



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR.  
DIVISIÓN INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO.  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA.

Utilización de un modelo *in vitro*, un pez transparentado (*Chirostoma*), como una estrategia didáctica para la enseñanza de un sistema orgánico en la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades Naucalpan

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA  
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

BRAULIO FRANCISCO SOLANO ZAMORA

TUTOR

DR. JORGE RICARDO GERSENOWIES RODRÍGUEZ  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA.

TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO, MAYO 2013.



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

ABSTRACT.....	3
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO 2 ANTECEDENTES.....	9
CAPÍTULO 3 CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO BIOLÓGICO.....	16
CAPÍTULO 4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	25
CAPÍTULO 5 OBJETIVOS.....	26
CAPÍTULO 6 HIPÓTESIS.....	27
CAPÍTULO 7 MÉTODO.....	28
CAPÍTULO 8 RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	32
CAPÍTULO 9 DISCUSIÓN.....	45
CAPÍTULO 10 CONCLUSIÓN.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	48
APÉNDICE 1 PRETEST EXAMEN DIAGNÓSTICO.....	53
APÉNDICE 2 HOJA DE RESPUESTAS DEL PRETEST EXAMEN DIAGNÓSTICO.....	59
APÉNDICE 3 POSTEST EXAMEN DE CONOCIMIENTO.....	60
APÉNDICE 4 HOJA DE RESPUESTAS EXAMEN DE APLICACIÓN.....	66
APÉNDICE 5 SISTEMA ESQUELETICO DE UN PEZ LECTURA.....	67
APÉNDICE 6 PRACTICA DE LABORATORIO.....	76
APÉNDICE 7 PROPUESTA DE ESTRATEGIA DIDÁCTICA.....	78

## ABSTRACT

Se utilizó peces transparentados como modelo de una estrategia diseñada para evaluar el concepto de sistema orgánico que se propone para el curso de biología I y III del bachillerato universitario. Para ello se utilizaron tres grupos elegidos al azar del CCH Naucalpan, a todos se les aplicó el mismo pre-test, y posteriormente, al abordar todos los grupos el tema de sistema orgánico, a uno de los grupos se le aplicó la estrategia. Al finalizar el tema, a todos los grupos se les aplicó el pos-test. Los resultados obtenidos se analizaron utilizando el programa STATISTICAL ver. 8, encontrándose:

- 1) En el pre-test no existió diferencia entre los grupos.
- 2) En el pos-test el grupo al cual se le aplicó la estrategia obtuvo evaluaciones superiores.

Esto nos permitió concluir que la estrategia es adecuada para la enseñanza del tema sistemas orgánicos.

Transparented fish was used as a model of a strategy designed to evaluate the concept of organ system proposed for the biology course I and III of the bachelor's degree. To do this we used three randomly selected groups of CCH Naucalpan, we applied all the same pre-test, and then to address all the subject groups of organic system, one of the groups I apply the strategy. Upon completion of the subject, all groups we applied the post-test. The results were analyzed using the Statistical see. 8, being:

- 1) In the pre-test there was no difference between groups.
- 2) the post-test the group to which you apply the strategy obtained higher evaluations.

This allowed us to conclude that the strategy is suitable for teaching the subject organ systems.

### Introducción

#### 1.1.- Generalidades

En el quehacer académico, uno de los principales retos es educar dentro de un sistema escolarizado. Los profesores en la búsqueda de educar al alumno, provocan “la motivación de aprender” en sus educandos. En el caso de la enseñanza de la biología, no basta la búsqueda activa de nueva información, retroalimentar lo aprendido, el elogio o la satisfacción por el éxito académico y quitar el temor y la ansiedad al fracaso, sino lograr que el alumno se apropie del conocimiento (Sacristán y Pérez, 1992 a).

La educación es un proceso que pretende que un conjunto de conocimientos, órdenes y métodos permitan al alumno desarrollar y mejorar sus facultades intelectuales, conductuales, morales y físicas. La educación no crea facultades, sino que coopera en su desarrollo y precisión (Ausubel *et al.*, 1990).

La educación reviste características especiales según sean los rasgos propios del individuo y la sociedad. En la situación actual de una mayor libertad y soledad del hombre y ante una acumulación de posibilidades y riesgos sociales, se deriva que “la educación debe ser exigente desde el punto de vista que el sujeto debe poner más de su parte para aprender y desarrollar todo su potencial” (Navarro, 2007).

Toda educación se mueve en el binomio información-formación. La enseñanza es el quehacer del docente, el modo en el cual trasmite sus conocimientos en un área, de forma tal que a los alumnos se les facilite apropiarse del conocimiento. Este concepto es más restringido que el de educación, que tiene por objeto la formación integral del estudiante como persona, mientras que la enseñanza se limita a presentar y transmitir determinados conocimientos. En este sentido la educación comprende la enseñanza. Los métodos de enseñanza descansan sobre las teorías del proceso de aprendizaje y una de las tareas de la pedagogía moderna es estudiar empíricamente la eficacia de dichos métodos y su formulación teórica (Navarro, 2007).

En este campo sobresale la teoría psicológica. El fundamento psicológico básico de todo proceso de enseñanza-aprendizaje se halla representado por el reflejo condicionado y operante, es decir, por la relación existente estímulo-

respuesta. El sujeto que enseña es el encargado de provocar dicho reflejo de aprendizaje. Esta teoría da lugar a la formulación del principio de motivación, el cual es básico y consiste en estimular a un sujeto para que active sus facultades, el estudio de la motivación comprende a los factores orgánicos y a las condiciones que lo determinan. De aquí la importancia que en la enseñanza tiene el incentivo, destinado a estimular a los estudiantes (Castillo y Polanco, 2004).

El proceso de aprendizaje es parte de la función de la educación, es la acción de instruirse durante un período de tiempo. También es el proceso por el cual una persona es entrenada para solucionar situaciones, tal mecanismo va desde la adquisición de datos, hasta la síntesis y organización de los contenidos presentados. La educación es un proceso personal interno que nadie puede asumir por otro (Sacristán y Pérez, 1992b). ¿Cómo lograr que el alumno aprenda biología, de modo que sea capaz “de educarse a sí mismo a lo largo de la vida”? (Bandura, 1993). La respuesta dada en el presente trabajo sería, “por medio de actividades prácticas que permitan al alumno integrar los conocimientos adquiridos a su propia experiencia”, debiendo proporcionar los medios adecuados para que entre en contacto con la información necesaria para su formación (Ramo, 1999).

## 1.2.- El aprendizaje

El aprendizaje tiene una importancia fundamental para el humano. El constructivismo sostiene que el aprendizaje es esencialmente activo. Una persona que aprende algo nuevo, lo incorpora a sus experiencias previas y estructuras mentales. Cada nueva información es asimilada y depositada en una red de conocimientos y experiencias que existen previamente en el sujeto, como resultado se puede decir que el aprendizaje no es ni pasivo ni objetivo, por el contrario es un proceso subjetivo que cada persona va modificando constantemente a la luz de sus experiencias (Abbott y Ryan, 1999). El constructivismo sostiene que el individuo, “tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos”, no es un mero producto del ambiente, ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se produce día a día como resultado de la interacción entre esos factores. En consecuencia, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción humana. Los instrumentos con que la persona realiza dicha construcción, con los

esquemas que ya posee, es decir, con lo que ya construyó su relación con el medio (Abbott y Ryan, 1999).

En constructivismo organización y establecimiento de relaciones de información, tienen un elemento que ocupa un lugar privilegiado, el conocimiento previo que posee el alumno. Existe un factor determinante cuando un individuo aprende, y es que se aprenden ciertos temas con más facilidad que otros, para comprender esto, se deben analizar los mecanismos y los factores que influyen en el aprendizaje, los cuales se pueden dividir en dos grupos; los que dependen del educando (inteligencia, motivación, salud, participación activa, edad y experiencias previas) y los inherentes a la presentación de los estímulos, es decir, hay modalidades más favorables para el aprendizaje, por ejemplo, cuando la respuesta correcta va seguida de un premio o castigo, o cuando el individuo tiene conocimiento del resultado de su actividad o cuando se siente guiado y controlado por una mano experta (Escudero, 1992).

### 1.3.- Problemática a estudiar

En el nivel medio superior, el empleo de modelos didácticos de plástico o de otros materiales como láminas ilustrativas o descriptivas, acetatos, videos, preparaciones fijas, especímenes animales y vegetales, preparados para la observación o la disección son de uso cotidianos en el proceso enseñanza-aprendizaje de la biología. En la actualidad, el desarrollo de la ciencia y tecnología hacen necesaria la incorporación de estructuras y estrategias del pensamiento, apropiadas a las características del estudiante, ya que es importante que conozca la información científica que diariamente se les presenta, comprenda los fenómenos naturales que ocurren en su entorno o en sí mismo y con ello elabore explicaciones racionales (programas de estudio de biología I a IV, 2003).

Se propone la elaboración de un modelo natural *in vitro*, un charal (*Chirostoma*) transparentado, teñido con rojo de alizarina "S" para el proceso de enseñanza-aprendizaje del sistema esquelético, ya que los modelos tradicionales o diseccionados no pueden mostrar la disposición espacial y estructural del sistema esquelético tal como está en el organismo vivo y la adición del contenido temático ¿qué es un sistema orgánico? de manera que se integre al programa

de estudio de biología I, Primera Unidad ¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los seres vivos? Tema I “La célula como unidad de los sistemas vivos” debido a que no existe como contenido temático en el programa de biología oficial (programas de estudio de biología I-IV, 2003).

La propuesta de utilizar un charal como modelo natural transparentado, es debido a que se trata de un organismo de fácil adquisición, donde el sistema esquelético puede ser estudiado completamente. No obstante no es el primer modelo hecho de un organismo, los investigadores los usan frecuentemente. Pero en lo que se refiere a su uso en el proceso de enseñanza aprendizaje de la biología a nivel medio superior no hay antecedentes bibliográficos que indiquen que se haya utilizado un modelo *in vitro* con la técnica de transparentación.

