



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería

PROPUESTA DE UNA METODOLOGIA DE APRENDIZAJE DE LA GAMETOGENESIS EN
MAMIFEROS, MEDIANTE EL DESARROLLO DE UN SISTEMA TUTORIAL DE APRENDIZAJE

TESIS DE MAGISTER

JUAN ROBERTO JARAMILLO SOTO

VALDIVIA - CHILE

2005

PROPUESTA DE UNA METODOLOGIA DE APRENDIZAJE DE LA GAMETOGENESIS EN
MAMIFEROS MEDIANTE EL DESARROLLO DE UN SISTEMA TUTORIAL DE
APRENDIZAJE

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Austral de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Grado de Magíster en Modelado del Conocimiento para Entornos Educativos Virtuales.

Por

JUAN ROBERTO JARAMILLO SOTO

Valdivia, Chile

INFORME DE APROBACION

Universidad Austral de Chile
Facultad de Ciencias de la Ingeniería

INFORME DE APROBACION TESIS DE MAGISTER

La comisión Evaluadora de Tesis comunica al Director de la Escuela de Graduados de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería que la Tesis presentada por el candidato

JUAN ROBERTO JARAMILLO SOTO

Ha sido aprobada en el examen de defensa de Tesis el día _ de _____ de _____, como requisito para optar al grado de Magíster en Modelado del Conocimiento para Entornos Educativos Virtuales y, para que así conste para todos los efectos firman:

PROFESOR PATROCINANTE

Dr.
JOSÉ S. CARRASCO VARGAS

FIRMA _____

COMISION EVALUADORA

Dra
ELIANA SHEIHING GONZÁLEZ

FIRMA _____

Prof.
LUIS A. ALVAREZ G.

FIRMA _____

RESUMEN

Los estudiantes que ingresan a la universidad enfrentan una serie de problemas de aprendizaje debido a las dificultades para adaptarse a las nuevas dinámicas del proceso enseñanza-aprendizaje durante la etapa de formación profesional.

Facilitar la construcción de nuevos conocimientos es el principal objetivo de todas las instancias educativas. Sin embargo, no existe una metodología única que satisfaga las necesidades de aprendizaje de los individuos, por lo que la utilización de tecnologías que fortalezcan el aprendizaje activo y la comunicación interpersonal, independientes del tiempo y la distancia, contribuyen a mejorar la capacidad de aprendizaje. Las Tecnologías para la Información y las Comunicaciones (TIC) se han convertido en una poderosa herramienta de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje.

En ese contexto se han desarrollado, hasta ahora, diferentes tipos de aplicaciones multimediales diseñadas específicamente para instruir y orientar al alumno sobre diversas materias en la enseñanza de las ciencias básicas. Entre ellos, los tutoriales son las aplicaciones que han tenido un mayor desarrollo debido a que fomentan el aprendizaje individualizado de un tema específico.

Como una forma de contribuir a mejorar el desempeño académico de los alumnos de Medicina Veterinaria de la Universidad Austral de Chile, se propuso desarrollar un tutorial relacionado con la gametogénesis en mamíferos. Este tutorial, corresponde a material didáctico complementario a los pasos prácticos del curso de Embriología Veterinaria y estará disponible en el sistema virtual de educación de la Universidad Austral de Chile (www.siveduc.cl).

El tutorial está estructurado en tres módulos organizados bajo la estructura de una clase regular; en cada módulo se realiza una verificación de conductas de entrada, seguida de actividades relacionadas con los aprendizaje correspondientes al módulo para terminar con una actividad de conciliación en donde se presenta una síntesis del módulo y una pequeña unidad de evaluación.

El avance entre módulos será permitido solamente si en la correspondiente evaluación del modulo en estudio se obtiene un 100% de las respuestas correctas.

ABSTRACT

Most students attending Universities exhibit a number of learning problems mainly due to difficulties on acquiring the right learning techniques according to the new model of teaching-learning process they are facing.

Helping to build new knowledge is the main purpose of educational institutions, however there is not a unique right method able to succeed the learning requirements of individuals. Consequently, technologies strengthening the active learning process and helping to establish interpersonal communications with no temporal or spatial restrictions contribute to improve the learning capacities. Information and Communication Technologies (ICT) became to powerful tools supporting the teaching – learning process.

In this topic, several multimedia applications have been developed strictly to both teach and guide students on several topics related to the sciences learning process. Tutorials are the most common multimedia application since they contribute to encourage the individual learning on a specific topic.

In order to improve the academic performance of students on Veterinary Medicine at Universidad Austral de Chile, a tutorial additional (or supplementary) related to the mammalian gametogenesis was developed. The tutorial was developed as compliment material for practical sessions on Veterinarian embryology and will be available to the students at (www.siveduc.cl)

The tutorial was divided into three modules, each one organized as a regular room session. For each module, a on checking previous knowledge activities was done firstly. Then, it follows the development of new knowledge activities. Finally a settling knowledge activity is included, which also incorporates a quiz. This quiz must be completed without mistakes in order to gain access to the next module.

Tabla de Contenidos

1.- INTRODUCCION	1
2.- MATERIAL Y METODO	11
2.1.- RECOPIACION DEL MATERIAL DIGITAL	11
2.2.- DISEÑO EDUCATIVO	11
2.3.- DISEÑO GRAFICO	13
2.4.- CONTENIDOS	14
2.4.1.- Diferenciación gonadal	14
2.4.1.1.- Masculina	14
2.4.1.2.- Femenina	16
2.4.2.- Gametogénesis	16
2.4.2.1.- Multiplicación	16
2.4.2.1.1.- Multiplicación de las pre espermatogonias y espermatogonias	16
2.4.2.1.2.- Multiplicación de las ovogonias	17
2.4.2.2.- Crecimiento	18
2.4.2.2.1.- Crecimiento de los espermatoцитos primarios	18
2.4.2.2.2.- Crecimiento de los ovocitos primarios	18
2.4.2.2.3.- Desarrollo del folículo ovarico	19
2.4.3.- Meiosis o divisiones de maduración	21
2.4.3.1.- Maduración meiotica en machos	21
2.4.3.2.- Metamorfosis	22
2.4.3.3.- Maduración Epididimaria	25
2.4.3.4.- Maduración meiótica en hembras y formación del folículo de De Graaf	25
3.- RESULTADOS	28
3.1.- PLANIFICACION DE ACTIVIDADES DEL SOFTWARE	28
3.2.- PLANIFICACION DE ACTIVIDADES	29
3.2.1.- Presentación uso y contenido del software	29
3.2.2.1.- Modulo 1	30
3.2.2.2.-Modulo 2	31
3.2.2.3.- Modulo 3	32
3.2.3.- Actividad de consolidación	33
4.- DISCUSION	38
Proyección del trabajo	43
5.- BIBLIOGRAFIA	45

Indice de Abreviaturas

AM	= Aplicación multimedial
ADN	= Acido Desoxirribonucleico
DAX-1	= Dosage sensitive sex-reversal-adrenal hypoplasia congenital-critical region of the X chromosome, gene 1)
EVA	= Entorno virtual de aprendizaje
HAM	= Hormona Anti-Mülleriana
JEPG	= Joint Photographic Experts Group
LIM	= Genes Lin-11, Isl-1 and Mec-3
MECESUP	= Programa de Mejoramiento de la Calidad y Equidad de la Educación Superior
SCORM	= Sharable Content Object Reference Model
SIVEDUC	= Sistema virtual de Educación de la Universidad Austral de Chile
SOX-9	= SRY related HMG box
SRY	= Sex-determining Region gene on the Y chromosome
TIC	= Tecnologías de la información y de las comunicaciones
WT1	= Gen Wilms Tumor N° 1

1.- INTRODUCCION

Son muchos los estudiantes que al ingresar a la universidad enfrentan graves problemas de rendimiento derivados, entre otros factores de las insuficientes conductas de entrada que traen desde el nivel pre-universitario; de las dificultades para acceder a técnicas de estudio que consideren las nuevas dinámicas de los procesos de enseñanza aprendizaje que enfrentan; de la falta de una disciplina de estudio; de problemas de retención de las materias tratadas en clases, etc.

A estos problemas de índole individual se suman los problemas propios del sistema universitario, que fundamentalmente se refieren a las condiciones en que se desarrolla la docencia en los primeros cursos de Ciencias Básicas. Estos problemas por lo general implican: una gran cantidad de alumnos por curso; reducido número de horas prácticas en laboratorios; y una escasa posibilidad de atención personalizada para resolver problemas, lo que no permite respetar los ritmos de aprendizajes individuales así como tampoco despejar dudas y profundizar conceptos posiblemente fundamentales para aprehender nuevos y más complejos conocimientos. La conjunción de todos estos factores expone a los estudiantes a un alto riesgo de reprobación de las primeras asignaturas que cursan en la educación superior lo que redundará en un aumento en las tasas de permanencia en la Universidad.

Como una forma de reducir las tasas de reprobación de asignaturas en el área de las Ciencias Básicas, las universidades han implementado una serie de estrategias que contribuyan a mejorar el desempeño académico de sus estudiantes. Entre las alternativas escogidas se encuentra una apuesta de tipo tecnológica que incluye la utilización de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC).

El Gobierno de Chile a través del programa “Mejoramiento de la Equidad y Calidad de la Educación (MECESUP) se ha hecho partícipe de estos esfuerzos, financiando proyectos que incluyen la aplicación de las TIC en los procesos de enseñanza – aprendizaje. La Universidad Austral de Chile no se ha marginado de estas tareas y se encuentra, en la actualidad, desarrollando proyectos que tienen como principal objetivo, el mejoramiento de la calidad de la docencia mediante la incorporación de técnicas y herramientas informáticas.

Entre las asignaturas de ciclo básico que presentan altos porcentajes de alumnos con conductas de entrada deficitarias se encuentra la Biología del Desarrollo, y en especial aquellos temas relacionados con los procesos de la diferenciación gonadal y la gametogénesis.

Si bien es cierto que existe una extensa literatura expresada en artículos científicos especializados y textos de estudio destinados a explicar el proceso de la gametogénesis, todos ellos presentan el tópico en cuestión bajo la forma de texto apoyado con esquemas o fotografías, con las consabidas limitaciones que ello implica en razón del formato estructural inherente al texto mismo. Información similar puede ser encontrada en sitios web en donde se presentan textos y esquemas de apoyo que facilitan la comprensión de algunos tópicos. Sin embargo y por lo general el material allí presentado no concurre con la secuencia lógica inherente al proceso, sino más bien presentado como tema o capítulo de libro.

Dada la naturaleza de los cambios morfológicos, funcionales y de nomenclatura que reciben los tejidos y células involucradas en estos procesos, se hace indispensable proponer un enfoque distinto e innovador, el que a través del diseño de una aplicación multimedial, en donde concurren la integración de textos e imágenes además de ser presentados de forma lógica, secuencial y didáctica, permita a los estudiantes entender los conceptos en estudio. Además un tutorial diseñado con este objetivo facilitará la comprensión del proceso en estudio y permitir al

estudiante retrotraer aquella información ya conocida a partir de cursos previos, actualizándola, y obteniendo nuevos conocimientos en base a los aportes entregados en la propuesta multimedial

Es en esa perspectiva en donde surge la propuesta de desarrollar una aplicación multimedial, bajo la forma de un tutorial, que permita a los estudiantes comprender e internalizar conceptos básicos de la diferenciación gonadal y la gametogénesis.

