto indica que los alumnos en este nivel tienen una idea de que es el desarrollo embrionario pero desconocen totalmente cuáles son sus procesos. Lo mismo pasa con la pregunta tres sobre las células encontradas al inicio del desarrollo; sin embargo, si hay una considerable número (31) de respuestas parcialmente correctas en la pregunta cuatro que inquiriere sobre el tipo de células encontradas al final del desarrollo. Finalmente en las tres últimas preguntas del cuestionario, que son las que tratan directamente sobre los conceptos de totipotencialidad y diferenciación, es evidente que la gran mayoría de los alumnos no conoce tales conceptos.

Para los resultados obtenidos después de haber aplicado el material didáctico se puede decir en general que en los tres grupos se observa claramente el aumento en respuestas correctas para las siete preguntas y en consecuencia una disminución en respuestas incorrectas y en preguntas sin respuesta, esto se puede atribuir a que en los tres grupos se dio la clase en donde se explica el tema, en los grupos 1 y 2 utilizando el material didáctico diseñado y en el grupo 3 utilizando otras estrategias pero sin descuidar el contenido. Lo que resulta importante para los propósitos del presente trabajo es que en los grupos a los que se les aplicó el material didáctico hay una mayor cantidad de respuestas correctas que en el grupo control y esto se hace más evidente en las preguntas 5, 6 y 7 que, como ya se mencionó son las que representan directamente a los conceptos totipotencialidad y diferenciación.

Finalmente, el análisis estadístico utilizado (ji-cuadrada) muestra que si hay diferencias significativas entre los grupos experimentales 1 y 2 con el grupo control en algunas de las respuestas, ya que, se procedió a buscar en las tablas de la distribución de la Ji- cuadrada el valor para 2 grados de libertad y una $p < 0,05$ y se observó que es de 5.99 y la mayoría de los valores son menores a esta cifra.

10.- Conclusiones

Luego de haber aplicado la estrategia multimedia y de haber analizado los resultados obtenidos de los cuestionarios aplicados antes y después de la clase con el material didáctico diseñado y tras comparar a los dos grupos experimentales con el grupo control, se llegó a las siguientes conclusiones:

Los objetivos del presente trabajo fueron cubiertos satisfactoriamente, se elaboró satisfactoriamente una estrategia didáctica en formato multimedia en el cual se presentaron los conceptos totipotencialidad y diferenciación dentro del tema de desarrollo embrionario a los alumnos del sexto semestre de preparatoria del Colegio Inglés Michael Faraday. Así mismo, se evaluó el uso de dicha estrategia y se observó que su aplicación fue satisfactoria.

La hipótesis planteada fue correcta, ya que la utilización de material multimedia como apoyo didáctico permitió un mayor aprendizaje de los conceptos totipotencialidad y diferenciación en los alumnos, en comparación con los alumnos a los que se les explicó el mismo tema sin dicho material. Sin embargo, es necesario considerar que al trabajar con personas, con muy diversas formas de pensar y de actuar ante cada una de las situaciones que vive en el aula, resulta impredecible la reacción de cada grupo al utilizar nuevas estrategias docentes; por tal motivo, cada profesor debe ajustar sus planeaciones didácticas a las características generales del grupo que está atendiendo en su momento.

Los resultados obtenidos difieren considerablemente, de los trabajos presentados por Torres (2010) y por Quiroz (2012), a quienes la utilización de una estrategias didácticas multimedia, ya sea por el uso sistemático de las TIC o con Macromedia® Flash 8® respectivamente, no les reportaron un avance significativo para el aprendizaje de sus alumnos; lo que se puede interpretar como una argumentación en contra a lo esperado en el presente trabajo de investigación.

Por el contrario, los resultados del presente trabajo si coinciden con las investigaciones de Portet y colaboradores (2001), Viveros (2004), Arjona (2006), Saiz (2008), Cituk y Álvarez (2010), Santos (2013), Luna (2014) y Osorio (2015), a quienes el uso de materiales multimedia de muy diversas índoles y en diferentes temas, les resultaron favorables en el proceso de enseñanza aprendizaje, consiguiendo que sus alumnos obtuvieran mejores resultados en la comprensión de cada materia. Así en el caso particular de este trabajo, los conceptos de totipotencialidad y diferenciación fueron mejor utilizados en el cuestionario final por los alumnos que tuvieron acceso a la estrategia multimedia, que por aquellos que tuvieron la misma información pero manejada desde una perspectiva de clase tradicional.