Si se plantea la pregunta ¿Por qué no son suficientes los contenidos temáticos del programa de estudio de biología I-IV del plan de estudios actualizado, para que el alumno aprenda qué es un sistema orgánico? Contestaremos; simplemente porque no existe como contenido específico en ninguno de los programas de biología que se imparten en el CCH y debe de ser un contenido temático ya que no debe estudiarse a los organismos vivos de manera aislada, sino como un sistema orgánico integral (programas de estudio de biología I a IV 2003).

Se considera la necesidad de introducir el concepto de sistema biológico u orgánico en los contenidos temáticos del bachillerato y enseñarlo por medio de un sistema en particular, para lo cual se propone la actividad práctica “Estudio de un sistema orgánico”, el sistema esquelético utilizando un modelo *in vitro* transparentado de pez charal (*Chirostoma*).

En este trabajo se propone:

Un contenido temático; concepto de sistema biológico u orgánico.

Una práctica de laboratorio “Estudio de un sistema orgánico”, el sistema esquelético utilizando un modelo *in vitro* transparentado de pez charal (*Chirostoma*) objetivos de aprendizaje:

Que el alumno

- Describa qué es un sistema orgánico
- Reconozca las características morfológicas y funcionales de un sistema orgánico



- Relacione la función con la estructura de un sistema orgánico
- Valore que es un sistema orgánico
- Aplique habilidades y actitudes para llevar actividades documentales y experimentales en torno a lo que es un sistema orgánico
- Comunique de forma oral y por escrito la información derivada de las actividades realizadas.

#### Estrategia propuesta

Para lograr el aprendizaje del tema sistema orgánico se realizarán las siguientes actividades didácticas: presentar ante el grupo el tema sistema orgánico y pedir a los alumnos sus ideas acerca de qué conocen acerca del tema.

Detectar los conocimientos previos de los alumnos con respecto al concepto de sistema orgánico haciendo un pre-test (examen diagnóstico). Después que los alumnos, analicen e interpreten la información bibliográfica y en línea de distintas fuentes acerca de lo que es un sistema orgánico, sus características e importancia biológica. Formular problemas cuya resolución ayude a los alumnos comprender que es un sistema orgánico. Que los alumnos en equipo expongan de forma oral y por escrito el material investigado utilizando un modelo *in vitro* transparentado de un pez charal (*Chirostoma*) para utilizarlo en el estudio del sistema esquelético, como un ejemplo de sistema orgánico. Promover la asistencia a conferencias y centros de investigación donde se trabaje con sistemas orgánicos. Organizar grupos de debate acerca de lo que es un sistema orgánico. Evaluar el logro de los aprendizajes en torno a un sistema orgánico analizando las actividades realizadas y aplicar un post-test (examen de conocimientos) del tema sistema orgánico.

### Antecedentes

#### 2.1.- Generalidades

El uso de modelos es tan antiguo como la humanidad (Monge *et al.*, 1999). Indudablemente el concepto de hombre cazador y la curiosidad inherente del humano causa el deseo de conocer más acerca de los animales que cazaba (Arch, 2004).

En la investigación biomédica se ha reconocido durante mucho tiempo la importancia del uso de animales en el estudio de la morfología, fisiología, patología, terapéutica y farmacología debido a que en la cultura medieval no se admitía el uso de cadáveres humanos (Arch, 2004).

En un principio el hombre sólo se preocupó por observarlos y representarlos en pinturas rupestres que inscribió en las paredes de las cuevas que habitaba (modelos pictóricos), pinturas rupestres de bisontes y mamuts, como lo muestra la cueva de Altamira en España; en Francia se encuentran en Lascaux, las esculturas de bisontes en barro en de L" tue et al" Aucherbeart, así como el bastón esculpido en asta de reno hallado en la cueva de Montgodier donde las figuras esculpidas corresponden a un salmón, una serpiente y un par de focas (Gersenowies, en prensa).

En Egipto el uso de modelos se desarrollo hacia el año 3000 antes de nuestra era. Se hacían embalsamamientos de cadáveres humanos, gatos y aves (Aufderheide, 2003). Además se encuentran registrados los primeros estudios anatómicos en diversos papiros egipcios en los que se relata el prolapso uterino, los símbolos que ahí aparecen son diagramas del corazón, tráquea, pulmones y datan del año 2800 antes de nuestra era (Gersenowies, en prensa).

En Roma se utilizaban textos y modelos de metal en las escuelas de medicina (Monge-Nájera *et al.*, 1999).

En América los incas siglos XII y XV elaboraron modelos de cerámica que muestran gran variedad de patologías (Monge-Nájera *et al.*, 1999).

En el renacimiento europeo se practicó la vivisección con animales y se crearon extraordinarios modelos didácticos de cera; cadáveres en diferentes etapas de la disección, de un realismo sorprendente, que se conservan hasta hoy, además de libros impresos (Lemire, 1993).

## 2.2.- Importancia de los modelos en la enseñanza de la biología

Los modelos tanto naturales como artificiales son importantes para la enseñanza de la Biología, en especial cuando se trata de estudiar la estructura y organización de los organismos, son de uso común en prácticas del laboratorio la carpa, rana, tortuga, paloma, rata y conejo, los cuales están elaborados frecuentemente de plástico o simplemente cera o una serie de láminas impresas. Los especímenes sólo se utilizan en sesiones de laboratorio donde se practica una disección burda, sin técnicas adecuadas y tiempo limitado, lo que impide que se obtenga todo el provecho posible del organismo diseccionado, lo cual genera un rechazo del educando, quedando con la impresión de actuar como carnicero (Charney y Schirmer, 1990).

En caso de utilizar especímenes fijados el problema se acrecienta porque al estar guardados en alcohol o formol, la manipulación de estos especímenes es delicada debido a que tales sustancias provocan irritaciones en piel, mucosas y vías respiratorias (Charney y Schirmer, 1990).

## 2.3.- La transparentación como un modelo

El modelo transparentado aplicado al estudio de vertebrados tiene su propia historia, el desarrollo de la técnica fue iniciada en Inglaterra en el año de 1858 donde Lionel Beale profesor del Kings Collage de Londres, menciona el uso de glicerina, alcohol y sosa cáustica (NaOH) en la transparentación de embriones humanos. En Alemania en el año de 1897 Oscar Schultz profesor de la Universidad de Würzburg añadió a la técnica el uso de hidróxido de potasio y alizarina, un pigmento extraído de *Rubia tinctorum*, utilizado para teñir embriones humanos, la técnica llega a América en 1906 siendo utilizada en John Hopkins por Franklin P. Mall. En 1925 Beebe y Hollister en New York utilizan la técnica para transparentar peces por primera vez. En 1930 Strong Reuben lo utiliza para transparentar ratas (Hollister, 1934).

Cuando la técnica de transparentación se utiliza para el estudio anatómico, su valor más importante radica en la eliminación de la disección y la posibilidad de daño en el esqueleto. Los ejemplares transparentados por tinción, con rojo alizarina "S", no solamente son valiosos para un estudio detallado del esqueleto,

sino también para el estudio de varios órganos incluyendo su relación espacial (Hollister, 1934).

Taylor en 1967, propuso un método enzimático para transparentar los especímenes, en el cual se realiza la digestión enzimática con tripsina antes de teñir con rojo de alizarina "S". El método de Taylor, con una pequeña modificación, utilizando Azul de Alciano para teñir cartílago, también puede ser un método estándar para estudio osteológico de especímenes (Dingerkus y Uhler, 1977).

#### 2.4.- Modelos plásticos en la enseñanza

Las características de los modelos anatómicos que sirven para la enseñanza, de acuerdo con la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio (1976), son modelos anatómicos en relieve, con piezas desmontables en colores semejantes a lo que se pretende mostrar, los órganos, aparatos y sistemas de la anatomía de cualquier organismo.

Ventajas de los modelos plásticos según el grupo didáctico Ayala (2002).

- El tamaño a que se construyen es a escala para que puedan ser manipulados y observados fácilmente dentro del aula.
- Están montados en bases de sustentación adecuadas para su observación.
- Contienen detalles que hacen resaltar sus puntos de interés (números, colores, flechas).
- Son inodoros.
- No son tóxicos.
- Son desmontables.
- Pueden tener estructuras añadidas si se requiere.
- Pueden tener cortes anatómicos prediseñados (sagital, transversal, coronal) para mostrar estructuras de interés.
- Las estructuras están coloreadas de forma llamativa.
- Van acompañados de un libretto descriptivo y/o explicativo.
- Responden a una norma promedio en el país que tiene la patente del organismo en cuestión. Sólo se hacen de manera específica a pedido del cliente.

En el caso del sistema óseo sólo que el cliente lo solicite vendrán señalados los nombres de los músculos y su sitio de inserción (grupo didáctico Ayala, 2000). La limitante de estos modelos plásticos es que el esqueleto posee múltiples detalles anatómicos como accidentes óseos donde se insertan los músculos o tendones dado que el estudio del esqueleto normalmente es por vía seca. Ahora bien, cuando se utilizan modelos fijados en formol para el estudio del sistema esquelético, no son adecuados para la enseñanza, porque no permiten ver la estructura interna del órgano y sus relaciones con los huesos (Charney y Schirmer, 1990). En contraste, la utilización de un modelo natural, transparentado, permite estudiar las características del espécimen tal como se presentan en la naturaleza, con sus relaciones estructurales reales, de manera que el estudiante puede observar la estructura anatómica real (Hollister, 1934).

## 2.5.- Uso de modelos en la enseñanza de la biología

El modelo de enseñanza expositiva, según Ausubel y colaboradores (1990), fomenta la comprensión o el aprendizaje significativo de la ciencia, no hay que recurrir tanto al descubrimiento como a mejorar la eficacia de las exposiciones. Para ello hay que considerar no sólo la lógica de las disciplinas, sino también la lógica de los alumnos. El aprendizaje de la ciencia consiste en transformar el significado lógico en significado psicológico, es decir en lograr que los alumnos asuman como propios los significados científicos. Para lograr esto, la estrategia didáctica deberá consistir en un acercamiento progresivo de las ideas de los alumnos a los conceptos científicos, que constituirían el núcleo de los currículos de ciencias.