Históricamente, la adquisición de conocimientos y la responsabilidad del aprendizaje estuvo centrada en el profesor. Hasta la aparición de la informática, la mayor parte del conocimiento fue transmitido a través del profesor quien jugaba el rol de “propietario” y administrador del conocimiento. Con el surgimiento de numerosas teorías de aprendizajes, que pueden ser aplicadas utilizando las herramientas proporcionadas por las TIC, este paradigma comenzó a ser derribado de manera que en la actualidad el rol de “aprendíz” de los alumnos se ha acentuado, transformando el rol del profesor en el de un “facilitador” del proceso de aprendizaje (Salinas 1999, 2004, Pérez y Garcías 2002).

Facilitar la construcción de nuevos conocimientos es, sin duda, el principal objetivo de todas las instancias educativas, sin embargo desde el punto de vista pedagógico, no existe un único modelo o metodología que satisfaga las necesidades de aprendizaje de los individuos en su conjunto, por lo que la utilización de múltiples formas de enseñanza contribuye a mejorar la capacidad aprendizaje de cada uno de ellos.

El desarrollo de las TIC abren un sin número de oportunidades al mundo de la educación puesto que permiten fortalecen el aprendizaje activo y la comunicación interpersonal independiente del tiempo y la distancia al mismo tiempo que pueden estimular el desarrollo de habilidades de aprendizaje de alto nivel, tales como el pensamiento crítico, construcción del conocimiento y aprendizaje colaborativo.

El aspecto quizás más importante a considerar con respecto de las TIC es que éstas sólo constituyen un medio para la enseñanza ya que el fin último de su aplicación es el aprendizaje (Patterson 1977, Mercer y Fisher 1992, Fullan 2002, Salinas 2004). No obstante, como requisito previo para utilizar las TIC en el proceso de enseñanza - aprendizaje, se deben definir de manera muy precisa los objetivos que se pretenden alcanzar y organizar el material a enseñar de acuerdo a dichos objetivos y presentados de la forma más lógica posible, de manera de tener certeza de que se lograrán dichos objetivos. Esto debido principalmente a que la red Internet, ha permitido que una cantidad cada vez mayor de información esté disponible para cualquier persona con acceso a una computadora conectada a la red. Sin embargo, ni la organización de esta información, ni las herramientas disponibles para navegar a través de ella proporcionan un ambiente adecuado para el aprendizaje; por lo general las páginas Web no difieren mucho en su contenido y estructura de las páginas de un libro, a pesar de estar complementadas con enlaces que conducen a otras páginas que por lo general tratan temas afines.

Igualmente, la utilización de páginas Web como base para la creación de cursos de educación a distancia, ha desembocado en la creación de un menú de contenido o índice, con enlaces a módulos o "capítulos" que consisten en una secuencia de páginas correspondientes a una imitación de la estructura de un libro de texto y que no aprovecha verdaderamente la flexibilidad que ofrecen las nuevas tecnologías.

Una de las características fundamentales de un sistema de enseñanza-aprendizaje en entornos virtuales es la creación de condiciones para que el individuo pueda desarrollar capacidades de aprender y adaptarse a los nuevos escenarios de la enseñanza con que se enfrenta. Es allí donde la utilización de los llamados modelos de conocimiento, adquieren una notable

importancia ya que a partir de ellos (desde la Ontología) es posible la creación de ambientes multimediales, que permiten la adquisición de conocimientos de manera flexible, deliberada, intencionada e impulsada voluntariamente por el deseo del aprendizaje.

Entendemos como modelo de conocimiento una descripción estructurada de un objeto sometido al análisis o estudio. El concepto de estructurada implica que existe un orden que dirige el modo en que se articula la descripción del tópico en estudio, mientras que el aprendizaje supone la utilización de estructuras o modelos cognitivos que sirven para conocer los objetivos que se persiguen, y las estrategias diseñadas para lograr los objetivos planteados.

Mapas conceptuales y módulos son ejemplos de herramientas cognitivas que permiten diseñar un ambiente de aprendizaje donde se estimula no sólo la representación del conocimiento, sino que están organizados jerárquicamente con una clara orientación al aprendizaje eficiente y significativo. En estos casos el conocimiento está representado (las ideas y asociaciones) también como información textual gráfica y sintética. En ambos casos lo que se propone es el desarrollo preciso de un tema en particular bajo una forma multimedial y presentado no como un capítulo que forma parte de un libro sino que mas bien relacionado con los contenidos que son necesarios desarrollar en ese contexto.

Estas herramientas permiten al profesor una mayor libertad en la estructuración de los temas mejorando notablemente las posibilidades de interactuar de los alumnos con los softwares; el acceso a información seleccionada; presentación de contenidos de forma atractiva y el diseño de actividades de aprendizaje.

En el área de la enseñanza de las ciencias, las aplicaciones de carácter específico diseñadas para instruir y orientar al alumno sobre aspectos concretos de las diversas materias son

las que se han desarrollado con mayor interés. De entre ellos los tutoriales de tipo interactivo con un enfoque educativo mas generalizado son los que han tenido un mayor desarrollo debido a que en ellos se ayuda al alumno a desarrollar un proceso individualizado de aprendizaje de los contenidos de un tema específico o de una materia, incluyendo conceptos y eventualmente destrezas. (Vaquero 1992).

Toda estrategia de enseñanza, debe tener como principal objetivo el provocar la actividad del alumno porque éste no debe ser considerado como un ente pasivo del proceso. Para alcanzar este objetivo, toda técnica de enseñanza debe poseer un fundamento psicológico y estar sustentada en alguna de las teorías del aprendizaje.

El desarrollo de aplicaciones informáticas en educación, asistidos por las TIC, suponen la creación de equipos de trabajo multidisciplinarios que contribuyan a fortalecer el proceso enseñanza aprendizaje través del diseño y confección de software educativos.

La utilización de software educativos permite introducir desde esquemas de aprendizaje simple, como aquellos de la enseñanza programada (Coulson 1962, Pontes 2005) hasta algunos bastante mas complejos y mejor adaptados a la situación individual como el caso del “aprendizaje verbal significativo” (Ausubel, 1968). Este tipo de software se ha transformado en algunos de los principales soportes pedagógicos y psicológicos para la enseñanza asistida por computador.

El campo de los software educativos es bastante amplio (Bork 1991), y varía de acuerdo a los diferentes estilos de aprendizajes que se utilicen en su diseño, cuatro son los tipos mas mencionados en la literatura: Los tutoriales, asociados con la línea conductista; las simulaciones y micromundos diseñados de acuerdo al aprendizaje por descubrimiento; los tutores inteligentes que se relacionan con el modelo cognitivo y el hipertexto o hipermedia que estimula el

aprendizaje constructivista. De estos, el mayor porcentaje de los softwares educativos desarrollados hasta el momento corresponden a los llamados “tutoriales”.

En los programas de tipo tutorial lo que se pretende es reproducir la enseñanza que el tutor -sea a base de preguntas o ejercicios- desea presentar al educando. Con este tipo de programas, se intenta provocar la reflexión del alumno permitiendo que construya, por si mismo, las respuestas correctas aprendiendo de este modo los conceptos en cuanto al objeto de estudio.

Los tutoriales siguen la estrategia pedagógica de los ejercicios y su base psicopedagógica está fundada en el paradigma conductista de Skinner (1954), aunque en algunos casos también es posible observar la introducción de ideas procedentes de la Psicología Evolutiva y Cognitiva (Bork 1986).

El conductivismo tiene entre sus precursores a Pavlov, Watson y Thorndike; sin embargo entre los mas famosos seguidores de esta teoría psicológica de aprendizaje se encuentra Skinner cuyo pensamiento del conductismo se centra fundamentalmente en las observaciones del comportamiento y su relación con las actividades de refuerzo, es decir en el número de veces en que una determinada respuesta ocurre como resultado de un estímulo determinado obteniendo una recompensa. Según Skinner, el análisis de este tipo de actividades puede ser suficiente para explicar todo tipo de aprendizajes. La observación de Skinner fue que una respuesta correcta seguida de una determinada recompensa tiende a presentarse con mayor frecuencia que aquella correcta pero sin un incentivo.

Este paradigma, recibe el nombre de “condicionamiento operante”, porque se aplica a todo tipo de respuesta y porque cada una de ellas puede ser seguida de un refuerzo. El condicionamiento operante se ha convertido en una clave para explicar aprendizajes complejos que quedaban inexplicados según el “condicionamiento clásico” (Smith 1994).

Una importante aplicación del condicionamiento operante en la educación tradicional es el aprendizaje programado (diseñado por Skinner) que consiste en dividir las materias en pequeños pedazos simples o marcos de referencia que se entregan al estudiante, para posteriormente realizar una serie de preguntas las que debieran ser respondidas en su totalidad debido a que el estudiante conoce las respuestas bastante bien ya que se le han entregado en la primera fase del proceso (Shunk 1997). Una vez alcanzado este punto se agregan nuevas preguntas las que de ser respondidas correctamente deberían recibir un incentivo.

Como un forma de contribuir a la reducción de las deficientes conductas de entrada, así como a superar las dificultades de acceso a técnicas de estudio observadas en los estudiantes es que se propone diseñar un tutorial centrado en el paradigma conductista de Skinner, el cual plantea la construcción del conocimiento en base al diagnóstico y la corrección durante la fase de respuesta facilitando la acumulación de respuestas (conocimientos) adecuadas.

Los tutoriales en general son diseñados con el objetivo de enseñar un determinado contenido, a través de la interacción del usuario con un programa informático, el cual esta adaptado al nivel de conocimientos requerido por el aprendiz y que además es pertinente en relación al tópico o materia del estudio. Los tutoriales poseen una estructuración de la información que se quiere entregar muy clara y con una estrategia didáctica bien definida lo que facilita el procesamiento y comprensión de la información por parte del usuario.

Muchos tutoriales se caracterizan por estar organizados de una manera lineal donde la información se presenta en una secuencia preestablecida y que no puede ser alterada por el aprendiz.

Una de las principales ventajas de los tutoriales es que los objetivos conductistas deben ser presentados como tareas de aprendizaje segmentadas, específicas y medibles, de manera que los logros alcanzados se puedan determinar mediante la aplicación de pruebas (Seattler 1990). Es en este contexto en donde esta propuesta adquiere especial significancia ya que las conductas de entrada deficitarias en nuestros alumnos pueden ser solucionadas con un tutorial que incluya un diagnóstico de las conductas de entrada, presentación de información segmentada, y corrección de errores en la fase de evaluación.

Un tutorial con estas características responde a la necesidad de desarrollar, las habilidades de pensamiento más básicas de la taxonomía de Bloom, es decir, que apunta a desarrollar el conocimiento y la comprensión de eventos e ideas, la captación del significado de ellas y su traslado a nuevos contextos, su interpretación y eventualmente su comparación.