Aunque la utilización de materiales impresos y estrategias didácticas convencionales, como el trabajo en grupos cooperativos y la elaboración de evidencias de trabajo, como mapas mentales o mapas conceptuales siguen y seguirán siendo un medio indispensable y eficaz para la educación, no se pueden dejar de reconocer los avances que la tecnología nos brinda, por lo que es de incomparable utilidad incorporar al proceso educativo medios audiovisuales, como los que se pueden elaborar con programas sencillos como Windows Movie Maker® y Macromedia® Flash 8®, que dan lugar a estas novedosas técnicas de educación.

Lo anterior proporciona argumentos a los profesores y los diversos especialistas en el ámbito de la educación, a tener un acercamiento con estas nuevas herramientas, de tal manera que los requerimientos para los docentes no se limiten al simple conocimiento y uso de los libros y materiales impresos de cada materia, sino que, aunado a ese conocimiento, se requiere el uso frecuente de las herramientas tecnológicas.

ANEXO 1

Universidad Nacional Autónoma de México, FES Iztacala MADEMS Biología

Cuestionario diagnóstico sobre desarrollo embrionario para alumnos de bachillerato del Colegio Inglés Michael Faraday

Nombre del alumno: _____

Grado. _____ Institución: _____

Responde las siguientes preguntas de manera amplia; si no sabes la respuesta, escribe lo que creas conveniente o la primera idea que te genere la pregunta.

1.- ¿Qué es el desarrollo embrionario?

2.- ¿Cuáles son los procesos más importantes en el desarrollo embrionario?

3.- ¿Qué tipo de células se encuentran al inicio del desarrollo embrionario?

4.- ¿Qué tipo de células se encuentran al final del desarrollo embrionario?

5.- ¿Cómo se forman los tejidos en el desarrollo embrionario?

6.- ¿Qué es la totipotencialidad?

7.- ¿Qué es la diferenciación?

ANEXO 2

COLEGIO INGLÉS MICHAEL FARADAY A.C.

BIOLOGÍA V

DESARROLLO EMBRIONARIO (Por Curtís, H. y Barnes, S. 2001)

La fecundación del ovocito por parte del espermatozoide ocurre habitualmente en el oviducto luego, el huevo o embrión desciende por este. Simultáneamente experimenta una serie de divisiones mitóticas que producen un rápido incremento en el número de células. Estas células, (las blastómeras), se tornan cada vez más pequeñas con cada división de segmentación.

En las etapas tempranas, todas las células son del mismo tamaño, y son totipotenciales. Sin embargo, las células mantienen su **totipotencialidad** durante solo unas pocas divisiones.

En un principio, el embrión depende exclusivamente del control genético materno y su desarrollo es sostenido por las proteínas, RNA, mitocondrias y otros componentes celulares pertenecientes al ovocito. Esto ocurre hasta que se activa la transcripción en el genoma embrionario. Una vez que el embrión se encuentra en el estadio de mórula, puede ingresar en el útero

El diminuto embrión que ha alcanzado la etapa de blastocisto invade el endometrio. Una vez realizada la implantación, comienza a formarse la placenta.

Por un proceso de compactación se diferencian dos tipos de grupos celulares, uno de los cuales formará el trofoblasto. Las células trofoblásticas no son capaces de producir ninguna célula del embrión propiamente dicho, pero son necesarias para la implantación del embrión en la pared uterina. Las células descendientes de las células internas de la mórula generarán la masa celular interna, la cual dará origen al embrión. Así, la distinción entre blastómeras del trofoblasto y de la masa celular interna representa la primera **diferenciación celular** en el desarrollo de mamíferos.

La mórula adquiere luego una cavidad interna, (el blastocele). La masa celular interna se posiciona sobre un lado del anillo de células trofoblásticas y esta estructura, el blastocisto, es bastante diferente de las examinadas hasta ahora. El trofoblasto es el precursor del corion. Cuando el embrión alcanza el útero, sale a través de la zona pelúcida y así puede adherirse a la pared uterina, durante el día 6 del desarrollo. Alrededor de 2 o 3 días después que el embrión llega al útero, el trofoblasto hace contacto con el epitelio uterino. El embrión humano es endocrinológicamente activo antes de la implantación; produce estrógenos -que tienen un efecto local sobre el endometrio- y gonadotropina coriónica humana (HCG), la cual estimula al cuerpo lúteo y éste, así, continúa la producción de estrógenos y progesterona. Esto impide la menstruación y protege, de esta manera al embarazo.