Pozo y Gómez (1998), consideran que el modelo tradicional de enseñanza aún se encuentra arraigado en la práctica educativa. Este modelo asume que los conocimientos científicos son verdades definitivas que los docentes, desde su área o dominio disciplinar, tienen que transmitir a sus alumnos. El profesor, bajo este modelo es una fuente de información científica y en consecuencia es también emisor. En la mayoría de los casos, el maestro dentro de este modelo es un especialista en una disciplina científica y la enseña con poca e incluso ninguna formación pedagógica. Los alumnos, por otro lado, son vistos como

receptores de conocimientos a quienes el profesor es el encargado de alfabetizar. De manera, que el modelo tradicional de enseñanza de la ciencia asume que la lógica que produce el saber en la mente de los alumnos es suficiente para que se produzca el aprendizaje del conocimiento científico. También consideraron que otro modelo utilizado en la enseñanza de la biología es por descubrimiento, asumen que la mejor manera para que los alumnos aprendan ciencia es haciéndola y que su enseñanza debe basarse en experiencias que les permitan investigar y reconstruir los principales descubrimientos científicos. Este enfoque se basa en el supuesto de que la metodología didáctica más potente es la propia metodología científica. Nada mejor para aprender ciencia que seguir los pasos de los científicos, enfrentarse a sus mismos problemas, para encontrar las mismas soluciones. Los modos de pensar de los alumnos y de los científicos no diferirían en lo esencial cuando estuvieran ante el mismo problema y vivieran las mismas experiencias. Todo lo que hay que hacer, que no es poco, es lograr que los alumnos vivan y actúen como pequeños científicos. El modelo de enseñanza mediante el conflicto cognitivo, parte de las concepciones alternativas de los alumnos para confrontarlas con situaciones conflictivas, lograr un cambio conceptual, entendido como su sustitución por otras teorías más potentes, es decir más próximas al conocimiento científico. La enseñanza basada en el conflicto cognitivo asume la idea de que el alumno es el que elabora y construye su propio conocimiento y quien debe tomar conciencia de sus limitaciones y resolverlas. En este enfoque, las concepciones alternativas ocupan un lugar central, de forma que la meta fundamental de la educación científica será cambiar esas concepciones intuitivas de los alumnos y sustituirlas por el conocimiento científico.

Para Moreira (1999) los modelos son “constructos humanos”. Así en los modelos de enseñanza juegan un importante rol las analogías, especialmente para facilitar la comprensión de conceptos científicos múltiples usos tienen los modelos en la enseñanza de la biología (Galagovsky *et al.*, 2001).

Felipe y colaboradores (2005), diseñaron una estrategia de enseñanza basada en modelos descriptivos y explicativos, para utilizarla con 60 alumnos de biología y aplicados a contenidos de biología del desarrollo (el proceso de segmentación embrionaria). Lo hicieron para promover el aprendizaje en los

alumnos con la reelaboración y utilización crítica de modelos con diferentes modos de representación. Utilizó tres tipos de recursos didácticos; modelos tridimensionales, guía de trabajo y cuestionario de evaluación, como una estrategia de enseñanza para trabajar con alumnos de biología. Los objetivos de la experiencia didáctica desarrollada fueron que los alumnos logran:

a) Comprender el proceso de segmentación embrionaria a partir de su estudio basado en modelos de enseñanza representativos de los fenómenos implicados en distintos niveles de organización y

b) Utilizar críticamente modelos científicos consensuados con diferentes modos de representación y a partir de ellos, elaborar y reelaborar modelos expresamente personales.

Los resultados fueron que el 88.2% de los estudiantes participantes no mostraron dificultades para describir el proceso de división en las células somáticas, identificando las fases de la mitosis; sin embargo, al mencionar los componentes celulares implicados en ella, sólo hicieron referencia al huso mitótico y los cromosomas al igual que en la resolución del examen diagnóstico, acompañaron sus descripciones con dibujos del proceso. En lo que respecta a la función de los modelos, el (44%) de los estudiantes consideró a los modelos como elementos facilitadores de la comprensión en la enseñanza. El 66% les atribuyó funciones: orientadoras de la observación y del estudio; explicativo; facilitadores del establecimiento de relaciones y funciones; descriptivas. El (65%) de los estudiantes consideró a los modelos como herramientas para la investigación y facilitadores de la comunicación de ideas científicas (Felipe *et al.*, 2005).

En la enseñanza de la biología uno de los modelos que se ha introducido es la apropiación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) que involucra aprendizajes que operan como plataforma sobre la cual habrán de construirse otros aprendizajes nuevos. Cuando el uso de las TIC se relacionan con estrategias de capacitación, es posible que resulten más exitosas si su diseño se apoya en el conocimiento de los saberes previos, con los que cuentan los alumnos y también sobre las actitudes con las que enfrentan las tecnologías y afrontan los procesos de aprendizaje (Escalante, 2007).

Tapia y Arteaga (2009) realizaron el estudio de caso en la enseñanza de la célula utilizando ilustraciones, en un grupo de biología de nivel medio superior.

Considerando que la célula es un contenido biológico abstracto importante para comprender los procesos biológicos, esto justifica su inclusión en los programas de biología de educación media superior y además, porque los alumnos tienen dificultades para construir imágenes y modelos mentales relacionados con la célula. Por tal motivo propusieron lineamientos didácticos para la selección y manejo en el aula de las ilustraciones como estrategia de enseñanza de la célula. Realizaron una investigación de cara a la enseñanza de la célula y la acción del docente, enfatizando en el manejo didáctico que se hace de las ilustraciones durante la clase; al analizar su mediación entre la ilustración y el alumno, dándole significancia y orientando su percepción sensorial hacia los objetivos y propósitos de la clase.

Se realizó una investigación cualitativa y descriptiva, con estudio de caso. En la que participaron 2 docentes de una institución pública, ambos de la asignatura Ciencias Biológicas del noveno grado de la educación básica, en el período escolar 2007–2008; La información se recolectó, privilegiando la observación no participante. Se hicieron anotaciones directas en un cuaderno de observación, y se grabó el audio de las clases, para elaborar las crónicas. Se realizaron varias entrevistas no estructuradas, en el transcurso de la investigación, para indagar sobre la planificación, las estrategias utilizadas en las clases de célula y las razones para seleccionarlas; incluyendo las ilustraciones como estrategia de enseñanza. Se considera que las ilustraciones para la enseñanza de la célula, son de gran utilidad, y su manejo en el aula puede mejorarse. Para ello, se proponen lineamientos didácticos, estableciendo recomendaciones en tres aspectos: 1) selección de la ilustración, 2) manejo de la ilustración en el aula y 3) estrategia evaluativa. Con esto, no se pretende establecer una regla para utilizar las ilustraciones referidas a la célula, al contrario es un pequeño aporte que puede ser enriquecido, en aras de mejorar la calidad de la enseñanza de la célula a todos los niveles.



### Construcción del conocimiento biológico

#### 3.1.- ¿Cómo se construye el conocimiento biológico?

El conocimiento biológico se construye a partir de los datos obtenidos del proceso biológico y de su explicación aceptada. Es evidente que la biología ha construido un sistema de causación, que es la base de la construcción de su conocimiento y que esta impactando en la sociedad contemporánea. Sin embargo este sistema en el fondo trata de explicar las causas que producen el orden biológico. Por ejemplo en la clasificación de las especies y su historia evolutiva, se plantea una pregunta biológica ¿Cuál es el sistema causal que ha producido la aparición real de las especies y de su historia natural? Dentro de la lógica planteada, la biología propone el sistema causal siguiente:

- a) Causación determinista. La vida se construye desde la física y a partir de las interacciones causales propias de la materia. La materia en el universo físico interactúa por fuerzas necesarias, deterministas, ciegas y lineales. Estas cadenas causa-efecto son la explicación de una parte sustancial de los procesos biológicos. (Nombela et al., 2005).
- b) Causación determinista por azar, en sistemas caóticos. En ocasiones, la materia se organiza en sistemas altamente cerrados, pero incluso entonces es posible que en éstos se produzcan, por azar, fallos y errores (que bioquímicamente conocemos como mutaciones, al referirnos a los ácidos genéticos). Por ello, los sistemas biológicos son abiertos, aunque la materia actúa siempre por interacciones de causación determinista. La evolución se ha producido por una combinación funcional de causación determinista (necesidad) y del azar (Nombela et al., 2005).
- c) Causación por el psiquismo, que al integrarse y coordinarse con el sistema de causación determinista, puede asumir funciones psíquicas que ejercen una función causal (Nombela et al., 2005).
- d) Causación evolucionista darwinista. Las ideas darwinistas para explicar por cambios, adaptación y selección natural las causas del proceso evolutivo

siguen siendo hoy admitidas. La historia evolutiva muestra que las líneas de cambio evolutivo seleccionadas son aquellas que promueven una organización de sistema de supervivencia orientado siempre a la eficacia óptima en cada especie animal (Nombela *et al.*, 2005).

Este sistema obliga a estudiar, con aplicación, los modelos deterministas y caóticos, la forma en que interaccionan, permitiendo la construcción más completa del conocimiento biológico (Manher y Bunge, 2001 y Nombela *et al.*, 2005).

### 3.2.- Estrategias didácticas

Las estrategias a utilizar en el aula deben centrarse en los aprendizajes a lograr y se caracterizarán por:

- Identificar los conocimientos previos de los alumnos mediante la aplicación de un examen diagnóstico relativo a un sistema orgánico para relacionarlos con los que se va a aprender.
- Abordar los contenidos de enseñanza a través de una hoja didáctica del sistema orgánico de un pez transparentado de acuerdo a los conocimientos previos de los alumnos para que puedan alcanzar una comprensión del tema.
- Organizar y planificar una práctica de laboratorio referente a lo que es un sistema orgánico, estructura y función, utilizando como modelo didáctico *in vitro* un pez transparentado .
- Analizar los resultados de su aprendizaje aplicando un cuestionario sobre el desarrollo de la práctica.
- Promover el aprendizaje del alumno aplicando un examen de conocimientos acerca de lo que es un sistema orgánico una vez realizadas las actividades de aprendizaje y cotejarla con sus exámen diagnóstico.
- Las estrategias empleadas en clase, deberán promover la construcción significativa del conocimiento a través de actividades que permitan dar respuesta a problemas planteados sobre un tema específico y relevante para el alumno. Tales problemas deberán favorecer el avance de lo simple a lo complejo, de lo concreto a lo abstracto y de conceptos poco

estructurados al conocimiento formal (programa de estudio de biología I a IV, 2003).