Pese a que el conductismo parece haber sido abandonadas como teoría del aprendizaje hace algunos años, el surgimiento de la informática lo ha puesto nuevamente en boga y fundamentalmente mediante el desarrollo de tutoriales de tipo lineal (con una estructura rígida y previamente establecida) orientados fundamentalmente a entregar los elementos básicos para el manejo de diferentes tipos de softwares.

Ejemplo de estos tutoriales son los que entregan los principios básicos para el tratamiento y la edición de imágenes en programas como adobe photoshop, adobe illustrator, paint shop pro, etc. Una vez que el aprendiz ha logrado conocer y comprender el manejo de herramientas básicas para alguno de estos programas, podrá trabajar con cualesquier otro software de edición de imágenes porque casi todos ellos utilizan las mismas herramientas aunque la operatoria puede ser diferente.

El tutorial que se plantea desarrollar corresponde a un material remedial que apunta a desarrollar las habilidades básicas del pensamiento en lo referido a la biología del desarrollo de manera que el estudiante obtenga información básica acerca de la nomenclatura celular, los eventos involucrados en el proceso de diferenciación gonadal así como el momento en que estos ocurren. Con estos conocimientos en la mano, el aprendiz será capaz de trasladar sus conocimientos al contexto de la gametogénesis; interpretar el porqué de la ocurrencia de este proceso, comparar la espermatogénesis con la ovogénesis y entender el significado de cada uno de ellos (conocimiento y comprensión de la taxonomía de Bloom). Este material remedial corresponderá a un complemento del trabajo de laboratorio e involucra el desarrollo de estrategias cognitivas de tipo aprendizajes generales y aprendizajes específicos que le permitirán identificar estructuras y células reproductivas para luego relacionarlas con la función que ellas cumplen en sus respectivos órganos. Todo este conocimiento previo entregado durante las sesiones expositivas y lecturas de texto presentadas en el tutorial.

2.- MATERIAL Y METODO

La aplicación multimedial aquí propuesta será utilizada como un complemento para el capítulo de gametogénesis presentada en las sesiones expositivas y prácticas del curso de Embriología Veterinaria, razón por la cual las preparaciones histológicas utilizadas en el curso práctico serán incluidas como parte del material a utilizar en este tutorial.

2. 1.- RECOPIACION DEL MATERIAL DIGITAL

Puesto que la gametogénesis es un capítulo básico en cualesquier curso de Biología del Desarrollo, es posible encontrar bastante material disponible en páginas electrónicas por lo que se realizará una búsqueda digital de aplicaciones; imágenes; videos y esquemas de libre disposición disponibles en la red que pueda ser utilizadas en el diseño de la aplicación multimedial propuesta.

Las diferentes secciones histológicas utilizadas para las sesiones prácticas del curso de Embriología Veterinaria serán fotografiadas en un microscopio (Leyca modelo DMLB-MPS60), primero con bajos aumentos (2x) para permitir la ubicación topográfica de los diferentes órganos y luego se fotografiarán imágenes a mayor aumento (10x y/o 40x) que permitan identificar estructuras o células específicas. La captura de imágenes se realizará utilizando una cámara digital SONY (DSC S 75 cybershot) cuyas imágenes se almacenaran en formato JPEG, para su posterior procesamiento y edición con el software Adobe Photoshop 5.5.

2.2.- DISEÑO EDUCATIVO

En el desarrollo de esta propuesta se plantea hacer uso de las estrategias cognitivas de memorización y elaboración (Atkinson y Shiffrin 1968, 1971) para lograr los aprendizajes propuestos. Fundamentalmente, se asume que las estrategias de repetición, utilizando la memoria de corto plazo (Baddeley 1992), permitirán la internalización de los conocimientos generales y específicos acerca de la gametogénesis en los mamíferos, que serán almacenados en la

memoria de largo plazo. Siguiendo la línea del condicionamiento operante de Skinner, esta aplicación multimedial estará dividida en módulos.

El tutorial, será presentado en una sesión presencial de no más de 45 minutos en donde se explicará las características del software sus alcances y sus limitaciones; la forma de operar con el software, las rutas de acceso para luego presentar aspectos básicos de la gametogénesis. Una vez entregado el software el estudiante podrá acceder al resto de los módulos los cuales se dispondrán en un orden de complejidad creciente según se producen los cambios en las gónadas. Para finalizar, la aplicación dispondrá de una actividad de consolidación y auto evaluación.

Este software será confeccionado en su versión demostrativa bajo un formato powerpoint, y se dispondrá de forma modular y secuencial en el entorno virtual de aprendizaje (EVA) de la Universidad Austral de Chile (www.siveduc.cl). Los diferentes módulos serán administrados y accedidos en forma secuencial de acuerdo al orden preestablecido en las planificaciones que se desarrollaran mas adelante.

La aplicación será presentada en una actividad de tipo presencial, cuya planificación aparece mas abajo, en donde se dará a conocer las características y alcances de la aplicación. Esta aplicación se presentará como un tutorial organizado bajo la estructura de tres módulos instruccionales que persiguen los siguientes objetivos educativos:

Módulo 1

Objetivo 1: reconocer y describir el proceso de la diferenciación gonadal.

Módulo 2

Objetivo 2: describir el proceso de multiplicación y crecimiento de los gametos.

Módulo 3

Objetivo 3: describir el proceso de maduración de los gametos.

Cada módulo estará presentado como una clase regular es decir con una introducción; un centro y un final según el modelo de planificación de clases presentado por Santibañez, (1974). En la introducción se hará una breve revisión de aquellos conocimientos mínimos necesarios para poder comprender el tema que ira desarrollado en el centro de cada módulo. La actividad central girará en torno al objetivo que interesa que manejen los estudiantes, aquí se desarrollarán actividades de comprensión de lectura, observación de imágenes rotuladas o interactivas y/o seguidas por imágenes reales de secciones histológicas que contribuirán a desarrollar estrategias de elaboración y a su vez permitirán la construcción de conocimientos más complejos basados en la sumatoria del saber ya almacenado además de los nuevos conocimientos que se están aportando en el desarrollo del curso (Ausubel, 1963, 1968; Ausubel et al. 1978).

Durante la actividad final, se procederá a trabajar en forma interactiva con una pantalla que mostrará preguntas relacionadas con la actividad de introducción y principalmente con el tema central del módulo. Una vez completada la actividad y habiendo obtenido un 100% de las respuestas acertadamente el estudiante podrá acceder al módulo siguiente.

2.3.- DISEÑO GRAFICO

Dependiendo de la factibilidad económica y de los recursos humanos, se tiene considerada la implementación de una versión definitiva del diseño multimedial, utilizando el software Flash.

Sin embargo como una alternativa de menor costo y mas fácil de implementar se tiene contemplado, el desarrollo de una versión demostrativa, de al menos una de estos módulos, de esta aplicación tutorial relacionada con la gametogénesis utilizando el formato powerpoint (Office 2000) que es el formato de mas amplio manejo por los académicos. Esta versión será trabajada de acuerdo a los patrones antes definidos.

Con este objeto se creará un fondo de presentación el cual será común a todas las pantallas y sobre cada pantalla se insertaran los textos, diagramas, fotografías y links relacionados, que permita al usuario acceder al material de imágenes allí incorporados ya sea a través de la navegación generada por links presentes en un texto determinado, o simplemente accediendo a un panel donde se explicita el tipo de material disponible.

En el caso de la versión definitiva será necesario implementar rutinas para la corrección de la evaluación propuesta al final de cada módulo así como también un link que permita al estudiante el acceso al módulo siguiente.

2.4.- CONTENIDOS

En los mamíferos, las células germinales primordiales han sido identificadas en la pared del saco vitelino antes de la aparición de las crestas gonadales. Desde ese sitio emigran por diapedesis hacia la región de las crestas gonadales, donde se dividen activamente por mitosis, tomando el nombre de gonocitos. Cuando la gónada se diferencia para formar un ovario o un testículo, las células germinales pasan a denominarse ovogonias o espermatogonias, respectivamente. Una vez formadas las espermatogonias y ovogonias, la gametogénesis ocurre en tres etapas que aunque comunes para ambos sexos son discímiles en la forma, número y tamaño de los gametos producidos.

2.4.1.- Diferenciación gonadal

2.4.1.1.- Masculina

Estudios actuales postulan que individuos que poseen un cariotipo XY imponen un poderoso control genético que hace que la gónada indiferenciada adquiera una organización de aspecto cordonal (cordones testiculares), lo que constituye la primera evidencia de la diferenciación testicular.

La diferenciación del tejido gonadal a partir del mesodermo requiere de la participación de los genes LIM y WT1 generando una gónada que se diferenciará en testículo por la acción de los genes SOX-9 y SRY; mientras que diferenciara un ovario si actúa el gen DAX-1.

En el proceso de diferenciación del testículo el cromosoma Y juega un rol fundamental, ya que en él se encontraría un gen que corresponde a una región de 35 kilobases localizada en la región distal del brazo corto del cromosoma Y denominado región determinante del sexo o SRY. Los gonocitos portadores de dicho antígeno, serían reconocidos por las células somáticas de origen mesonéfrico, rodeándolos completamente y generando de este modo estructuras de aspecto cordonal.

Estos cordones testiculares contienen, por lo tanto, dos tipos celulares: los gonocitos, que ahora pasan a denominarse pre espermatogonias, y las células somáticas mesonéfricas, que ahora pasan a denominarse células de pre Sertoli. Además, entre los cordones se ubican células que presentan gran actividad enzimática y que se denominan células de Leydig fetales.

Las células de Leydig producen precozmente, durante la vida fetal, cantidades crecientes de hormonas de tipo masculino y las células de pre Sertoli, producen durante el período fetal o neonatal (según la especie) la hormona anti-Mülleriana (HAM).

La testosterona producida por el testículo en diferenciación sería responsable del crecimiento y mantención de los conductos de Wolff, que son los precursores de las vías genitales masculinas; y la hormona HAM provoca la desaparición de los conductos de Müller, precursores de las vías genitales femeninas.

2.4.1.2.- Femenina

El primer indicio de que la gónada constituirá un ovario es la presencia, de las primeras imágenes de la meiosis (leptoteno), en las ovogonias, ya que en este momento de la vida de la hembra se inicia la ovogénesis, contrariamente a lo que ocurre en el macho donde este proceso se inicia en la pubertad.

La profase continúa hasta detenerse, casi al término de ella, en el estado de diploteno (dictioteno), antes o poco después del nacimiento, según la especie. Durante este período la célula germinal recibe el nombre de ovocito primario y se rodea de células somáticas provenientes del mesonefro en regresión, denominadas células pre granulósicas. El ovocito I rodeado por estas células, recibe el nombre de folículo primordial, y el conjunto de folículos primordiales constituye una “población de folículos de reserva” disponible en el ovario. De esta población folicular se originarán todos los folículos que periódicamente experimentarán maduración en cada ciclo ovárico durante el período de actividad sexual.

2.4.2.- Gametogénesis

2.4.2.1.- Multiplicación

La gonias se dividen por mitosis en determinadas etapas de la vida pre o post natal, aunque estas etapas son cronológicamente diferentes según se trate del macho o la hembra. Una característica especial de este proceso es la persistencia de puentes citoplasmáticos intercelulares entre las células adyacentes, lo cual favorecería una adecuada sincronización de la gametogénesis.