En la implantación el embrión penetra en los tejidos del endometrio y es rodeado por vasos sanguíneos rotos y por la sangre llena de nutrientes que escapa de ellos; en este momento, la sangre materna entra en contacto directo con el trofoblasto embrionario.

Al implantarse el embrión, comienzan a desarrollarse las membranas extraembrionarias que tienen interesantes similitudes y diferencias con las membranas presentes en el desarrollo de aves y reptiles. En primer lugar, el saco vitelino no tiene vítelo. Se forma la cavidad amniótica que forma la segunda membrana extraembrionaria, el amnios. Como en el pollo, la cavidad amniótica está llena con el líquido amniótico y así, el embrión se desarrolla en un medio acuoso.

La tercera membrana es el corion, una combinación de células del trofoblasto y del mesodermo extraembrionario que crece a partir del propio embrión. El corion representa la porción embrionaria de la placenta y permite al feto tomar oxígeno y nutrientes de la madre. También es capaz de secretar hormonas que ayudan al útero materno a

retener el embrión y de producir reguladores de la respuesta inmune que evitan el rechazo materno del embrión. Alrededor del decimocuarto día, comienzan a formarse la placenta madura.

En los seres humanos y otros mamíferos, la alantoides se origina el saco vitelino. En estos organismos, los desechos metabólicos son transportados en forma de urea y amoníaco al torrente sanguíneo materno a diferencia de lo que ocurre en el pollo, en el que son almacenados en forma de ácido úrico.

En los mamíferos, la implantación del embrión y el desarrollo de la placenta son requisitos esenciales para el desarrollo fisiológico normal del feto. Las vellosidades coriónicas otorgan una enorme superficie de intercambio. La placenta se forma como resultado de las interacciones de un tejido materno -el endometrio- con el corion extraembrionario, y está ricamente irrigada por ambos. Sin embargo, los sistemas circulatorios extraembrionarios y materno no están conectados de manera directa, de modo que las células sanguíneas de la madre y del embrión no se mezclan.

Desde la placenta, se proyectan numerosas vellosidades coriónicas digitiformes al espacio de la sangre materna en la pared del útero. La sangre que llena estos espacios de la placenta procede de ramificaciones de la arteria uterina.

A través de la delgada barrera que separa la sangre materna de la fetal, ocurre intercambio de diversas sustancias: nutrientes solubles, oxígeno, agua y sales pasan a la vena umbilical desde la sangre de la madre, el dióxido de carbono y los desechos nitrogenados, llevados a la placenta por las arterias umbilicales, pasan a la sangre de la madre. Algunas sustancias tóxicas atraviesan fácilmente la placenta y también lo hacen algunas drogas. La permeabilidad de la placenta a diferentes sustancias depende del peso molecular de esas sustancias. Aunque la placenta teóricamente previene el pasaje de microorganismos desde la madre al feto, algunos patógenos pueden provocar en el feto enfermedades graves. Los virus atraviesan fácilmente la placenta y también pueden causar enfermedades severas en el feto o embrión. Así, la placenta es el órgano excretor del embrión, y es, asimismo, su superficie respiratoria y su fuente de nutrición.

Cuando el embrión humano tiene aproximadamente dos semanas, se forma una línea primitiva seguida por el desarrollo de una placa neural y un surco neural que se pliega formando el tubo neural. Aunque el embrión es aún muy pequeño, la mayoría de los órganos principales han comenzado a formarse en estas semanas muy tempranas.

Hacia el final del segundo mes, el embrión, llamado ahora feto, tiene aspecto casi humano, aunque solamente pesa aproximadamente 1 gramo. Hacia el final del tercer mes, todos los sistemas de órganos se han constituido.

Durante el segundo trimestre continúa el desarrollo de los sistemas de órganos, y durante el trimestre final hay un gran incremento en el tamaño y en el peso. El nacimiento ocurre, en promedio, 266 días después de la fecundación.