### 3.3.- Corriente pedagógica de la enseñanza de la biología.

En este sentido, el ámbito constructivista apoya al proceso de enseñanza-aprendizaje, consolidando la instrucción y el estudio compartido, teniendo en cuenta la singularidad de cada situación. Como síntesis de estos procesos se precisa que cualquier modelo debería disponer de un proceso referencial general y de la posibilidad de adaptarse a diferentes contextos, niveles, formas de aprendizaje, contenidos y control de los mismos (Oser y Baeriswyl, 2001).

El constructivismo es un proceso donde el aprendizaje consiste en la apropiación progresiva del objeto por el sujeto, de tal manera que la asimilación del primero a las estructuras del segundo es indisociable de la acomodación de estas últimas a las características propias del objeto (Coll, 1991) el carácter constructivista del conocimiento se refiere tanto al sujeto que conoce como al objeto conocido: ambos aparecen como resultado de un proceso permanente de construcción (Coll, 1991).

Diversas teorías ayudan a comprender, predecir, y controlar el comportamiento humano y tratan de explicar cómo los sujetos acceden al conocimiento. Su objeto de estudio se centra en la adquisición de destrezas y habilidades, en el razonamiento y adquisición de conocimientos. Desde diferentes perspectivas pedagógicas, al docente se le han asignado diversos papeles para ser transmisor de conocimientos, animador, supervisor o guía del proceso de enseñanza-aprendizaje, e inclusive de investigador educativo. El maestro tiene que mediar el encuentro entre sus alumnos y el conocimiento, en el sentido de guiar y orientar la actividad de aprendizaje constructivista. El papel de los formadores de docentes es el de proporcionar la ayuda pedagógica, asumiendo la función de profesores constructivos y reflexivos. La formación del docente debe abarcar los planos conceptual, reflexivo y práctico (Coll, 1991).

El constructivismo es una posición en auge de la segunda mitad del siglo XX donde convergen distintas aportaciones como la de Piaget y Vygotski entre otras (Rodrigo y Amay, 2002).

Piaget y Vygotsky (Rodrigo y Amay, 2002) aclaran que tres cuestiones que no han sido suficientemente exploradas en la posición constructivista estas son:

1) Una definición precisa de la naturaleza del conocimiento previo, así como una teoría coherente y acabada del cambio conceptual.

2) La especificación de las condiciones de aplicación de la concepción constructivista a las distintas materias escolares (por ejemplo, es obvio que no es lo mismo aprender física que aprender música, tampoco lo es en cuanto a la metodología constructivista

3) Los criterios de aplicación de los principios constructivistas al ámbito escolar cotidiano; es decir, el paso de unos principios generales al diseño del currículum y de la actividad en el aula (Rodrigo y Amay, 2002).

Carretero (1997) reduce su concepción del constructivismo al afirmar que la aplicación de la estrategia en la enseñanza de la ciencia consiste en que, antes de explicar un tema, sería preciso conocer cuál es la representación o ideas espontáneas que los alumnos tienen al respecto, a través de cuestionarios, entrevistas y el diálogo entre ellos (Rodrigo y Amay, 2002).

Carretero (1997) asegura que el constructivismo filosófico general ha inspirado el trabajo empírico psicológico de la educación. Las implicaciones de dichas investigaciones sobre condiciones en que se aprenden y enseñan los nuevos conocimientos, afirma que este problema se agrava cuando el sujeto llega a la adolescencia generando un verdadero quiebre entre las posibilidades que brinda el establecimiento y las necesidades o intereses del alumno. Surge, aquí, una paradoja por demás particular: a la vez que el sujeto adquiere potencialidad y habilidades cognitivas, tiene una menor predisposición y desempeño en las tareas que le impone la educación clásica. En este contexto,

el constructivismo se presenta como una corriente (dentro de la educación) que intenta plantear soluciones y explicar “el fracaso escolar” asegurando la construcción de aprendizajes compartidos y no jerárquicos, enriqueciendo las relaciones entre alumno y profesor procurando una modificación de sus esquemas cognitivos previos

Desde la posición filosófica constructivista, se considera que el conocimiento humano no se recibe pasivamente, sino que es procesado y construido activamente por el sujeto que aprende. A su vez, en el constructivismo pedagógico se planea que el verdadero aprendizaje humano es una construcción de cada individuo que logra modificar su estructura mental y alcanzar un mayor nivel de diversidad, complejidad e integración (Flórez y Ochoa, 1994).

En las asignaturas de Biología I y II, la investigación debe ser una estrategia encaminada a formar alumnos creativos y capaces de generar sus propias estrategias de razonamiento y aprendizaje. Es estos dos cursos, la investigación es un proceso de búsqueda de conocimientos, desarrollo de habilidades, actitudes y valores, donde el profesor debe guiar a los alumnos para que diseñen, lleven a cabo y comuniquen los resultados de una investigación escolar documental, de campo o de preferencia experimental, sobre alguno de los temas de estos cursos. Lo importante es motivar a los alumnos para que pongan en juego sus aprendizajes y así avancen en sus explicaciones (programas de estudio de biología I a IV, 2003).

En este sentido, la formulación de problemas tiene la función de propiciar el proceso de indagación del educando I, y éste puede iniciar a partir de una experiencia cercana a la vida cotidiana, un hecho novedoso o un experimento que contradiga sus ideas y represente un reto, de manera que exijan la búsqueda de respuestas por parte de los alumnos, bajo la supervisión del profesor, quien a lo largo de las investigaciones reforzará, cuestionará y comentará las conclusiones que obtengan, pero también resaltaré la importancia de la comunicación y el dialogo en el proceso de resolución de problemas, que involucra el manejo de conceptos y principios, de habilidades para buscar respuestas y formas de comportarse para llegar a ellas de manera conjunta (programas de estudio de biología I a IV, 2003).

De esta forma, se promoverá el aprendizaje significativo a través de un circuito de preguntas –respuestas- contrastación de explicaciones -nuevas preguntas, que, basado en la búsqueda, la reflexión y el análisis de la información obtenida, se

espera que contribuya al logro de los aprendizajes que formarán parte de la cultura básica de los alumnos (programas de estudio de biología I a IV, 2003).

Las estrategias deberán ser diversas y organizarse tomando en cuenta los propósitos generales del curso, el propósito de cada unidad y los aprendizajes que se pretenden en éstas, asimismo, deben partir de los conocimientos previos. Se pueden utilizar, entre otras alternativas; enunciación de propósitos o intenciones, cuestionarios, lluvia de ideas, mapas conceptuales, redes semánticas y organizadores previos. Propiciar el aprendizaje gradual y continuo de conceptos, principios, habilidades, actitudes y valores (programas de estudio de biología I a IV, 2003).

Para estructurarlas se pueden utilizar actividades en tres momentos, apertura, desarrollo y cierre (programas de estudio de biología I a IV, 2003).

Las actividades de apertura sirven para la ubicación del curso y de las unidades, para la motivación de los alumnos y para la detección de sus conocimientos previos. Se pueden utilizar, entre otras alternativas, enunciación de propósitos e intenciones, cuestionarios, lluvia de ideas, mapas conceptuales, redes semánticas y organizadores previos (programas de estudio de biología I a IV, 2003).

Las actividades de desarrollo se centrarán en el aprendizaje de conceptos, principios, habilidades, actitudes y valores, a través de un proceso continuo de análisis y síntesis de información novedosa sobre el objeto de estudio o problema planteado. A través de estas actividades, los alumnos no sólo obtendrán información actualizada, sino además, ésta se relacionará con las ya obtenidas para su reformulación. Se pueden llevar a cabo, entre otras, revisiones bibliográficas, comentarios de textos, resúmenes, analogías, cuadros sinópticos, esquemas, modelos, resolución de problemas, diseño y realización de prácticas, experimentos e investigaciones, redacción y presentación de informes entre otros, cuyo grado de dificultad debe graduarse a lo largo de las temáticas del curso de acuerdo con sus requerimientos de habilidades y manejo de conceptos (programas de estudio de biología I a IV, 2003).

Las actividades de cierre permitirán a los alumnos formar una visión sintética, integradora e incluso crítica del material estudiado, transferir sus aprendizajes a

otros contextos y reorganizar su propio esquema referencial a partir de las nuevas síntesis realizadas en la reestructuración del problema objeto de estudio. También promoverán una mayor participación del alumno en su propio proceso de aprendizaje, ya que brinda la oportunidad de cuestionar sus esquemas de conocimiento inicial, la introducción de nuevos elementos y el establecimiento de nuevas relaciones. Se pueden aplicar la elaboración de mapas conceptuales, redes semánticas, resúmenes finales y ensayos (programas de estudio de biología I a IV, 2003).

En su conjunto las actividades deberán estar encaminadas a que el alumno aprenda a aprender, aprenda a hacer, y aprenda a convivir, lo que contribuirá a formar alumnos críticos y creativos, capaces de generar sus propias estrategias de razonamiento y aprendizaje para la construcción del conocimiento (programas de estudio de biología I a IV, 2003).

#### 3.4.- Objetivos generales del CCH

“El aprender a conocer desde la biología no supone sólo la memorización de una serie de características de los sistemas vivos y de sus funciones, sino va mucho más allá e implica que el alumno incorpore en su manera de ser, de hacer y de pensar, una serie de elementos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, que lo lleven a cambiar su concepción del mundo” (programas de estudio de biología I a IV, 2003).

Enfoque disciplinario basado en cuatro ejes complementarios para construir el conocimiento biológico.

- 1.- El pensamiento evolucionista que explica características, procesos y mecanismos de los sistemas vivos.
- 2.- El análisis histórico se incluye en la enseñanza de la biología.
- 3.- Las relaciones sociedad –ciencia-tecnología, en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la biología.
- 4.- Las propiedades de los seres y de los sistemas vivos (programas de estudio de biología I a IV, 2003).