2.4.2.1.1.- Multiplicación de las pre espermatogonias y espermatogonias

El período de multiplicación de los gonocitos o fase de multiplicación embrionaria, es seguido de una segunda etapa de proliferación celular, denominado multiplicación fetal, en la cual las células permanecen unidas por puentes citoplasmáticos y reciben el nombre de “pre

espermatogonias fetales”. Después del nacimiento, un gran número de estas células degenera, mientras que otras continúan dividiéndose, con persistencia de los puentes intercelulares; estas células reciben el nombre de “pre espermatogonias prepuberales”.

Una vez alcanzada la madurez sexual, las células germinales toman posición bajo la membrana basal de los túbulos seminíferos y, con el nombre de “espermatogonias”, continúan en proceso de activa multiplicación mitótica que durará toda la vida reproductora del macho. En general se reconocen 2 tipos principales de espermatogonias. La espermatogonia tipo A que es la más primitiva y de la que se originara la espermatogonia tipo B, que es más diferenciada, entre ambos tipos es posible reconocer una espermatogonia transicional o intermedia (In). Como las espermatogonias representan la fuente generadora de la continua producción de espermatozoides, se ha previsto un sistema de renovación espermatogonial en el cual existe un ciclo de “células troncales de reserva” denominadas A⁰. Algunas de estas células ingresan a otro ciclo de “células troncales de renovación A1” (espermatogonias), a partir de las cuales se originan un mayor número de espermatogonias más evolucionadas como son las de tipo In y B. Estas últimas dan origen a los espermatoцитos primarios.

2.4.2.1.2.- Multiplicación de las ovogonias

Al período de multiplicación de los gonocitos, sigue una activa fase de multiplicación de las ovogonias, la cual es fundamentalmente fetal. Grupos de ovogonias se rodean de células pregranulósicas (procedentes de la rete ovarii) formando nidos ovulares.

En la mayoría de los animales esta fase cesa antes del nacimiento (ungulados), pero en unos pocos persiste hasta poco después del nacimiento (gata, coneja). En todo caso dicha multiplicación es limitada y durante el transcurso de este período, grupos de ovogonias dejan de dividirse para diferenciarse en ovocitos primarios.

Parece incierto que algunas ovogonias mantengan su estado indiferenciado y pudieran proliferar durante la pubertad para producir nuevos ovocitos.

2.4.2.1.- Crecimiento

En un momento dado algunas espermatogonias y ovogonias, luego de dividirse por última vez, experimentan un período de crecimiento y se diferencian en espermatoцитos y ovocitos primarios. Tanto el momento de inicio, así como la duración y magnitud de este crecimiento, ofrecen notables diferencias entre el macho y la hembra. Durante este período se realiza la profase de la primera división de maduración meiótica.

2.4.2.1.1.- Crecimiento de los espermatoцитos primarios

Los espermatoцитos primarios presentan un breve período preleptoténico, durante el cual los núcleos tienen características muy similares a los núcleos de las espermatogonias de tipo B. Más tarde los grumos de cromatina se resuelven en una cantidad de granulaciones más finas y más cromófilas que se distribuyen en todo el núcleo. Esta redistribución de la cromatina corresponde al período de síntesis (réplica) del ADN, que precede a la profase meiótica ($4n$ ADN).

A medida que los espermatoцитos se alejan de la membrana basal del epitelio germinal, se produce un ligero aumento de volumen tanto del núcleo como del citoplasma, y la cromatina toma un aspecto filamentosos, indicando con ello que se ha entrado en la profase de la primera división meiótica (leptoteno).

2.4.2.1.2.- Crecimiento de los ovocitos primarios

Los ovocitos primarios entran en la profase de la primera división meiótica, evolucionando desde el estado de leptoteno hasta el estado de diploteno. En este último estado desaparecen los puentes citoplasmáticos intercelulares y las células pregranulósicas que rodean en

forma individual a los ovocitos, reciben el nombre de células foliculares. Cada ovocito rodeado por esta cubierta de células foliculares constituye un folículo primordial.

2.4.2.1.3.- Desarrollo del folículo ovarico

Este período transcurre total o parcialmente durante la vida intrauterina, finalizando antes o poco después del nacimiento, según la especie (mediados de la gestación en la oveja y la vaca, y hasta poco después del nacimiento en la cerda).

Los folículos primordiales se ubican en la periferia de la corteza ovárica, inmediatamente bajo el epitelio ovárico, donde la mayoría de ellos se mantiene sin modificaciones durante un largo tiempo. El núcleo del ovocito permanece estacionario en el estado de diploteno y en muchas especies el núcleo adquiere aspecto vesicular con los cromosomas dispuestos en una fina red de cromatina (dictioteno).

Poco antes de la pubertad en la mayor parte de los animales, o luego del término de la vida fetal en la vaca o en la oveja, grupos de folículos primordiales se reactivan y se producen importantes cambios tanto a nivel del ovocito como de las células foliculares. Cuando las células foliculares, adquieren forma cúbica y comienzan a secretar la zona pelúcida, los folículos pasan a denominarse primarios. Más tarde las células foliculares proliferan, constituyendo un epitelio estratificado que recibe el nombre de estrato granuloso o simplemente granulosa, y se completa la formación de la zona pelúcida. Este aspecto permite describir a los folículos en crecimiento.

Las células foliculares adyacentes al ovocito emiten procesos citoplasmáticos que se dirigen hacia la membrana plasmática del ovocito, el cual a su vez, forma microvellosidades que se interdigitan con los procesos foliculares. Entre los procesos y las vellosidades se deposita el material denso de aspecto fibrilar que constituye la zona pelúcida. Posteriormente cuando las vellosidades se retraen, el espacio ocupado por ellas es completamente invadido por dicho

material, el cual se consolida para constituir una gruesa membrana que se adhiere íntimamente a la superficie de la membrana celular del ovocito.

Durante la formación de la granulosa, las células del tejido conectivo que rodean a este estrato se organizan formando dos hojas o tecas: la teca interna, hoja vascular constituida por células secretoras; y la teca externa, hoja de aspecto fibroso. Entre el estrato granuloso y la teca interna se dispone una membrana basal.

Más tarde, entre las células de la granulosa se forman espacios llenos de un fluido o líquido folicular. Estos espacios confluyen hasta formar una cavidad de aspecto semilunar, el antro folicular. En ese momento el ovocito alcanza su mayor tamaño y el folículo se describe como folículo antral. El aumento de volumen del ovocito se produce mientras se mantiene aún en estado de dictioteno. Durante este período se produce un importante incremento de vitelo, sustancia de naturaleza nutritiva, que representa una nominación general para un material que posee aspecto y función determinada en los ovocitos. Los principales componentes químicos del vitelo son, proteínas y fosfoproteínas, los cuales no son necesariamente sintetizados en los ovocitos, sino que pueden ser producidos en el hígado de la hembra y luego llegar al ovocito por intermedio de la circulación sanguínea y las células foliculares adyacentes. El intercambio metabólico entre estas células foliculares y el ovocito, está favorecido por el incremento de superficie a nivel de los procesos y microvellosidades que alternan a nivel de la zona pelúcida.

Durante el crecimiento del ovocito se producen también cambios cualitativos en la organización del citoplasma y distribución de organelos. El complejo de Golgi, inicialmente simple y localizado en posición yuxtannuclear, da origen a un Golgi ampliamente disperso en el citoplasma. El retículo endoplásmico se hace algo más desarrollado e incrementa el número de ribosomas.

En el transcurso de este período, previo a la madurez sexual (pubertad), aquellos folículos primarios que se desarrollaron hasta alcanzar el estado de folículos antrales, involucionan para constituir folículos atrésicos.

2.4.3.- Meiosis o divisiones de maduración

Consiste en la realización de dos divisiones que ocurren a partir de los espermatozoides y ovocitos primarios. Durante la primera división meiótica se produce la reducción de la dotación cromosómica a la mitad (N° haploide de cromosomas n Cr $2n$ ADN), y en la segunda división meiótica se mantiene la misma dotación aunque se reduce la cantidad de ADN (n Cr, n ADN). El significado funcional de este período es exactamente igual en el macho y en la hembra, pero hay diferencias en cuanto a su duración y el número de células funcionales resultantes.

Al término de la espermatogénesis existe un período complementario denominado metamorfosis, que consiste en la transformación morfológica de las espermátidas (células resultantes de la segunda división meiótica) en espermatozoides flagelados.

Durante la realización de estas etapas de la gametogénesis, las células germinales experimentan significativas modificaciones en el núcleo y el citoplasma, que determinan:

- a) Intercambio de material genético entre los cromosomas paternos, lo que conduce a multiplicar combinaciones entre sus genes, favoreciendo la variación y la evolución.
- b) Disminución del número de cromosomas a la mitad, evitando así el continuo incremento de cromosomas que se produciría al duplicarse la dotación en cada fecundación.

2.4.3.1.- Maduración meiótica en machos

Una vez completada la profase, se continúan la metafase, anafase y telofase de la primera división de maduración (en el caso de la espermatogénesis no existe un prolongado período de diploteno que caracteriza a la ovogénesis de los mamíferos). A consecuencia de esta primera

división meiótica, se forman los espermatocitos secundarios, de tamaño algo inferior al de los espermatocitos primarios en estado de diploteno y se reconstituye la membrana nuclear. Los espermatocitos secundarios, después de una corta interfase, en el curso de la cual no hay síntesis de ADN, entran en la segunda división meiótica para originar células aún más pequeñas denominadas espermátidas. Al igual que en las espermatogonias, se forma un cluster de espermátidas en continuidad citoplasmática.

2.4.3.2.- Metamorfosis

Las espermátidas experimentan una serie de transformaciones profundas, que culminan con la formación de espermatozoos flagelados. Estas transformaciones ocurren en el interior del extremo distal de las células de Sértoli.

En la etapa inicial de la metamorfosis, la espermátida es una célula relativamente pequeña, de forma esférica o poligonal; posee núcleo esférico central con cromatina finamente granular y un nucléolo poco visible. Cerca del núcleo se observa el complejo de Golgi constituido por una serie de sacos aplanados de forma semilunar, colocados en disposición concéntrica, y un gran número de pequeñas vesículas distribuidas en el centro de la zona de Golgi. Además hay dos centriolos localizados en la periferia del citoplasma, y pequeñas mitocondrias alineadas por dentro de la membrana citoplasmática. En el citoplasma se observa también la presencia de un corpúsculo muy eosinófilo, de forma irregular, denominado cuerpo cromatoide. El resto del citoplasma contiene vesículas esféricas, asociadas o no con ribosomas y que corresponden al retículo endoplasmático.

Al iniciarse la transformación, el primer cambio perceptible ocurre en la parte central de la zona de Golgi, donde aparecen numerosos gránulos ricos en hidratos de carbono, rodeados por membranas vesiculares del complejo de Golgi. Estos gránulos denominados preacrosómicos,

coalescen luego en uno solo, el gránulo acrosómico, el cual queda contenido en el interior de una vesícula acrosómica, la cual se halla limitada por una membrana.