El tapón cervical está compuesto principalmente de moco. Se desarrolla por influencia de la progesterona y sirve para mantener a las bacterias y otros agentes infecciosos fuera del útero. En el 95% de todos los nacimientos, el feto se encuentra con la cabeza hacia abajo.

El parto se divide en tres etapas: la dilatación, la expulsión y la etapa placentaria. La dilatación comienza con el inicio de contracciones del útero y finaliza con la dilatación completa o apertura del cuello del útero. En esta etapa habitualmente ocurre la ruptura del saco amniótico (también llamado "bolsa") con la expulsión de fluidos.

La segunda etapa o etapa de expulsión comienza con la dilatación completa del cuello y la aparición de la cabeza del bebé en el cuello del útero. La tercera etapa, o etapa placentaria, comienza inmediatamente después del nacimiento del bebé. También implica contracciones del útero y la expulsión del fluido, de sangre y finalmente de placenta con el cordón umbilical unido. Esta etapa también es llamada post nacimiento.

Anexo 3. Tablas de resultados en las calificaciones por grupos antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica.

Grupo 1

Alumno	Calificación Pre-Test	Calificación Post-Test
1	2.5	10
2	0.5	8
3	1.5	9.5
4	2.5	10
5	0.5	3.5
6	0.5	6.5
7	1	9.5
8	2.5	10
9	2.5	10
10	3.5	10
11	1	5
12	0.5	10
13	1	5.5
14	0.5	7.5
15	2	10
16	0	8.5
17	1.5	9
18	1	6

Grupo 2

Alumno	Calificación Pre-Test	Calificación Post-Test
1	0.5	10
2	3	10
3	0.5	3
4	0	7.5
5	1.5	10
6	0.5	8.5
7	2.5	5.5
8	0.5	10
9	3	10
10	0.5	10
11	0	10
12	0.5	6.5
13	0.5	8.5
14	1.5	10
15	0	3.3
16	0.5	10
17	1.5	10
18	1	10

Grupo 3

Alumno	Calificación Pre-Test	Calificación Post-Test
1	1.5	5
2	0	3
3	1.5	8
4	1	1
5	3	10
6	1.5	10
7	0.5	4
8	5.5	10
9	0.5	6
10	1	1
11	1.5	10
12	1	4.5
13	1	6
14	0	0.5
15	1.5	9
16	0.5	4
17	0.5	3.5
18	1.5	10

Resultados no numéricos Primera etapa

Grupo 1					
Pregunta	Correcta	Parcialmente correcta	Incorrecta	Sin respuesta	Total
1	0	15	3	0	18
2	0	8	10	0	18
3	1	3	14	0	18
4	2	12	2	2	18
5	0	2	14	2	18
6	0	0	17	1	18
7	0	1	16	1	18

Grupo 2					
Pregunta	Correcta	Parcialmente correcta	Incorrecta	Sin respuesta	Total
1	0	15	2	1	18
2	0	6	10	2	18
3	0	2	13	3	18
4	0	7	9	2	18
5	0	1	12	5	18
6	0	2	11	5	18
7	0	0	14	4	18

Grupo 3 (control)					
Pregunta	Correcta	Parcialmente correcta	Incorrecta	Sin respuesta	Total
1	0	15	3	0	18
2	0	8	10	0	18
3	0	2	14	2	18
4	1	12	2	3	18
5	0	1	17	0	18
6	1	1	14	2	18
7	0	0	16	2	18

Comparación por pregunta en la primera etapa en los tres grupos

Pregunta 1	Correcta	Parcialmente correcta	Incorrecta	Sin respuesta	Total
grupo 1	0	15	3	0	18
grupo 2	0	15	2	1	18
grupo 3	0	15	3	0	18
	0	45	8	1	54
Pregunta 2					
grupo 1	0	8	10	0	18
grupo 2	0	6	10	2	18
grupo 3	0	8	10	0	18
	0	22	30	2	54
Pregunta 3					
grupo 1	1	3	14	0	18
grupo 2	0	2	13	3	18
grupo 3	0	2	14	2	18
	1	7	41	5	54
Pregunta 4					
grupo 1	2	12	2	2	18
grupo 2	0	7	9	2	18
grupo 3	1	12	2	3	18
	3	31	13	7	54
Pregunta 5					
grupo 1	0	2	14	2	18
grupo 2	0	1	12	5	18
grupo 3	0	1	17	0	18
	0	4	43	7	54
Pregunta 6					
grupo 1	0	0	17	1	18
grupo 2	0	2	11	5	18
grupo 3	1	1	14	2	18
	1	3	42	8	54
Pregunta 7					
grupo 1	0	1	16	1	18
grupo 2	0	0	14	4	18
grupo 3	0	0	16	2	18
	0	1	46	7	54