Con base en estos cuatro ejes complementarios, la secuenciación de las temáticas en los programas de las asignaturas de Biología I y II, en su conjunto responde a tres interrogantes, ¿qué? ¿cómo? y ¿por qué?, las cuales agrupan, de acuerdo a la lógica de la disciplina las características, procesos y teorías que distinguen y explican a los sistemas vivos. El ¿qué? tiene que ver con las características descriptivas de los sistemas vivos. El ¿cómo? agrupa el aspecto fisiológico o causas próximas que explican su funcionamiento. El ¿por qué? hace referencia a los aspectos evolutivos que tienen que ver con ellos, es decir las causas remotas o últimas (programas de estudio de biología I a IV, 2003).

La biología es una ciencia experimental en constante evolución, por lo cual lo que se aprende de ella debe estar actualizándose permanentemente, la enseñanza de la biología sistémica no es la excepción. La biología tradicional se ha centrado en la Identificación de genes individuales, proteínas y células, así como el estudio de sus funciones. Este tipo de estrategia proporciona información limitada acerca del funcionamiento de los sistemas vivos” (Audersik, 2008).

Es pertinente proponer la enseñanza de un sistema vivo utilizando como modelo un pez transparentado, aunque se menciona en las temáticas, en los aprendizajes y en las estrategias didácticas éstas no se manejan de manera específica.

Los programas de estudio vigentes en el CCH, contemplan dentro de su temática el estudio de los sistemas vivos, así presenta la siguiente estructura:

Contenidos temáticos

Biología I

Primera unidad.

¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los sistemas vivos?

Segunda unidad.

¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?

Tercera unidad.

¿Cómo se trasmite y modifica la información genética en los sistemas vivos?

Biología II

Primera unidad.



¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas vivos?

Segunda unidad.

¿Cómo interactúan los sistemas vivos en su ambiente? (programas de estudio de biología I a IV, 2003).

### 3.5.- El sistema orgánico transparentado como una estrategia didáctica

En el presente trabajo se propone como estrategia didáctica de un sistema orgánico, el uso de un modelo *in vitro* de un pez charal transparentado, para que los alumnos de nivel medio superior que cursan la asignatura de biología lo aprendan. El programa oficial operativo vigente no contiene este tema dentro de sus contenidos, ya que trata los fenómenos biológicos aislados del contexto de la unidad morfológica, fisiológica, genética y evolutiva que tiene el sistema orgánico de un organismo vivo. Se escogió el sistema esquelético de un pez transparentado *in vitro* porque:

- Es una manera práctica de aprender lo que es un sistema orgánico con todas sus implicaciones fisiológicas.
- Es el sistema más complejo dentro del bauplan (esencia del rango estructural y de los límites arquitectónicos de los organismos)
- Permite estudiar el sistema esquelético y sus relaciones espaciales con los demás órganos.
- Permite percibir la situación anatómica real del organismo estudiado
- Posee un bauplan constante dentro de los vertebrados, para estudiarlo se requiere de pericia y asesoría para disecar un esqueleto,
- Casi siempre se estudia aislado de su contexto orgánico.
- El sistema óseo visto de forma tradicional; es un esqueleto donde las estructuras han desaparecido o se han quitado.

En la presente tesis se sostiene que el uso de una transparentación de pez como estrategia didáctica para el estudio de un sistema orgánico permite estudiar el sistema esquelético y sus relaciones espaciales con los demás órganos, además de percibir la situación anatómica real del organismo estudiado y de esta forma el alumno tendrá un mayor aprendizaje del tema sistemas vivos.

Pregunta de investigación

¿Se podrá mejorar el aprendizaje de los sistemas orgánicos utilizando un modelo in vitro, de un pez transparentado?

### Objetivos

#### 5.1.- Objetivo general

Elaborar y evaluar un modelo *in vitro* como una estrategia didáctica para la enseñanza de los sistemas orgánicos.

#### 5.2 .- Objetivos particulares

- Elaborar una estrategia que permita que el alumno aprenda que es un sistema orgánico.
- Transparentar un pez (charal) para utilizarlo como una estrategia didáctica.
- Aplicar la estrategia de aprendizaje elegida en alumnos del Biología del CCH Naucalpan.
- Evaluar estadísticamente el aprendizaje proporcionado por la estrategia. Comparándolo con el aprendizaje obtenido sin la aplicación de la estrategia

### Hipótesis

Los alumnos que trabajan con un modelo *in vitro* como estrategia didáctica durante la exposición del tema sobre los sistemas orgánicos, tendrán una mejor ejecución en los exámenes relacionados con el tema, que aquellos que no usen dicha estrategia.

Método

7.1.- Población a estudiar: descripción

La población sujeto de estudio fue tomada del CCH plantel Naucalpàn, con alumnos regulares, de tres grupos elegidos de acuerdo a la disponibilidad institucional y de los catedráticos a cargo de los cursos de Biología I y III y cuya edad fluctuó entre los 17 y 18 años, de ambos sexos, 58.8% mujeres y 42% hombres, todos del turno vespertino.

Tabla que muestra las características de la población a estudiar

Grupo	Con Intervención	Sin Intervención	Alumnos	Mujeres	Hombres	Promedio edad
465		x	22	14	8	17 6/12 años
420	x		23	11	12	17 6/12 años
436		x	23	15	8	17 6/12 años

7.1.2.- Criterios de inclusión

El criterio de inclusión utilizado consideró que fueran alumnos regulares del mismo periodo escolar y turno.

7.1.3.- Formación de los grupos sin intervención y con intervención. Se realizó de la siguiente manera:

- La asignación de los grupos fue de forma aleatoria.
- Se hizo con grupos curriculares con el fin de utilizar alumnos regulares
- Los alumnos regulares fueron del mismo periodo escolar y turno, de los cursos de biología I y III, para que estuvieran involucrados con el tema estudiado.

- De los tres grupos de trabajo dos de ellos fueron sin intervención, es decir, a ellos no se les aplicó la estrategia didáctica. El grupo con intervención utilizó la estrategia didáctica del modelo *in vitro* de pez charal (*Chirostoma*) transparentado.

## 7.2.- Elaboración de la estrategia

Se hizo considerando el aprendizaje de un sistema orgánico como una propuesta innovadora al plan de estudios, ya que no existe referencia previa a tal tema, en los programas de estudio vigentes en el CCH, utilizando un modelo *in vitro*, un pez charal (*Chirostoma*) transparentado como estrategia didáctica.

### 7.2.1.- Elaboración de los instrumentos de evaluación

Los instrumentos que se elaboraron para la evaluación de la estrategia didáctica un sistema orgánico fueron:

- a) Un pre-test (examen diagnóstico), que pretende considerar los conocimientos básicos de qué es un sistema orgánico (ver apéndice 1). Consta de 31 reactivos de opción múltiple, referentes a lo que es un sistema, teoría de sistemas y características generales de un sistema orgánico. Este pre-test se aplicó a los tres grupos.
- b) Texto de lectura “Sistema esquelético de un pez” para lo cual se hizo una revisión bibliográfica (ver apéndice 5). Para que lo lean los alumnos antes de que se les aplique el post- test.
- c) Práctica de laboratorio “Estudio de un pez transparentado”, para lo cual se transparentaron 100 especímenes de pez charal (*Chirostoma*) y se elaboró un protocolo de práctica (ver apéndice 6).
- d) Post-test consistente en un examen de conocimiento, (ver apéndice 3) con 34 reactivos de opción múltiple, para comprobar el manejo conceptual y declarativo de los contenidos a estudiar, previa lectura del texto “sistema esquelético de un pez” (ver apéndice 5)

Los instrumentos de evaluación se elaboraron para desarrollar la estrategia de aprendizaje propuesta “Utilización de un modelo *in vitro*, un pez charal (*Chirostoma*)

transparentado, como una estrategia didáctica para la enseñanza de un sistema orgánico en la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades Naucalpan”.

#### 7.2.2.- Elaboración del material

Los charales se adquirieron en el mercado de la Magdalena Mixuca, para aplicar la técnica de transparentación se utilizaron 100 charales

El charal es un pez pequeño (6 a 12 cm), delgado, comprimido, cubierto de escamas, con una banda plateada en los flancos; cabeza larga y aplanada, hocico romo, boca chica con dientes y protáctil, labios gruesos, 17 branquiespinas; tiene dos aletas dorsales. Los adultos son zooplanctófagos, forman grupos con decenas de individuos, no tiene instintos paternales, es ovíparo de fecundación externa, su época de desove es en primavera (Rosas, 1980).

#### 7.2.3.-Técnica para la transparentación de un pez (Rodríguez, 2003).

Los especímenes fueron lavados y descamados, además de extraer los globos oculares se fijaron en formol al 10% durante una semana.

Posteriormente fueron sumergidos en tres cambios de agua corriente, dejándolos en un recipiente por un periodo de 72 horas para eliminar el exceso del formol.

La tinción se llevó a cabo, sumergiéndolos inmediatamente en tres litros de rojo de alizarina “S” al 0.01% en KOH al 4%, durante un periodo de dos días, al cabo de los cuales se lavaron con agua corriente para quitarles el exceso de colorante, sumergiéndolos posteriormente en 3 litros de KOH al 4%, durante 3 semanas. Después los especímenes se enjuagaron con agua corriente para eliminar el exceso de KOH y se colocaron en un tren de glicerina al 20, 40,60, 80 y 100 %, durante un periodo de 24 horas entre cada cambio, después de lo cual se utilizaron para estudiarlos

#### 7.3.- Aplicación de la estrategia

a) Aplicación del pre-test.

A los dos grupos sin intervención se les aplicó un pre-test (examen diagnóstico, ver apéndice 1), para evaluar sus conocimientos acerca de lo que es un sistema orgánico, y posteriormente un post-test (examen de conocimiento, ver apéndice 3), previa lectura del texto “sistema esquelético de un pez” (ver apéndice 6), para contrastar el aprendizaje del tema sistema orgánico, con lectura y sin lectura del texto

b) Aplicación de la estrategia.