La membrana de esta vesícula se adhiere al núcleo en un punto que corresponde al futuro extremo anterior de la cabeza del espermatozoo. El gránulo adquiere forma hemisférica y la membrana se extiende sobre el polo anterior del núcleo formando un capuchón cefálico. Más tarde, el contenido del gránulo acrosómico difunde en forma de una fina capa entre las dos hojas (interna y externa) del capuchón cefálico, constituyendo el aparato acrosómico o acrosoma.

El acrosoma es de tamaño y forma variable en diferentes especies, pero está presente en todos los espermatozoos, y contiene numerosas enzimas proteolíticas (principalmente glicoproteínas) asociadas a la membrana interna, lo que asegura que estas no se movilizan.

Más tarde el núcleo pierde su forma esférica, se hace asimétrico, y se produce la condensación de su cromatina (la cual se observa homogénea y muy cromófila). La forma definitiva del núcleo puede ser, aplastada, en forma de espátula (como en la mayor parte de los mamíferos), o bien lanceolada (como en la rata, el ratón y el hamster). Mientras se producen estas transformaciones en el aparato acrosómico y en el núcleo, los dos centriolos emigran desde la periferia del citoplasma hacia el polo del núcleo que se encuentra en posición opuesta a la del acrosoma. Uno de los centriolos se coloca en una depresión del núcleo, con su eje situado en forma perpendicular al eje principal del espermatozoo y se denomina centriolo proximal, mientras que el otro centriolo se coloca más hacia afuera, disponiendo su eje en el mismo sentido del eje principal del espermatozoo y se denomina centriolo distal. El centriolo distal da origen al filamento axial o axonema de la cola del espermatozoide.

El axonema, al igual que los filamentos de los flagelos de otras células animales, posee dos microtúbulos simples en el centro y nueve microtúbulos dobles (dupletas) en la periferia

(9+2). A medida que el filamento axial se alarga, se forma el anillo o annulus, el cual se coloca en una posición que señala el límite distal del segmento medio. Este anillo podría originarse a partir del cuerpo cromatoide.

Alrededor del axonema, en el segmento medio, se desarrolla una fibra periférica densa, por fuera de cada una de las dobletas (9+9+2). Las mitocondrias migran hacia el segmento medio y se disponen en apretada espiral alrededor de las fibras periféricas densas.

La región situada entre el núcleo y el segmento medio, se estrecha y constituye el cuello, el cual separa la región de la cabeza de la región de la cola del espermatozoide. En la región del cuello, alrededor de los centriolos, se forman 9 columnas estriadas que conforman la pieza de conexión. Esta pieza se articula proximalmente con la placa basal (capitulum) ubicada bajo la fosa de implantación del núcleo y distalmente se continúa con las 9 fibras periféricas densas del segmento medio. Durante la formación de la pieza de conexión, el centriolo distal desaparece.

Más allá del anulus, que señala el límite caudal del segmento medio, el axonema está rodeado por una compleja vaina fibrosa constituida por la continuación de las 9 fibras periféricas densas, (dos de las cuales, las número 3 y 8, constituyen gruesas columnas longitudinales) y una serie de costillas (ribs) situadas entre las columnas longitudinales. Alrededor de esta vaina no existen mitocondrias. Esta sección se denomina segmento principal.

La vaina fibrosa desaparece hacia el extremo de la cola, dejando al axonema (9+2) cubierto únicamente por la membrana plasmática. Esta última sección constituye el segmento terminal.

Mientras suceden estas transformaciones, el citoplasma se desplaza formando una delgada cubierta citoplasmática sobre el acrosoma (núcleo), las mitocondrias (segmento medio), la vaina fibrosa (segmento principal) y el axonema (segmento terminal). El excedente del citoplasma se

separa del espermatozoo a nivel del segmento medio y queda adherido a la célula de Sertoli como una masa anucleada denominada cuerpo residual de Ragnaud. Una pequeña gota citoplasmática, que persiste a nivel del cuello, es eliminada más tarde durante la maduración espermática en el epidídimo.

2.4.3.3.- Maduración Epididimaria

Los conductos seminíferos que forman parte de los testículos se comunican mediante la rete testi con los conductos eferentes los que a su vez se abren al conducto del epidídimo. Este último se continúa en el conducto deferente. El conducto deferente desemboca en la uretra, a través de la cual los espermatozoos salen al exterior.

El epidídimo es un conducto sumamente largo y contorneado, interpuesto entre los conductos eferentes y el conducto deferente. A este conducto se le reconocen tres partes anatómicas: la cabeza (a cuyo nivel recibe un número variable de conductos eferentes), el cuerpo y la cola. La pared del epidídimo posee un epitelio pseudoestratificado y una capa de fibras musculares, que incrementa de grosor en sentido próximo-distal.

Las células de Sertoli producen un fluido bajo cuya presión los espermatozoos, al término de la metamorfosis, son arrastrados desde los túbulos seminíferos a la rete testi y, desde allí, a través de los conductos eferentes, alcanzan la cabeza del epidídimo. Este trayecto es recorrido por los espermatozoos en un lapso de 2 a 3 horas, periodo durante el cual el fluido no aporta elementos indispensables para el metabolismo espermático, y por lo tanto pareciera actuar fundamentalmente como elemento transportador.

2.4.3.2.- Maduración meiótica en hembras y formación del folículo de De Graaf

Una vez iniciado el período de actividad sexual, en determinados grupos de folículos antrales se interrumpe el prolongado período de dictioteno del ovocito y se reanuda la meiosis,

completándose la primera división meiótica e iniciándose de inmediato la segunda división meiótica. Estos hechos caracterizan el período denominado de maduración, el cual se realiza en forma tardía, un poco antes o simultáneamente con la eclosión del folículo (ovulación).

Al proseguir la primera división meiótica, los cromosomas vuelven a contraerse y entran en metafase I: la membrana nuclear se disgrega y los cromosomas se desplazan hacia el polo animal disponiéndose en el ecuador del huso acromático. Durante la anafase I se separan los cromosomas homólogos, y una prominencia en la superficie del ovocito es ocupada por el polo externo del huso, conteniendo la mitad de los cromosomas. Luego, durante la telofase I, la prominencia se separa del resto del ovocito y constituye el primer corpúsculo polar. La serie de cromosomas contenida en el primer corpúsculo polar es equivalente a la serie de cromosomas que permanece en el ovocito, el cual pasa ahora a denominarse ovocito secundario y contiene número haploide de cromosomas. Al finalizar la anafase no se reconstituye la membrana nuclear puesto que el ovocito secundario inicia inmediatamente la segunda división meiótica, con formación de una nueva figura acromática. A diferencia de lo ocurrido en la primera división meiótica esta vez se separan las cromátidas, como sucede en una división mitótica corriente. De esta segunda división resulta un segundo corpúsculo polar y una célula-huevo cuyo núcleo contienen el mismo número de cromosomas que su antecesora, es decir un número haploide.

La maduración no ocurre por completo en el interior del folículo, ya que se interrumpe en el momento en que se produce la ovulación (durante la primera o segunda división meiótica según la especie), y solo se reanuda en caso que exista fertilización de la célula liberada.

Simultáneamente, en los días que preceden a la ovulación, el folículo adquiere considerable volumen, con notable aumento de la cavidad folicular llena de folículo. Las células foliculares constituyen una delgada cubierta alrededor de esta cavidad (granulosa externa), excepto en el lugar en que se encuentra el ovocito, alrededor del cual forman un conglomerado

que recibe el nombre de cumulus oophorus. A este nivel las células foliculares adyacentes a la zona pelúcida adquieren aspecto columnar y se disponen radialmente alrededor del ovocito, constituyendo la corona radiada. La teca interna está formada por grandes células fusiformes o poliédricas, contenidas en una red de fibras reticulares, en continuidad con la teca externa. Estas células que son fibroblastos modificados, poseen características citológicas similares a células de glándulas endocrinas secretoras de esteroides, y son responsables de la elaboración de estrógenos (estradiol). Cuando el folículo alcanza este estado, es considerado como preovulatorio y se le denomina folículo de De Graaf.

Durante cada ciclo ovárico, son numerosos los folículos que reanudan su desarrollo, pero solamente unos pocos alcanzan el estado de madurez final y hacen eclosión. Los numerosos folículos que no llegaron al estado final, degeneran luego de haber alcanzado estados de desarrollo intermedio, constituyendo folículos atrésicos.

Una vez producida la liberación del ovocito rodeado por las células del cumulus desde el folículo de De Graaf, la pared del folículo se colapsa para transformarse en cuerpo lúteo. Las células foliculares de la granulosa externa y las células fibroblásticas de la teca interna sufren importantes modificaciones y constituyen células luteínicas de dos tipos: aquellas derivadas de las células de la granulosa externa se denominan células granuloso-luteínicas, y las derivadas de la teca interna, células teco-luteínicas. Estas células poseen características de células secretoras de hormonas esteroideas y producen la progesterona.

3.- RESULTADOS

3.1.- PLANIFICACION DE ACTIVIDADES DEL SOFTWARE

El primer paso en el desarrollo de la aplicación consistió en diseñar una secuencia de planificaciones que responden a los objetivos planteados, esta secuencia reúne todos los bloques o módulos de trabajo incluyendo actividades de presentación, consolidación y auto evaluación de la aplicación multimedia.

Las actividades han sido planeadas a partir de la definición del objetivo deseado (conducta final), iniciándose la actividad con la verificación de ciertas conductas de entrada. Esta actividad crea un ambiente motivador para que el estudiante prosiga con el esquema diseñado, permite avanzar paso a paso en la construcción de los conocimientos propuestos, finalmente cada módulo presenta una actividad de reforzamiento o consolidación.

Una de las características del proceso de enseñanza utilizando una metodología conductista es el estímulo de refuerzo o de premiación por el logro alcanzado. En este caso, el estímulo de refuerzo corresponderá a una pequeña prueba que deberá ser completa al final de cada objetivo presentado. El estudiante deberá alcanzar una calificación igual al 100% de respuestas acertadas para poder acceder al objetivo siguiente.

Un segundo paso, corresponde al diseño de las diferentes interfaces requeridas para la interacción del usuario con la aplicación. Aquí se desarrollará una interfaz básica que servirá como molde para el diseño de las interfaces de los diferentes módulos o segmentos de la aplicación.