Tercera etapa (posterior a la aplicación del material multimedia)

Grupo 1					
Pregunta	Correcta	Parcialmente correcta	Incorrecta	Sin respuesta	Total
1	16	1	1	0	18
2	11	3	2	2	18
3	15	2	1	0	18
4	16	2	0	0	18
5	13	3	0	1	18
6	12	3	2	1	18
7	13	4	1	0	18

Grupo 2					
Pregunta	Correcta	Parcialmente correcta	Incorrecta	Sin respuesta	Total
1	15	3	0	0	18
2	13	3	1	1	18
3	17	0	1	0	18
4	15	2	1	0	18
5	12	4	1	1	18
6	13	3	2	0	18
7	14	4	0	0	18

Grupo 3 (control)					
Pregunta	Correcta	Parcialmente correcta	Incorrecta	Sin respuesta	Total
1	14	3	1	0	18
2	8	4	2	4	18
3	12	3	3	0	18
4	13	3	2	0	18
5	8	6	3	1	18
6	5	4	4	5	18
7	6	4	5	3	18

Comparación por pregunta en la tercera etapa entre los grupos 1 - 3 y 2 - 3

Pregunta 1	Correcta	Parcialmente correcta	Incorrecta	Sin respuesta	Total
grupo 1	16	1	1	0	18
grupo 3	15	3	0	0	18
	31	4	1	0	36
Pregunta 1					
grupo 2	13	3	1	1	18
grupo 3	15	3	0	0	18
	28	6	1	1	36
Pregunta 2					
grupo 1	11	3	2	2	18
grupo 3	8	4	2	4	18
	19	7	4	6	36
Pregunta 2					
grupo 2	13	3	1	1	18
grupo 3	8	4	2	4	18
	21	7	3	5	36
Pregunta 3					
grupo 1	15	2	1	0	18
grupo 3	12	3	3	0	18
	27	5	4	0	36
Pregunta 3					
grupo 2	17	0	1	0	18
grupo 3	12	3	3	0	18
	29	3	4	0	36
Pregunta 4					
grupo 1	16	2	0	0	18
grupo 3	13	3	2	0	18
	29	5	2	0	36
Pregunta 4					
grupo 2	15	2	1	0	18
grupo 3	13	3	2	0	18
	28	5	3	0	36
Pregunta 5	Correcta	Parcialmente correcta	Incorrecta	Sin respuesta	Total
grupo 1	13	4	1	0	18
grupo 3	8	6	3	1	18

	21	10	4	1	36
Pregunta 5					
grupo 2	12	4	1	1	18
grupo 3	8	6	3	1	18
	20	10	4	2	36
Pregunta 6					
grupo 1	12	3	2	1	18
grupo 3	5	4	4	5	18
	17	7	6	6	36
Pregunta 6					
grupo 2	13	3	2	0	18
grupo 3	5	4	4	5	18
	18	7	6	5	36
Pregunta 7					
grupo 1	13	4	1	0	18
grupo 3	6	4	5	3	18
	19	8	6	3	36
Pregunta 7					
grupo 2	14	4	0	0	18
grupo 3	6	4	5	3	18
	20	8	5	3	36