Se eligió un grupo con intervención para aplicar la estrategia utilizando un modelo *in vitro* para el aprendizaje del tema sistema orgánico, para esto realizó la práctica de laboratorio “Estudio del sistema esquelético de un pez transparentado” (ver apéndice 6). Concluida la práctica de laboratorio los alumnos realizaron el post-test (examen de conocimiento), para contrastar sus aprendizajes con respecto a los grupos sin intervención de la estrategia didáctica.

c) A los resultados obtenidos se les dio el siguiente tratamiento estadístico:

- Los datos obtenidos se analizaron utilizando el programa STATISTICA ver. 8.
- Para el análisis de normalidad de las calificaciones se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk., para contrastar la normalidad del conjunto de datos, en la muestra.
- Se aplicó la prueba de “t” de students como una prueba paramétrica ya que se observa en ambos grupos un comportamiento normal.
- Debido a que algunos grupos no presentaron comportamiento normal, se decidió aplicar la prueba de comparaciones múltiples Kruskal-Wallis que es un método estadístico no paramétrico para probar si el grupo de datos proviene de la misma población.
- Se aplicó la prueba “F” para verificar la homogeneidad de varianzas



Resultados y análisis

8.1 Resultados del pre-test

Para llevar a cabo el análisis se obtuvieron las calificaciones del pre-test de ambos grupos obteniéndose los siguientes datos:

Calificaciones del pre-test (examen diagnóstico)					
Grupo sin la aplicación de la estrategia didáctica				Grupo con la aplicación de la estrategia didáctica	
Nº de alumno	Calificaciones	Nº de alumno	Calificaciones	Nº de alumno	Calificaciones
1	2	24	5.5	1	2.5
2	3	25	5.5	2	3
3	3	26	6	3	3
4	4	27	6.5	4	3.5
5	4	28	6.5	5	3.5
6	4	29	2.5	6	4
7	4	30	3.5	7	4
8	4	31	4	8	4
9	4.5	32	4	9	4
10	4.5	33	4	10	4
11	4.5	34	4	11	4.5
12	5.5	35	4.5	12	4.5
13	5.5	36	5	13	5
14	5.5	37	4	14	5
15	5.5	38	4	15	5
16	6	39	4.5	16	5.5
17	6	40	4.5	17	5.5
18	7	41	4.5	18	6
19	7	42	5	19	6
20	3	43	5	20	6
21	3.5	44	5	21	6
22	4	45	5	22	6.5
23	4.5			23	7

## Características particulares de la muestra estudiada pre-test

Tabla que muestra las características de la población de los grupos que realizaron el pre-test (examen diagnóstico).

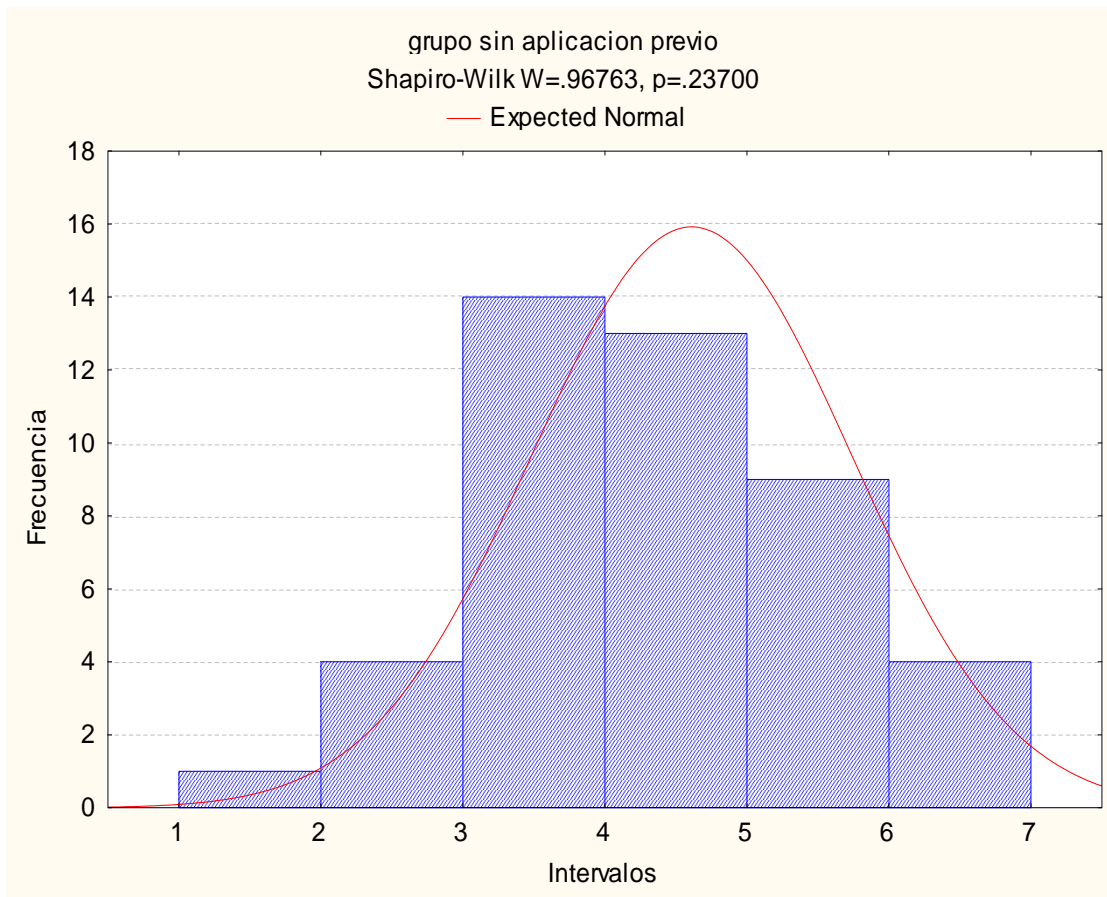
Grupo	Con Intervención	Sin Intervención	No. De Alumnos	No. De Mujeres	No. De Hombres	promedio Edad
465		x	22	14	8	17 años
420	x	x	23	11	12	17 6/12 años
436		x	23	15	8	17 6/12 años

### 8.1.2 *Análisis de normalidad*

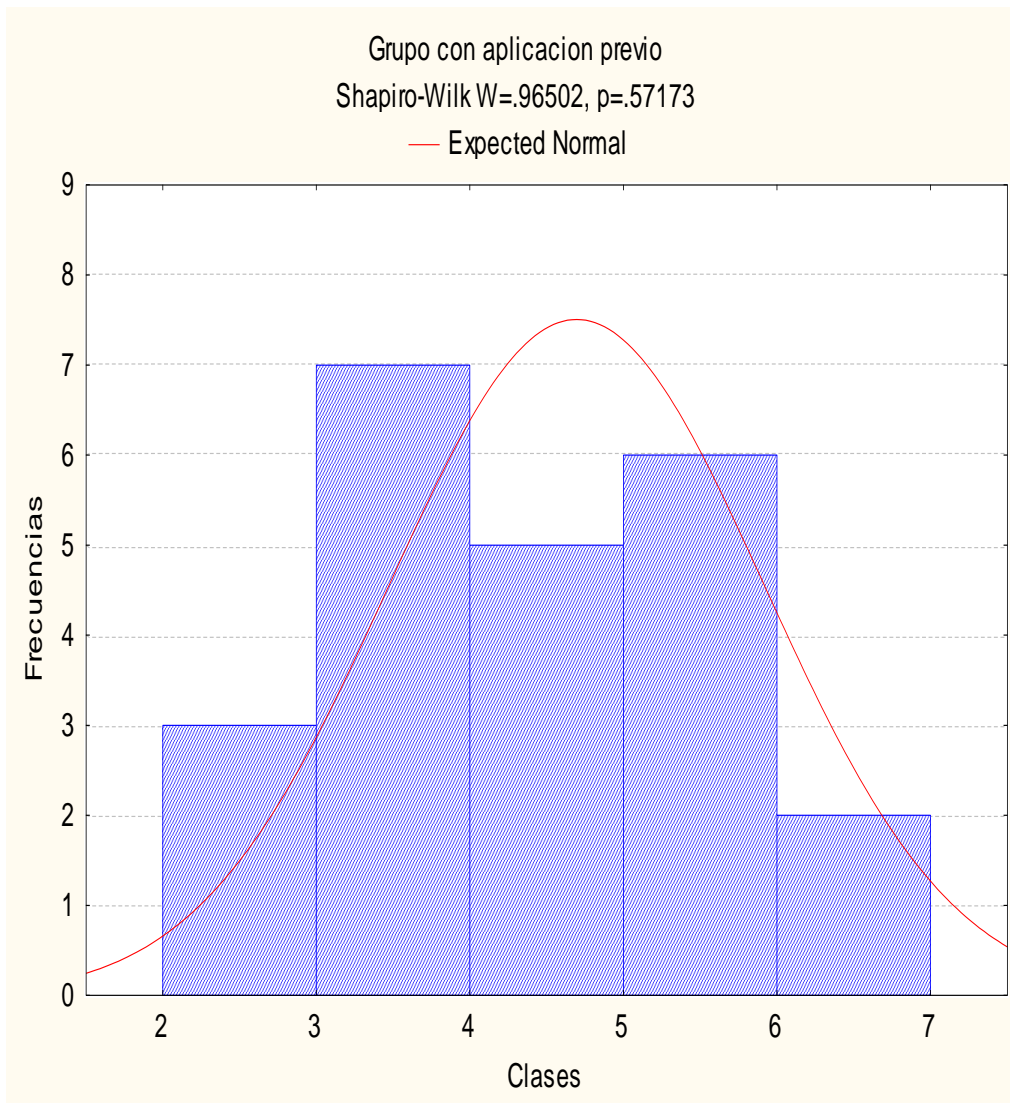
Se procedió a realizar el análisis de normalidad de las calificaciones aplicando la prueba de Shapiro-Wilk para lo cual se utilizó el programa STATISTICA ver. 8. contrastando las siguientes hipótesis:

Ho: Si  $p > 0.05$ , los datos se comportan de acuerdo a una distribución normal

Ha: Si  $p < 0.05$ , los datos no se comportan de acuerdo a una distribución normal. Los resultados se presentan a continuación



**Ilustración 1 grupos sin intervención previa**



### Ilustración 2 grupo con intervención previa

Se observa que en ambos grupos (dos sin intervención y uno con intervención) hay un comportamiento normal por lo que se decidió aplicar una prueba paramétrica.