3.2.-PLANIFICACION DE ACTIVIDADES

3.2.1.- Presentación uso y contenido del software

	Actividades	Metodología	Material a utilizar	Tiempo
I N T R O D U C C I O N	Conocer la finalidad de la Aplicación Multimedial (A.M.)	- Exposición acerca de las características de la A. M.	Proyector de datos A. M. Computador.	10 minutos
C E N T R O	-Conocer la materia de la A. M. - Observación de esquemas y fotografías de gónadas. - Reconocer ovarios y testículos	- Exposición acerca de la materia de la A. M. - Descripción del papel de las gónadas en la producción de los gametos.	Proyector de datos A. M. Computador	15 minutos
F I N A L	Completar esquema que resume las características del proceso de reproducción en mamíferos	Presentación de una hoja electrónica que resume las características generales del proceso de reproducción en mamíferos.	Proyector de datos A. M. Computador	5 minutos

3.2.2.1.- Módulo 1

Objetivo 1: describir el proceso de diferenciación gonadal

	Actividades	Metodología	Material a utilizar	Tiempo
I N T R O D U C I O N	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar las características y función de las gónadas en la producción de gametos maduros - Observación de esquemas y fotografías de ovarios y testículos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Presentar un resumen con las características y función de las gónadas en la producción de gametos maduros 	A. M. con texto fotografías y esquemas de ovarios y testículos, ovocitos y espermatozoides.	15 minutos
C E N T R O	<ul style="list-style-type: none"> -Lectura introductoria del tema. - Observación de crestas gonadales Observación de imágenes rotuladas de ovarios, zona cortical y medular; nidos ovulares, Células epiteliales y ovogonias. Observación de imágenes rotuladas de testículos; cordones testiculares: cél germinativas primordiales, cél. epiteliales, cél. intersticiales. 	<ul style="list-style-type: none"> -Presentar las características de las gónadas en diferenciación. - Describir la zona cortical medular en ovarios y testículos. - Describir nidos ovulares. - Describir cordones testiculares. 	Fotografías y esquemas de gónadas indicando, cordones testiculares, nidos ovulares, células epiteliales y ovogonias, cél germinativas primordiales, cél. epiteliales, cél. Intersticiales incluidos en la A.M.	45 minutos
F I N A L	<ul style="list-style-type: none"> Completar esquema que resume las características del proceso de diferenciación gonadal. 	<ul style="list-style-type: none"> Presentación de una hoja electrónica que resume las características de la diferenciación gonadal, la estructura de nidos ovulares y cordones testiculares. 	Página interactiva de la A. M. que permite la completación de frases relativas a la diferenciación gonadal	15 minutos

3.2.2.2.-Módulo 2

Objetivo 2: describir el proceso de multiplicación y crecimiento de los gametos

	Actividades	Metodología	Material a utilizar	Tiempo
I N T R O D U C C I O N	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar el proceso de diferenciación gonadal En la A:M. - Observación de esquemas y fotografías de gónadas en diferenciación. 	Presentar un resumen con las características del proceso de diferenciación gonadal y estructura de nidos ovulares y cordones testiculares.	Texto disponible en la A.M. Fotografías y esquemas de ovarios y testículos, nidos ovulares y cordones testiculares incluidos en la A. M.	15 minutos
C E N T R O	<ul style="list-style-type: none"> - Lectura introductoria del tema. - Observación de esquemas mostrando la fase de multiplicación y crecimiento de gametos. 	-Presentar texto y esquemas con las características del proceso de multiplicación y crecimiento de las espermatogonias y de las ovogonias.	Texto y esquemas que muestren el proceso de multiplicación y crecimiento de las ovogonias y las espermatogonias, disponibles en la A. M.	45 minutos
F I N A L	Completar esquema que resume las características del proceso de multiplicación y crecimiento de los gametos	Presentación de una hoja electrónica que resume el proceso de multiplicación y crecimiento de las ovogonias y las espermatogonias.	Página interactiva de la A. M. que permite la completación de frases relativas a la multiplicación y crecimiento de los gametos.	15 minutos

3.2.2.3.- Módulo 3

Objetivo 3: describir el proceso de maduración de los gametos

	Actividades	Metodología	Material a utilizar	Tiempo
I N T R O D U C I O N	-Explicar el proceso de crecimiento y maduración de los gametos.	Presentar una hoja electrónica con resumen del proceso de multiplicación de los gametos. Observación de esquemas y fotografías de ovogonias y espermatogonias.	A. M. con esquemas del proceso de multiplicación y crecimiento de los gametos.	15 minutos
C E N T R O	- Lectura introductoria del tema. - Observación de fotografías y esquemas de ovario con folículos primarios, en crecimiento y de DE Graff. Observación de fotografías y esquemas con espermatocitos I, II, espermátides y espermatozoides.	-Presentar un texto citando los aspectos relacionados con el proceso de maduración de gametos. - Describir y mostrar folículos primarios, en crecimiento y maduración. Describir y mostrar espermatocitos primarios, secundarios, espermátides y espermatozoides.	Texto Esquemas y fotografías que muestren el proceso de maduración de ovocitos y espermatozoides disponibles en la A. M.	45 minutos
F I N A L	Completar esquema que resume las características del proceso de maduración.	Presentación de una hoja electrónica que resume las diferencias observadas entre el proceso de maduración de los ovocitos y los espermatozoides.	Página interactiva que permite la completación de frases relativas a la maduración de los gametos, disponible en la A. M.	15 minutos

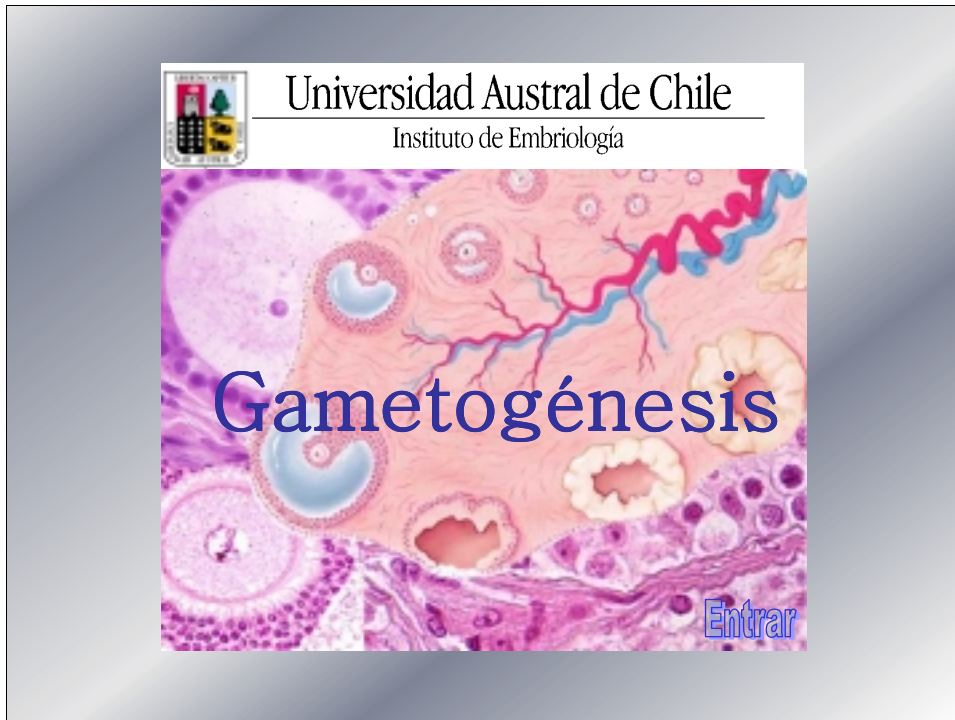
3.2.3.- Actividad de consolidación

	Actividades	Metodología	Material a utilizar	Tiempo
I N T R O D U C I O N	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de los conceptos básicos de reproducción - Lectura de textos. Observación de esquemas referidos al tema de la reproducción en mamíferos 	<p>Presentación de textos referidos a la reproducción en mamíferos en general.</p> <p>Mostrar esquemas y figuras de gónadas.</p>	A. M. con textos, imágenes y esquemas rotulados	10 minutos
C E N T R O	<ul style="list-style-type: none"> - Lectura de textos relacionados con la diferenciación gonadal, multiplicación, crecimiento y maduración de los gametos. - Reconocer folículos primarios, en crecimiento y maduros. - Reconocer espermatoцитos primarios, secundarios, espermátides y espermatozoides. 	<ul style="list-style-type: none"> - Presentación de textos - Mostrar esquemas y fotografías, de gónadas en diferenciación. - Mostrar esquemas y fotografías, de nidos ovulares y cordones testiculares. - Mostrar esquemas y fotografías de ovario con folículos en diferentes estados de maduración. - Mostrar esquemas y fotografías de testículo con diferentes estados de maduración de los espermatozoides. 	A. M con textos, esquemas y fotografías relacionadas con diferenciación gonadal, multiplicación, crecimiento y maduración de los gametos.	45 minutos
F I N A L	Completar un esquema que resume las características de los diferentes procesos estudiados.	Presentar hoja electrónica que resume aspectos básicos en reproducción en mamíferos, la diferenciación gonadal ,y las fases de multiplicación, crecimiento y maduración de los gametos	Página interactiva que permite la completación de frases relativas a la maduración de los gametos	15 minutos

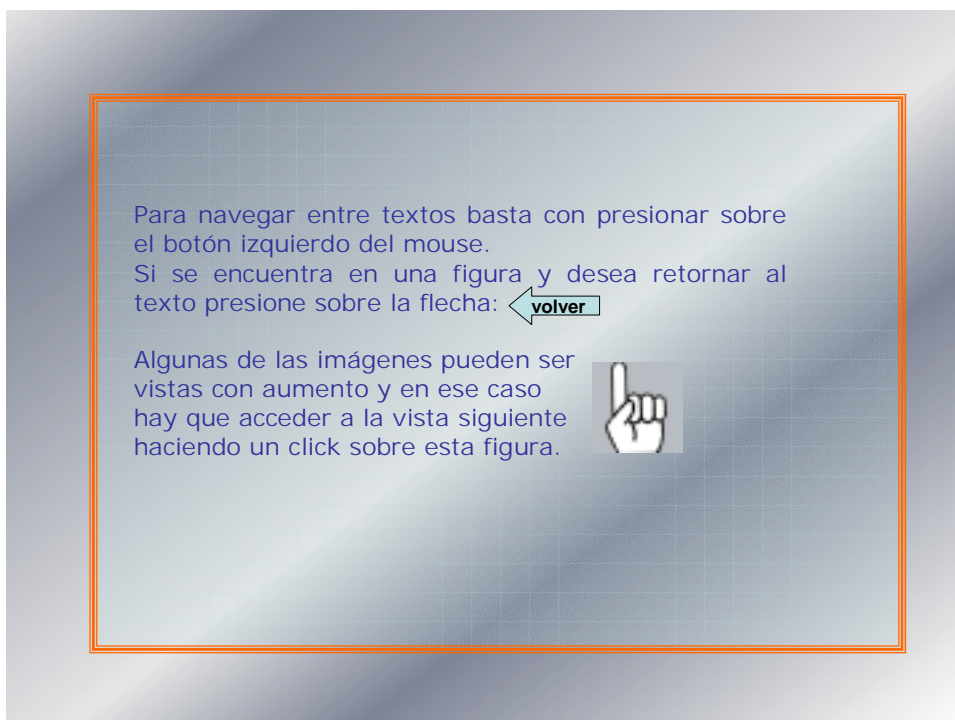
La actividad de consolidación corresponde a la realización de una sesión de tipo presencial de cierre del tutorial. Esta sesión se desarrollará según la planificación aquí propuesta con el fin primario de consolidar los conocimientos adquiridos mediante la aclaración de todas las dudas que pudiesen persistir luego del trabajo ejecutado.

Además en esta sesión se informará al alumno respecto de la forma en que se procederá a evaluar los objetivos del módulo.