Anexo 4. Prueba de ji - cuadrada

15.5	2	0.5625		0.01612903	0.5	0.34027778	
15.5	2	0.5625		0.01612903	0.5	0.5625	
				0.03225806	1	0.90277778	
				X2=	1.93503584	<5.991	ns
14	2	0.5625	0.5625	0.07142857	0.5	0.34027778	0.34027778
14	2	0.5625	0.5625	0.07142857	0.5	0.5625	0.5625
				0.14285714	1	0.90277778	0.90277778
				X2=	2.9484127	<7.815	ns
9.5	3.5	2.25	3.375	0.23684211	0.07142857	0.02777778	0.56018519
9.5	3.5	2.25	3.375	0.23684211	0.07142857	0.02777778	0.11574074
				0.47368421	0.14285714	0.05555556	0.67592593
				X2=	1.34802283	<7.815	ns
10.5	3.5	1.6875	2.8125	0.5952381	0.07142857	0.28009259	1.16805556
10.5	3.5	1.6875	2.8125	0.5952381	0.07142857	0.05787037	0.50138889
				1.19047619	0.14285714	0.33796296	1.66944444
				X2=	3.34074074	<7.815	ns
13.5	2.5	2.25		0.16666667	0.1	0.69444444	
13.5	2.5	2.25		0.16666667	0.1	0.25	
				0.33333333	0.2	0.94444444	0
				X2=	1.47777778	<5.991	ns
14.5	1.5	2.25		0.43103448	1.5	0.69444444	
14.5	1.5	2.25		0.43103448	1.5	0.25	
				0.86206897	3	0.94444444	0
				X2=	4.80651341	<5.991	ns
14.5	2.5	1.125		0.15517241	0.1	1.125	
14.5	2.5	1.125		0.15517241	0.1	0.68055556	
				0.31034483	0.2	1.80555556	
				X2=	2.31590038	<5.991	ns
14	2.5	1.6875		0.07142857	0.1	0.28009259	

14	2.5	1.6875		0.07142857	0.1	0.05787037	
				0.14285714	0.2	0.33796296	
				X2=	0.68082011	<5.991	ns
10.5	4.5	1.6875	1.125	0.5952381	0.05555556	0.28009259	1.125
10.5	4.5	1.6875	1.125	0.5952381	0.5	1.02083333	0.01388889
				1.19047619	0.55555556	1.30092593	1.13888889
				X2=	4.18584656	<7.815	ns
10	5	2.25	1.125	0.4	0.2	0.69444444	0.01388889
10	5	2.25	1.125	0.4	0.2	0.25	0.01388889
				0.8	0.4	0.94444444	0.02777778
				X2=	2.17222222	<7.815	ns
8.5	3.5	3.375	3.375	1.44117647	0.07142857	0.56018519	1.6712963
8.5	3.5	3.375	3.375	1.44117647	0.07142857	0.11574074	0.78240741
				2.88235294	0.14285714	0.67592593	2.4537037
				X2=	6.15483971	<7.815	ns
9	3.5	3.375	2.8125	1.77777778	0.07142857	0.56018519	2.8125
9	3.5	3.375	2.8125	1.77777778	0.07142857	0.11574074	1.70138889
				3.55555556	0.14285714	0.67592593	4.51388889
				X2=	8.88822751	>7.815	*
9.5	4	3.375	1.6875	1.28947368	0	1.6712963	1.6875
9.5	4	3.375	1.6875	1.28947368	0	0.78240741	1.02083333
				2.57894737	0	2.4537037	2.70833333
				X2=	7.74098441	<7.815	ns
10	4	2.8125	1.6875	1.6	0	2.8125	1.6875
10	4	2.8125	1.6875	1.6	0	1.70138889	1.02083333
				3.2	0	4.51388889	2.70833333
				X2=	10.42222222	>7.815	*

Bibliografía

Álvarez Paredes, José Arturo. 2010. *Evaluación del Software educativo “Evolución. Origen de la Biodiversidad”, como recurso didáctico*. Tesis para obtener el grado de maestro en docencia para la educación media superior, biología. UNAM, México.

Arjona Gordillo, Martha 2006 *Las Tecnologías de la Información y la Comunicación como Apoyo a la Práctica Docente Instituto Politécnico Nacional*, Secretaría de Apoyo Académico Dirección de Tecnología Educativa. En: <http://bibliotecadigital.conevyt.org.mx/coleccionesGrupo4/arjona.pdf>

Armentano, N. 2003. *Las herramientas informáticas aplicadas*. En: <http://informate.mendoza.edu.ar>

Aulakh, Mick. “Characterizing the human embryonic stem cell phosphoproteome” Publicación en línea: Research Highlights *Nature Reports Stem Cells*, 12 de febrero 2009.

Baggino, N. 2004. *El Constructivismo entra en el Aula..* Homo Sapiens Ediciones,

Baker, Monya. 2009 “New types of embryonic stem cells generated by stabilizing pluripotency ” Publicación en línea: Research Highlights *Nature Reports Stem Cells*, 14 de mayo.