#### 8.1.3 Prueba de la “t” de students

Debido a que ambos grupos presentan comportamiento normal se decidió aplicar una prueba paramétrica de la “t” de students para muestras independientes, contrastando con las siguientes hipótesis:

Ho:  $\bar{y}_{sin} = \bar{y}_{con}$  no hay diferencias en la calificaciones entre el grupo sin intervención y con intervención en el pre- test ( $p \geq 0.05$ ).

Ha:  $\bar{y}_{sin} \neq \bar{y}_{con}$  hay diferencias en la calificaciones entre el grupo sin intervención y con intervención en el pre- test ( $p < 0.05$ ).

Aplicando la prueba, utilizando el programa STATISTICA ver. 8 obteniéndose los siguientes resultados:

<b>T-tests; Grouping: Var1 (Braulio Pre Prueba T.sta) Group 1: CON LA APLICACIÓN</b>			
<b>Group 2: SIN LA APLICACIÓN</b>			
<b>t</b>	<b>p<sub>observada</sub></b>	<b>F-de las varianzas</b>	<b>p<sub>observada</sub></b>
0.284325	0.777052	1.175079	0.632409

Se observa que la probabilidad observada  $p = 0.777052 > 0.05$ , lo cual indica que tanto el grupo con intervención como los grupos sin intervención poseen los mismos promedios. También se aplicó la prueba de "F" para verificar la homogeneidad de varianzas, encontrándose que se cumple con este criterio, por lo cual se considera que la prueba se aplicó adecuadamente. Esto nos permite concluir que antes de la intervención ambos grupos tenían el mismo nivel de conocimientos sobre el tema hecho muy importante ya que elimina una fuente de confusión.

## 8.2 Resultados del post-test (examen de conocimiento)

Para llevar a cabo el análisis se obtuvieron las calificaciones del post-test de ambos grupos obteniéndose los siguientes datos:

Calificaciones del post-test (examen de conocimiento)					
Grupo sin la aplicación de la estrategia didáctica				Grupo con la aplicación de la estrategia didáctica	
Nº de alumno	Calificaciones	Nº de alumno	Calificaciones	Nº de alumno	Calificaciones
1	7.5	24	7	1	6
2	6.5	25	6	2	6.5
3	7	26	7	3	6.5
4	5.5	27	6.5	4	6.5
5	3	28	6.5	5	7.5
6	6.5	29	4.5	6	7.5
7	6.5	30	7	7	8
8	5	31	8	8	8.5
9	7.5	32	7.5	9	8.5
10	5	33	7	10	8.5
11	7	34	8	11	9
12	4.5	35	8	12	9
13	5.5	36	7.5	13	9
14	6.5	37	4.5	14	9
15	7	38	7.5	15	9
16	6	39	6.5	16	9
17	7.5	40	6	17	9
18	5.5	41	4.5	18	9
19	4.5	42	6.5	19	9.5
20	7.5	43	6.5	20	9.5
21	7.5	44	6	21	9.5
22	7.5	45	7	22	9.5
23	7			23	9.5

### 8.2.1 Características particulares de la muestra estudiada post-test

Tabla que muestra las características de los grupos que realizaron el post-test (examen de conocimientos).

Grupo	Con Intervención	Sin Intervención	Alumnos	Mujeres	Hombres	Promedio edad
465		x	22	14	8	17 6/12 años
420	x		23	11	12	17 6/12 años
436		x	23	15	8	17 6/12 años

### 8.2.2 Análisis de normalidad

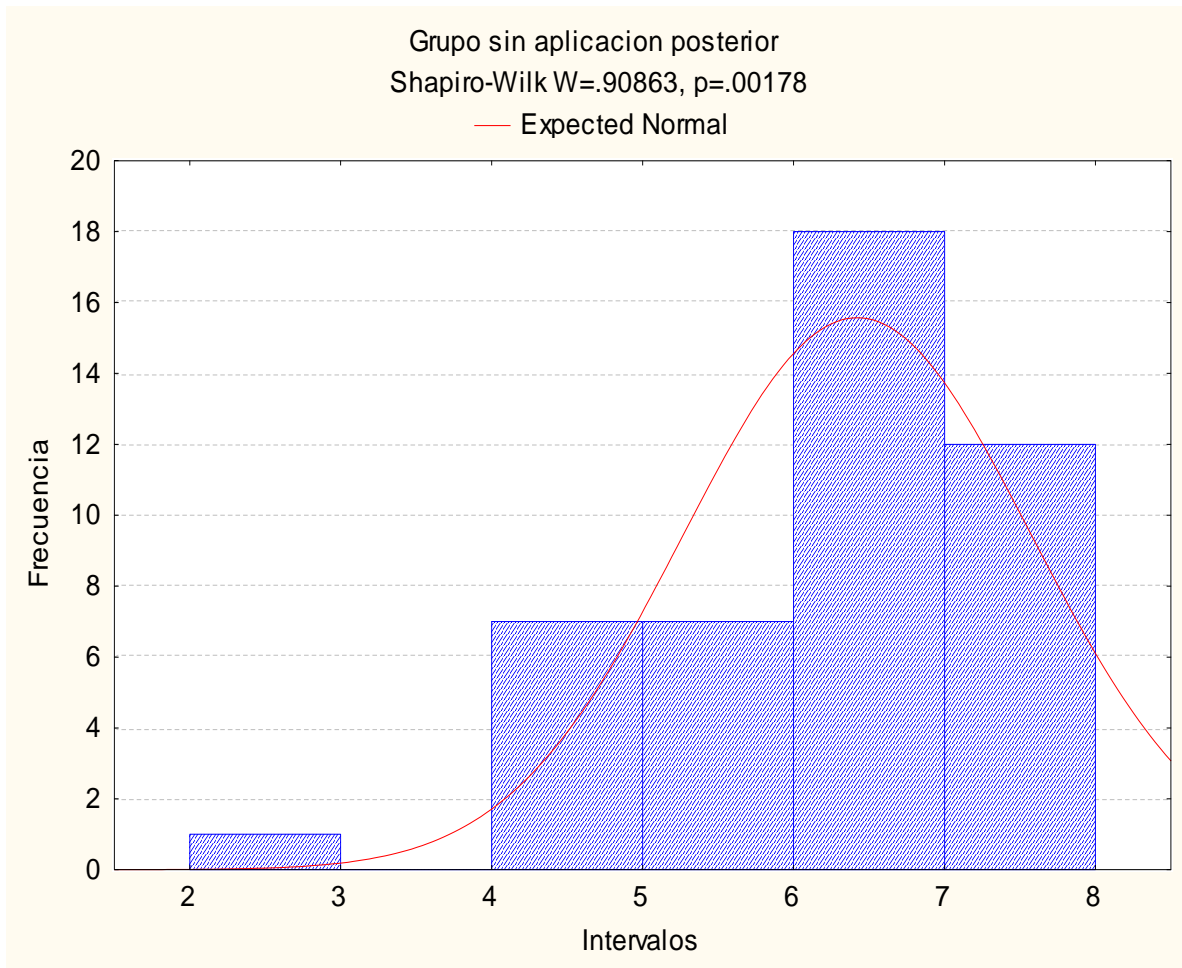
Se procedió a realizar el análisis de normalidad de las calificaciones aplicando la prueba de Shapiro-Wilk para lo cual se utilizó el programa STATISTICA ver. 8 obteniéndose los siguientes resultados:

Contrastando las siguientes hipótesis:

Ho:  $p > 0.05$  los datos se comportan de acuerdo con una distribución normal

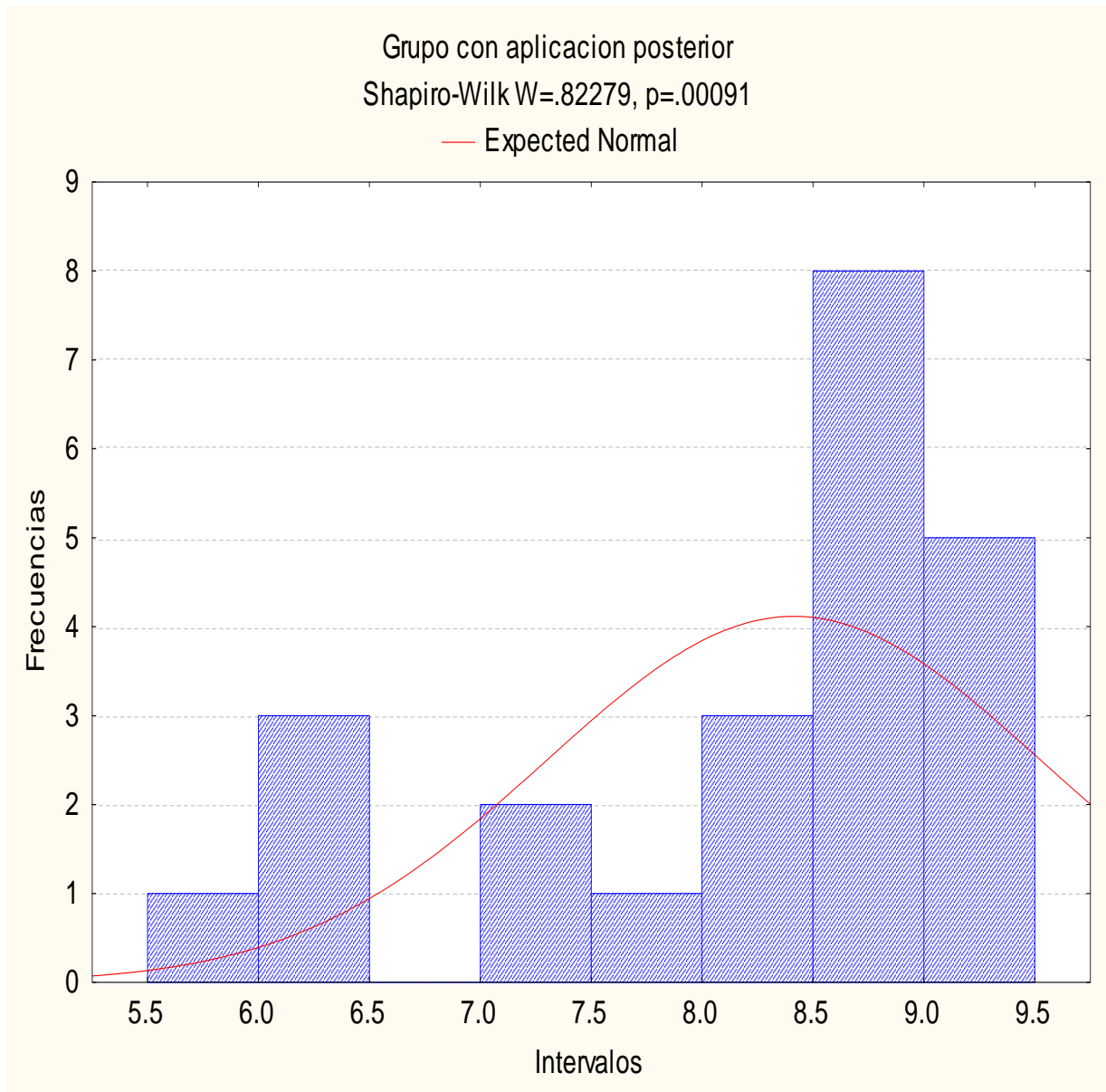
Ha:  $p < 0.05$  los datos no se comportan de acuerdo a una distribución normal.