Interfases utilizadas en el modular



Interfaz de presentación del módulo

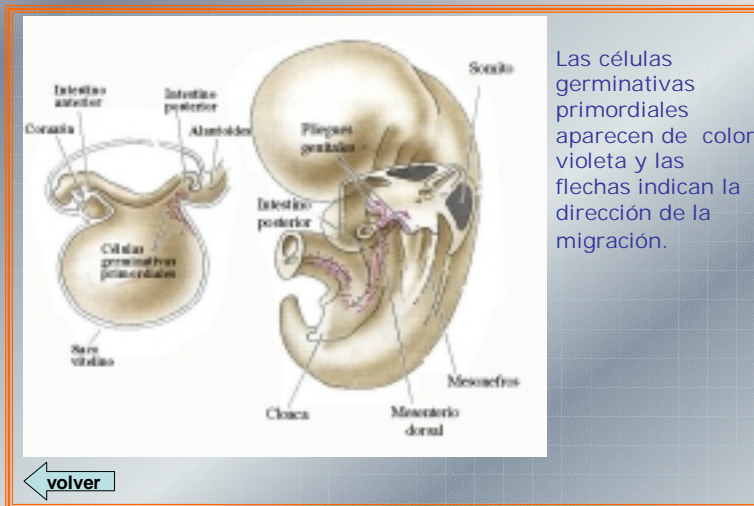


Interfaz de instrucciones de navegación en el módulo

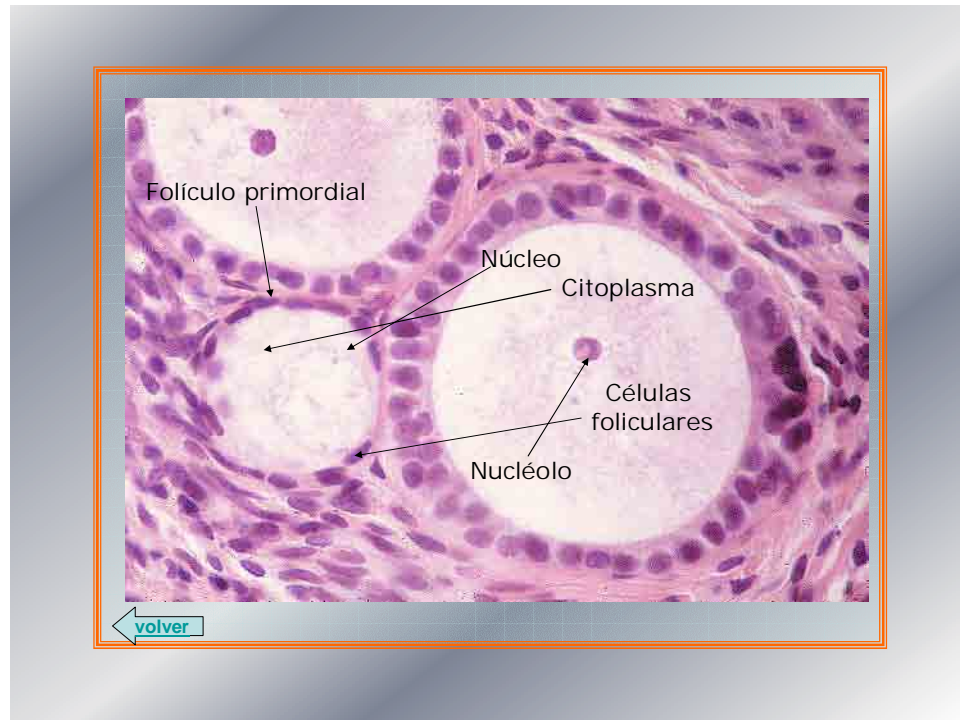
Diferenciación gonadal

Durante los primeros estados del desarrollo embrionario de los mamíferos, específicamente en la etapa previa a la aparición de las [crestas gonadales](#), es posible identificar un grupo de células fundamentales para el proceso de diferenciación sexual y conocidas como "[células germinativas primordiales](#)". Estas, se ubican en la pared del saco vitelino desde donde emigran, por diapedesis, hacia la región de las crestas gonadales cuando estas últimas se han diferenciado. Una vez situadas en las crestas gonadales se dividen activamente por mitosis y por influencia de determinados productos génicos originaran ya sea un ovario o un testículo.

Interfaz de texto mostrando ejemplos de links internos



interfaz de imágenes con texto adicional



Interfaz de imágenes incluidas en el módulo

evaluación

Al inicio de la diferenciación gonadal las _____ migran hasta llegar a colonizar dos áreas correspondientes al epitelio de la cavidad celómica llamadas _____. La aparición de las _____, marcan el inicio de la diferenciación gonadal. La gónada se dividirá en dos regiones llamadas _____ y _____. En el caso de los machos la región _____ permitirá la formación de los _____ que estarán formadas por células epiteliales o de _____ mas las _____. En el caso de las hembras, será en la región _____ donde se formarán los _____ que contendrán a las _____ rodeadas de _____.

Modelo de interfaz de evaluación.

4.- DISCUSION

La sociedad ha sido testigo en los últimos años de un vertiginoso desarrollo de tecnologías de las comunicaciones y la informática las cuales han sido capaces de cambiar la forma educar. Los efectos de estas tecnologías en la forma de la enseñanza aun se desconocen, sin embargo es claro que ellas exhiben capacidades que potencialmente las hacen muy útiles en el campo de la educación.

Uno de los campos más fértiles en donde se ha utilizado estas tecnologías es en la utilización de computadores como herramienta para la aplicación de softwares de apoyo a la enseñanza. Como ha sido mencionado previamente, el campo de los software educativos es bastante amplio (Bork 1991), y cada aplicación multimedial o software educativo debe ser caracterizado como un recurso de enseñanza- aprendizaje que ha de ser construido de acuerdo con una determinada estrategia de enseñanza. Sin duda que el diseño y realización de un software educativo o aplicación multimedial es un proceso que implica una serie de esfuerzos destinados a crear una actividad que permita a los estudiantes conocer y asimilar ciertos contenidos deseados siguiendo un patrón o modelo preestablecido.

Aunque los objetivos de la aplicación pueden tener un origen diverso, estos se formulan de acuerdo a cómo el o los creadores entienden el proceso de enseñanza-aprendizaje y por tanto, afectan la forma en como serán presentados los contenidos en cuanto a su selección, organización, adaptación a los usuarios, a las estrategias de enseñanza de los mismos y a su forma de presentación (Gros 1997).

Las aplicaciones tutoriales son de carácter interactivo y se caracterizan por presentar información y retroalimentación y siguen la estrategia del conductismo de Skinner.

El conductismo es la teoría del aprendizaje humano cuyo principal objetivo es inducir como respuesta, conductas o comportamientos objetivos y observables, descartando considerar todas aquellas actividades mentales que ocurren como resultado del proceso de obtención de respuestas observables.

Aunque muchos autores pueden ser considerados como exponentes del conductismo, sin lugar a dudas es Skinner quien ha tenido una mayor influencia en el campo educativo puesto que es él quien realiza la propuesta del condicionamiento operante y la idea de la enseñanza programada. El conductismo parte de una concepción empirista del conocimiento siendo el proceso de asociación uno de los mecanismos centrales de este modelo de aprendizaje, la meta del conductismo es que los estudiantes sean capaces de ejecutar una conducta esperada en función del estímulo aplicado (Ertmer y Newby, 1993). Las aplicaciones multimediales llamadas tutoriales fundamentan su diseño en base a esta estrategia conductista de aprendizaje.

De acuerdo a los postulados de Skinner, en el tutorial, el estudiante se encontrará ejerciendo un rol pasivo en su aprendizaje puesto que todos los conocimientos que se pretende sean absorbidos por él, están organizados de acuerdo a una estructura externa que se encuentra establecida por el docente. En adición, Skinner postula que si el tutorial está bien diseñado, el estudiante no ha de tener dificultades en su proceso de aprendizaje, por lo que es necesario que el docente así como los programadores sean buenos profesionales (Martí, 1992).

Aunque todas las teorías comparten temas en común respecto al aprendizaje, la mayor parte de ellas postula que los estudiantes avanzan por fases o etapas. De allí entonces que otro de los requisitos básicos que debe tener un tutorial es que los aprendizajes estén organizados en pequeñas unidades básicas o elementales programadas en forma secuencial, y seguidas de una sesión de recapitulación en donde el individuo responderá a una serie de preguntas que le permitirán refrescar sus conocimientos acerca de la unidad estudiada (Martí, 1992). Esta organización es coincidente con el postulado del conductismo operante de Skinner que plantea la

necesidad de que la enseñanza establezca ciertas claves a las que los estudiantes respondan, además de dividir el material por aprender en pasos pequeños de complejidad creciente y que se puedan dominar en ese orden (Shunk 1997).

Las teorías de enseñanza – aprendizaje postulan que son varios los factores que contribuyen en el proceso de adquisición de habilidades, estrategias y comportamientos, entre ellos se puede mencionar: la organización del material a enseñar; la forma en que este es presentado (pequeñas unidades); oportunidades para que el alumno ejercite su grado de avance; posibilidades de retroalimentación; y actividades de repaso (Rosenshine y Stevens, 1986; Shuell 1988, 1990). El fundamento de este proceso es que la suma de estas actividades incluyendo la repetición a la que se ve sometido el estudiante ha de crear en él, una respuesta predefinida y cuantificable.

Bajo esta premisa se postula que las acciones de aprendizaje del estudiante cuando son seguidas de acciones de refuerzo adecuadas tienen tendencia a ser repetidas, si el reforzamiento es positivo, o evitadas si es negativo. En palabras de Skinner (1985, 74), "toda consecuencia de la conducta que sea recompensante o, para decirlo más técnicamente, reforzante, aumenta la probabilidad de nuevas respuestas". No obstante, en ambos casos el control de la conducta viene del exterior; a partir del control que ejerce el diseñador de la A. M. en este caso.

Según este modelo, el aprendizaje se logra entonces, cuando se demuestra o se exhibe una respuesta apropiada a continuación de la presentación de un estímulo ambiental específico, es por ello que se hace especial énfasis en que una respuesta que es seguida de un refuerzo tiene mayor probabilidad de volver a suceder en el futuro.

El modelo de A.M. aquí presentado se corresponde con el modelo conductista de Skinner y más específicamente al condicionamiento operante llamado contingencia de tres términos;

modelo este, que postula la existencia de una secuencia de eventos que se produce cuando un estímulo discriminante brinda la oportunidad para una respuesta que es seguida de un estímulo reforzador, siendo este último cualesquier estímulo que aumente las probabilidades que la misma respuesta se produzca en el futuro, cuando eventualmente ocurra nuevamente el estímulo discriminativo (Schunk 1997).

Una aplicación multimedial diseñada según este modelo conductista es de fácil uso y no requiere, de parte de los estudiantes, un gran conocimiento previo acerca del tópico a desarrollar puesto que para introducir el tema de estudio se hace un breve recuento de los aspectos básicos del tópico a desarrollar.

El tutorial aquí presentado está desarrollado de acuerdo a los postulados que definen el modelo de condicionamiento operante de Skinner; para ello y antes de utilizar la aplicación multimedial el estudiante concurre a una sesión de tipo presencial expositiva y demostrativa que le permite familiarizarse con las características, bondades y deficiencias, alcances y limitaciones que exhibe la aplicación. Una vez logrado este objetivo el estudiante dispone de la aplicación multimedial y puede comenzar el proceso de autoaprendizaje.