Baker, Monya. 2009. “A tale of two LIFS” Publicación en línea: Research Highlights *Nature Reports Stem Cells*,

Benlloch, M. 1994. Por un Aprendizaje *Constructivista de las Ciencias*. Madrid, Ed. Visar.

Buchholz, Frank. 2009. “Connecting Oct4 to chromatin” Publicación en línea: Research Highlights *Nature Reports Stem Cells*

Cano S., Z. 1995 *¿Cómo impartir clases en la carrera de biología?* Ciencias No. 40, Octubre – Diciembre.

Cituk y Vela, Dulce María, 2011, “ México y las TIC, en la educación básica” Revista electrónica e-Formadores, en: red.ilce.edu.mx/sitios/revista/.../articulos/dulce_cituk_feb2010.pdf

Coll, C. 1990. *Un marco de referencia psicológico para la educación escolar: La concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza, en el libro Desarrollo psicológico y educación II*, Madrid, Editorial Alianza.

Curtis, H. y Barnes, S. 2001. *Biología*. 6ª ed. México, Médica Panamericana.

Díaz Barriga, F. y Hernández R. G. 1998: *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, México, Editorial Mc Graw Hill,

Díaz Barriga, A. e Inclán E., C. 1999 “el docente en las reformas educativas: sujeto o ejecutor de proyectos ajenos” México, Editorial Mc Graw Hill.

Díaz Barriga, F. 2000 *Enseñanza Situada: El Aprendizaje Basado en Problemas y el Método de Casos* Ed. McGrawHill, México

Díaz Barriga, F. 2002. *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo, una interpretación constructivista*. Ed. McGrawHill, México

Erikson, E. 2002 *Sociedad y adolescencia*. 18ª. Ed.; México: Editorial Siglo XXI.

ENP, UNAM, 1996 en: http://www.dgire.unam.mx/contenido/normatividad/enp/prog_indicativos/6o/II/1613.pdf

Fullan, Michael 2002 *El significado del cambio educativo: un cuarto de siglo de aprendizaje* Profesorado, revista de currículum y formación del profesorado, 6 (1–2), en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=1066> 14p.

Ferro Soto, Carlos 2006 “Ventajas del uso de las TIC’s en el proceso de enseñanza – aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles”. Revista electrónica de tecnología educativa. En: <http://edutec.rediris.es/revelec2/revelec29/>

Gimeno S. J. y Pérez G. A. 2002 *La pedagogía por objetivos: Obsesión por la eficiencia*. 11ª edición. Ed Morata. Madrid

Gimeno sacristán J. y Pérez Gómez A. I. 2005 *Comprender y transformar la enseñanza*. 11ª edición. Ed Morata. Madrid

González D., A., 2001, Un vistazo al constructivismo, en *Correo del Maestro Núm. 65, encontrado en* <http://www.correodelmaestro.com/anteriores/2001/octubre/incert65.htm>

Luna Ramírez, Raymundo, 2014. “Secuencia didáctica para la enseñanza de la biología de la reproducción sexual humana en el Colegio de Bachilleres” Tesis para obtener el grado de maestro en docencia para la educación media superior, Biología. UNAM, México.

Hernández R. G. 2004. *Paradigmas en psicología de la educación*. Ed. Paidós, México.

Hwang Nathaniel S., Shyni Varghese, Elisseeff Jennifer, 2010, “Controlled differentiation of stem cells” en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169409X07002438>

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) 2006. *Resultados Nacionales en Aspectos de la Competencia Científica* en: http://www.inee.edu.mx/images/stories/Publicaciones/Estudios_internacionales/PISA2006/Partes/pisa200609.pdf

Inhelder, B. y Piaget, J. 1954 *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Buenos Aires.

Izquierdo, M.C. 2003. *Técnicas de Estudio y Rendimiento Intelectual: Guía para Estudiantes y Maestros*, 2ª Edición, México, Trillas,

Juárez, A., Juárez, J. y Martínez E. 2006, *Una propuesta para facilitar la construcción del conocimiento*, en http://www.cienciasaplicadas.buap.mx/inv_educativa.htm

Kosik, Kenneth. 2009 “MicroRNA a major pluripotency repressor” Publicación en línea: Research Highlights *Nature Reports Stem Cells*.