La A. M. esta organizada en una serie de módulos que responden a objetivos concretos que se persiguen desarrollar en la aplicación, además se incluye un módulo de conciliación de los objetivos y un módulo final de evaluación. Cada módulo de la A. M. está estructurada en una introducción, una actividad central y un final. La introducción corresponde a una actividad que tiene por objeto un breve recuento de los conocimientos mínimos necesarios para poder comprender los niveles más complejos de conocimiento que serán estudiados en la actividad central. Adicionalmente la introducción tiene como objetivo crear el ambiente necesario para que el estudiante pueda concentrarse en el tema a desarrollar.

En la actividad central se encuentra desarrollado el objetivo del módulo y para alcanzar dicho objetivo se han programado una serie de actividades de corta duración que tienen por principal objeto cimentar el conocimiento más complejo del tópico en estudio. En esta etapa se desarrolla el tema a partir de una breve lectura del tópico en estudio apoyado con esquemas rotulados, fotografías y cuando sea posible con animaciones que contribuyan a reforzar los conceptos e ideas que se pretende adquieran los estudiantes.

La actividad final tiene por objeto recapitular los conocimientos adquiridos para lo cual se recurre a la estrategia de completación de una hoja electrónica, actividad esta que adquiere características de evaluación puesto que se hace necesario que el estudiante alcance el cien por ciento de las respuestas correctas para poder avanzar al módulo siguiente.

Una propuesta de éste estilo permite que cada paso o etapa capacite al estudiante para abordar el o la siguiente facilitando así la entrega de respuestas que deben ser convenientemente reforzadas (Araújo y Chadwick, 1988).

El aprendizaje según el modelo conductista puede ser adquirido en tres formas diferentes: por moldeamiento en donde fundamentalmente se refuerzan las conductas de aproximación sucesivas a la conducta deseada; por imitación o reproducción de un modelo; o por descubrimiento puesto que en ese último caso también se postula que es posible aprender actuando lo que se refleja en una respuesta manifiesta, retroalimentación correctiva.

En este tutorial se hace especial hincapié en el aprendizaje. por moldeamiento el cual queda de manifiesto al comenzar cada uno de los módulos puesto que es allí en donde se ha puesto un énfasis especial en verificar y desarrollar las conductas de entrada que facilitan el conocimiento de las conductas de salida. Por otro lado, la completación de una hoja electrónica

en donde el estudiante es enfrentado a imágenes y esquemas previamente observados y estudiados permitirán la retroalimentar las ideas y conceptos planteados durante el módulo.

Como cualesquier otra aplicación multimedial de tipo conductista, este tutorial exhibe algunas ventajas entre las cuales se pueden mencionar que su estructura fraccionada permite adquirir conocimientos en forma gradual y creciente facilitando el aprendizaje de conocimientos más complejos. Otra ventaja es que al estar organizado en módulos secuenciales se permite un cierto grado de personalización en el aprendizaje además de contribuir a la automatización de respuestas y una retroalimentación inmediata sobre las respuestas generadas.

Una de las principales desventajas de los tutoriales es que aparecen como demasiado fríos e impersonales ya que el educador no se encuentra presente al momento de surgir alguna duda, por esta razón no se crea el espacio necesario para conocer el porque una respuesta es correcta o incorrecta. Por otro lado existe una excesiva rigidez en la secuencia y organización de los contenidos, que impide el análisis y discusión de respuestas no previstas.

Proyección del trabajo

El diseño modular de este software, su disponibilidad en un entorno virtual (Learning Management System), y la posibilidad que pueda ser modificado constantemente por el profesor, así como la forma en que quedará disponible para los estudiantes en www.siveduc.cl le otorgan las características requeridas para ser tutorial ajustado a las normas SCORM (Sharable Content Object Reference Model) aunque para ello, será necesaria la incorporación de un manifiesto (reglas que definen el contenido, orden y secuencia de los módulos para poder lograr los objetivos planteados) con el fin de que pueda cumplir plenamente con las características de esta norma.

SCORM es un modelo operativo que normaliza y especifica las necesidades más críticas para la interoperabilidad de los sistemas de formación virtual aplicable tanto para las plataformas

formativas como para la elaboración de contenidos, es decir que esta norma habilita a los sistemas de aprendizaje basados en la web para poder encontrar, importar, compartir, reusar y exportar contenidos de aprendizaje. De ese punto de vista el tutorial diseñado, puede convertirse en material de estudio útil para nuestra universidad sino que también puede ser usado y modificado por otros docentes que encuentren este material disponible en la red.

Si bien es cierto que el diseño de este tutorial se ajusta al modelo conductista-cognitivista, el entorno SIVEDUC en el cual quedará disponible este material permite que el estudiante pueda acceder, si lo desea, a mas información referida al tópic en cuestión de manera eficaz y oportuna generándose con ello un entorno que facilita el constructivismo. Recordemos que para los constructivistas el sujeto construye su conocimiento a medida que interactua con su entorno (Bruner 1972, 1995, 2001, Piaget 1981, 1986, Vigtsky 1982a, 1982b). En este caso en adición el entorno virtual en que se encontrará el tutorial se sumará la participación de los estudiantes en sesiones lectivas como así tambien la discusión que se pueda generar en aula respecto de los módulos estudiados.

Por otra parte las herramientas Foro de discusión y Chat disponibles en SIVEDUC permitiran que los alumnos puedan generar un entorno de discusión que les permitira “construir” conocimientos tomando como base la herramienta conductista (el tutorial) de manera que se produce un una funcionalidad constructivista-cognitivista.

De esta manera la concepcion y desarrollo de una herramienta tutorial basada en un modelo conductista, utilizada en un entorno adecuado, puede convertirse en una poderosa herramienta de aprendizaje.

5.- BIBLIOGRAFIA

- Araujo, J.B.; y Chadwick, C.B. Tecnología educacional: Teorías de la instrucción. Barcelona. Paídos. (1988).
- Ausubel, D.P. The Psychology of meaningful verbal learning: An introduction to school learning. New York: Grune & Stratt. (1963).
- Ausubel, D.P. Educational Psychology: A cognitive view. New York. Holt, Rinehart & Stratton. (1968).
- Ausubel, D.P, Novak, JD & Hanesian, H. Educational Psychology: A cognitive view (2ª Edition). New York: Holt, Rinehart & Winston. Reimpreso, 1986. NY: Warbel & Peck. (1978).
- Atkinson,R, C Y Shiffrin, R.M. Human memory : a proposed system and its control processes. In K.W. Spence & T. Spence (Eds). New York Academic Press.The Psychology of learning and motivation: Advances in research and theory 2, 89-195. (1968).
- Atkinson,R, C Y Shiffrin, R.M. The control of short term memory. Scientific American 225, 82-90. (1971).
- Baddeley, A.D. The trouble with levels: A re-examination of Craig and lockhart's framework for memory research. Psychological Review 85, 139-152. (1992).
- Bork, A. Learning with Personal Computers. Harper and Row Eds. New York. (1986).
- Bork, A. Is Technology – Based Learning Effective Contemporary Education 12, 6-14 (1991).
- Bruner, J. S. Hacia una teoría{ XE "teoría" } de la instrucción, ed. UTEHA: México; trad. Nuria Parés. 234 pp. (1972).
- Bruner, J. S. Desarrollo cognitivo y educación, (Selección de textos por Jesús Palacios), ed. Morata: Madrid; 278 pp. 1995(2.)
- Bruner, J. S. et al. El Proceso mental en el aprendizaje. ed. Narcea: Madrid, trad. Jaime Vegas y Pablo Manzano. 320 pp. (2001).
- Coulson, J.E. Programmed Learning and Computer-Based Instruction. John Wiley and Sons. (1962).

- Ertmer, P. A. & Newbie, T. J. Behaviorism, cognotivism, constructivism: comparing and critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly*. 6(4), 50-72. (1993).
- Fullan, M. *Liderar en una cultura de cambio*. Barcelona: Octaedro. (2002).
- Gros, B. *Diseños y programas educativos*. Barcelona. (1997).
- Martí, E. *Aprender con ordenadores en la escuela*. Barcelona, ICE-Horsori. (1992).
- Mercer, N.; y Fisher, E. How do teachers help children to learn? An analysis of teacher's interventions in computer-based activities: *Learning and Instruction*. 2, 339 – 355(1992).
- Paterson, C. H. *Foundations for a theory of instruction and educational psychology*. Harper & Row. (1977).
- Perez I Garcias, A. Nuevas estrategias didácticas en entornos digitales para la enseñanza superior. En J. Salinas: A batista (coord). *Didactica y tecnología educativa para una universidad en un mundo digital*. Universidad de Panamá: Imprenta Universitaria. (2002).
- Piaget, J. *Psicología y pedagogía*, Ed. Ariel: México; trad, Francisco J. Fernández Buey. 208 pp. 1981.
- Piaget, J. 1986. *Psicología y epistemología*, ed. Artemisa: México; Col. Obras Maestras del pensamiento Contemporáneo. trad. Francisco J. Fernández Buey. 192 pp.
- Pontes, P. A. *Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica*. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*. 2 (1): 2-18. (2005).
- Rosenshine; B. y Stevens, R. (1986). Teaching functions. In M.C. Wittrock (Ed). *Handbook of research on teaching* (3rd ed., pp. 376-391). Englewood Cliffs, NJ. Merrill/Prentice Hall.
- Salinas, J. El rol de profesorado universitario ante los cambios de la era digital. *Actas del primer encuentro iberoamericano de perfeccionamiento integral del profesor universitario*. Caracas. Universidad Central de Venezuela. (1999).

- Salinas, J. Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento* 1(1), 1-16. (2004).
- Santibañez, J.D. *Pedagogía Universitaria, Guía de Estudio*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Filosofía y Letras, Departamento de Educación. Boletín 2-3. (1974).
- Shunk, D.H. Self-efficacy and cognitive skill learning. In C. Ames & R. Ames (Eds.), *Research and motivation in education. Vol. 3: Goals and cognitions* (pp. 13-44) San Diego: Academic Press. (1989).
- Shunk, D.H. *Condicionamiento operante en: Teorías del aprendizaje* (2da ed. pp. 63 – 99). Prentice-Hall Hispanoamericana. (1997).
- Shuell, T.J. The role of the student in learning from instructions. *Contemporary Educational Psychology*. 13: 276 – 295. (1988).
- Shuell, T.J. Phases of meaningful learning. *Review of Educational Research*. 60: 531 – 547. (1990).
- Skinner, B. F. The science of learning and the art of teaching. *Harvard Educational Review*, Vol. 24. (1954).
- Smith, L. B.F. Skinner (1904 – 1990). *Perspectivas*. 34(3-4), 529-542. (1994).
- Vaquero, A. Fundamentos pedagógicos de la enseñanza asistida por computadora. *Revista de Enseñanza y Tecnología: ADIE*.6: 14-24. (1992).
- Vygotski, L. S. *Obras escogidas. Tomo I*, ed. Pedagógika: Moscú; trad. José María Bravo. 496 pp. 1982a.
- Vygotski, L. S. *Obras escogidas. Tomo II*, ed. Pedagógika: Moscú; trad. José María Bravo. 484 pp. 1982b.