López F. B. e Hinojosa K. E. 2000 "Evaluación del aprendizaje. Alternativas y nuevos desarrollos". México: Editorial Trillas.

Martínez Frausto, Gloria América. 2009. “Guía Metodológica. Línea de Trabajo. Uso didáctico de las Tecnologías de la Información y Comunicación” Secretaría de Educación Pública, México.

Marrero, J. 1993 *Las teorías implícitas del profesorado: vínculo entre la cultura y la práctica de la enseñanza*. Ed. McGrawHill México.

Muuss, E. R 1995. Teorías de la adolescencia. México: Paidós. Noriega Blanca, Margarita. “La política Educativa a través de la Política de Financiamiento”. UAS, México.

Niwa, Hitoshi 2009 *Joining the dots on stem cell signaling* en: <http://www.rikenresearch.riken.jp/eng/research/5956>

Olivera C., M 2005. “Evolución Historia de la Educación Básica a través de los proyectos nacionales: 1921-1999”. México.

Osorio Flores, Arturo, 2015 “Propuesta de estrategias didácticas para la enseñanza del tema diferenciación celular” Tesis para obtener el grado de maestro en docencia para la educación media superior, Biología. UNAM, México.

Pepper John W., Sprouffske, Kathleen, and Maley Carlo. 2010 “Animal Cell Differentiation Patterns Suppress Somatic Evolution” en: <http://www.ploscompbiol.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pcbi.0030250>

Portet Cortés, Esperanza, 2001 “Grupo de trabajo Las TIC aplicadas a la formación” en: www.tecnologiaedu.us.es/cuestionario/bibliovir/tics.pdf

Quiroz Encarnación Miriam, 2012 *Evaluación de un software educativo para la enseñanza del tema “procesos de reproducción”, en el programa de Biología I de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades*. Tesis para obtener el grado de maestro en docencia para la educación media superior, biología. UNAM, México.

Ramalho-Santos, Miguel 2009 *Stem Cell Pluripotency Traced To One Gene* en: <http://www.stemcellresearchnews.com>

Rice, F. Ph. 1999. “Adolescencia, desarrollo, relaciones y cultura”, Madrid: Prentice Hall.

Rubalcaba, H. 2002. *Las Estrategias de Enseñanza – Aprendizaje. Aprender a Aprender*. U.A.G. en http://www.uag.mx/63/a_13-01.htm

Saint – Onge, M. 2000 *Yo explico pero ellos ... ¿aprenden?* Ed. SEP – FCE México

Saiz Aguilar, Paulina 2008 *La importancia del uso de estándar es en el diseño de cursos en línea* Universidad Autónoma de Sinaloa, en: http://www.somece.org.mx/simposio06/memorias/contenido/grupo3/pdf/4_SaizAguilarPaulina.pdf

Salinas Jesús, 2004. “Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria”. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento*. Vol. 1 No. 1, España.

Santos Velázquez, Cecilia 2013. “Ideas previas sobre el tema de Respiración Celular y la propuesta de un medio didáctico enfocado al cambio conceptual”. Tesis para obtener el grado de maestro en docencia para la educación media superior, biología. UNAM, México.

Schalk Quintanar, Ana Elena, 2010. “El impacto de las tic en la educación” Relatoría de la Conferencia Internacional de Brasilia, en: <http://portal.unesco.org/geography/es/ev.php->

Scudellari, Megan. 2009. “The architecture of pluripotency” Publicación en línea: Research Highlights *Nature Reports Stem Cells*, 30 de julio

Silva, José y Smith, Austin. 2009. “What does Nanog do?” Publicación en línea: Research Highlights *Nature Reports Stem Cells*, 10 de septiembre

Torres Nabel Luis, 2010, “*Uso sistemático de las TIC en la docencia. El caso de los profesores del Nivel Medio Superior de la Universidad de Guadalajara*” en: <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura3/article/view/142/161>

Viveros, Miguel Ángel. 2004 *Experiencia metodológica de un programa piloto de evaluación. comparación entre la evaluación tradicional y la evaluación participativa* en: <http://atzimba.crefal.edu.mx/rieda/images/rieda-2004-23/articulo1.pdf>

Zubiría, R. y Doris H. 2004 *El constructivismo en los procesos de enseñanza aprendizaje en el siglo XXI*, Editorial Plaza y Valdés, México.