Los resultados obtenidos se presentan a continuación.



**Ilustración 3 grupos sin intervención posterior**





#### Ilustración 4 grupo con aplicación posterior

Se observa que en ambos grupos no hay un comportamiento normal por lo que se decidió aplicar una prueba no-paramétrica

### 8.2.3 .- Prueba de Kruskal-Wallis

Para las calificaciones del posttest entre el grupo con intervención y sin intervención. Debido a que algunos grupos no presentaron comportamiento normal se decidió aplicar la prueba de comparaciones múltiples Kruskal-Wallis contrastando las siguientes hipótesis:

Ho:  $\bar{y}_{sin} \geq \bar{y}_{con}$  el grupo con intervención tiene una calificación promedio igual o mayor que el grupo con intervención en el post test ( $p \geq 0.05$ ).

Ha:  $\bar{y}_{sin} < \bar{y}_{con}$  el grupo sin intervención tiene una calificación promedio menor que el grupo con intervención en el post test ( $p < 0.05$ ).

Aplicando la prueba utilizando el programa STATISTICA ver. 8 obteniéndose los siguientes resultados:

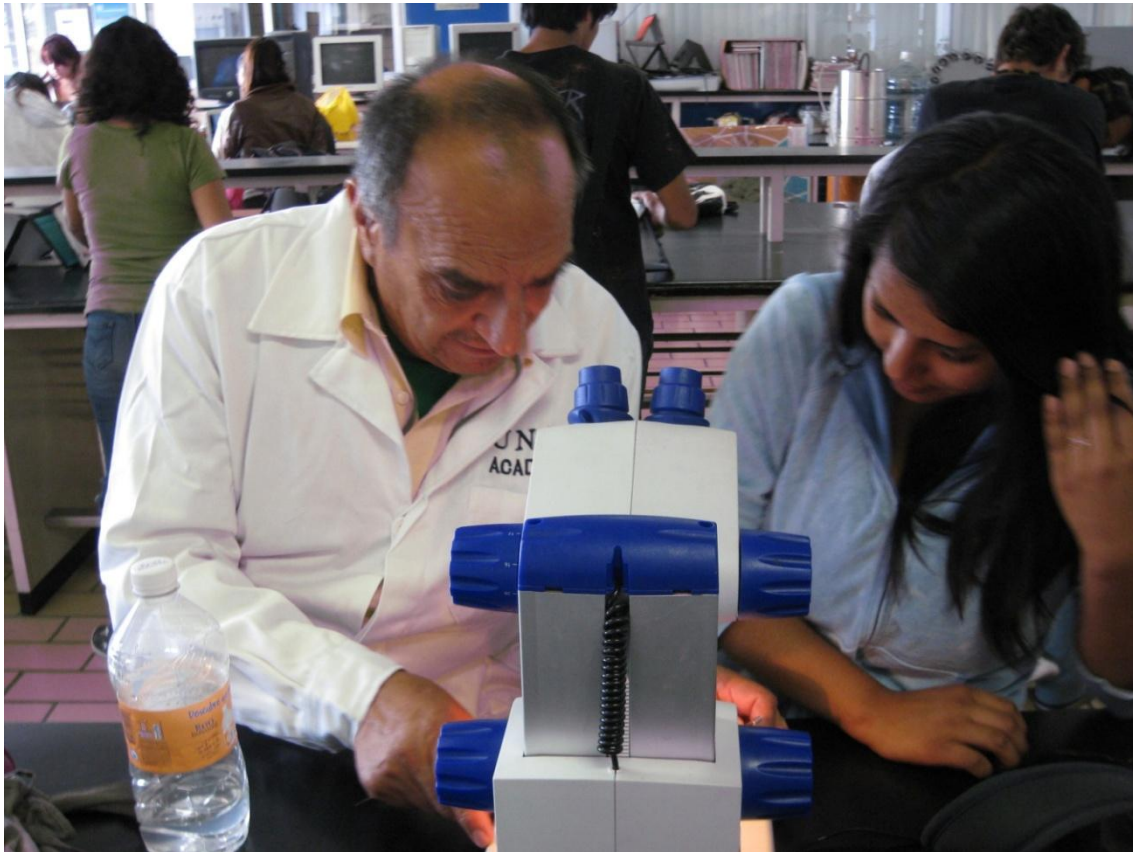
**Multiple Comparisons p values (2-tailed); Var2 (Braulio Post Prueba K-W.sta)  
Independent (grouping) variable: Var1 Kruskal-Wallis test: H ( 1, N= 68) =26.28215 p  
=.00001**

	<b>CON LA APLICACIÓN - R:51.565</b>
<b>SIN LA APLICACIÓN - R:25.778</b>	0.0000001

Como se tiene un valor de  $p=0.0000001 < .05$ , se puede afirmar que el grupo con intervención tiene una calificación promedio mayor que el grupo sin intervención. Esto nos permite suponer que la estrategia aplicada permitió que hubiera una mejor solución del post-test en el grupo con intervención que en el grupo sin intervención, pudiendo afirmar que hay evidencias a favor de un mejor aprendizaje de los contenidos con la estrategia propuesta que con la estrategia tradicional.

## Aplicación de la estrategia con intervención

Fotografía 1



El profesor le enseña a la alumna como colocar la muestra del espécimen transparentado en el microscopio estereoscópico, para que realice la observación.

## Aplicación de la estrategia con intervención

Fotografía 2



Los alumnos trabajan en equipo para observar, anotar y discutir las observaciones sobre el espécimen transparentado.

## Aplicación de la estrategia con intervención

Fotografía 3



La alumna manipula y observa el espécimen transparentado bajo la luz del microscopio estereoscópico

### Discusión

Los resultados que se obtuvieron aplicando la estrategia didáctica donde se utiliza un modelo *in vitro* de un pez charal (*Chirostoma*) para la enseñanza aprendizaje de un sistema orgánico, son acordes con las investigaciones realizadas por otros investigadores como: Blanco y Gutiérrez (2001) quienes utilizaron *Drosophyla melanogaster* como un modelo orgánico en su investigación “V heurística de Gowin como estrategia didáctica para resolver cruces en la asignatura de genética “se obtuvo como resultado que la V heurística de Gowin propicia el aprendizaje significativo, en donde el estudiante, en base al conocimiento inicial, produce uno nuevo de manera más pertinente con el entorno cotidiano”.

Asoko y Deboo, (2001) señalan que “las analogías, las metáforas y los modelos *in vitro* se encuentran entre las herramientas más utilizadas en la enseñanza de la Biología “provocaron que la biología se independizara como una ciencia autónoma, con herramientas conceptuales y metodológicas particulares, en una mirada holística y sistémica sobre la vida y sus complejas interacciones con los subsistemas terrestres.

Asimismo, Barreto e Hidalgo (2006) obtuvieron resultados favorables en la enseñanza de la biología en su investigación de “cultivo *in vitro* de tejidos vegetales”, con materiales de bajo costo como estrategia didáctica para ejecutar una práctica en el nivel de enseñanza medio superior, obtuvieron la generación de un alto grado de motivación gracias a la utilización de modelos *in vitro*.

Levin (2011) enfatiza la ciencia, como modo de conocer la realidad, construye modelos que se van sucediendo a lo largo del tiempo y que sirven para entender algunos aspectos de la realidad, pero no son parte de ella. La utilización de modelos *in vitro* para la enseñanza de la biología y expresa que “los libros de texto han ejercido una profunda influencia negativa en la comprensión biológica de la célula al frenar, incluso imposibilitar, la imaginabilidad, la modelización, o sea, la capacidad de pensar en una célula en acción viva, y no simplemente una estática y pobre estructura que, efectivamente, no puede dar cuenta de ese carácter dinámico que la define como unidad de vida”. Se puede concluir que la estrategia didáctica utilizando un modelo *in vitro* para la enseñanza -aprendizaje de

un sistema orgánico fue acertada, ya que los resultados del análisis estadístico muestra un mayor aprovechamiento significativo del grupo experimental que utilizó el modelo *in vitro* que la del grupo testigo que no lo hizo.

De los resultados obtenidos para la discusión es adecuado señalar que:

1.- En la prueba de normalidad del pre-test para ambos grupos se observó un comportamiento normal, condición deseable dado que permitió realizar la comparación entre ambos grupos utilizando una prueba paramétrica.

Sin embargo, dada el tipo de escala utilizada, se esperaba que no se cumpliera dicho requisito. Su cumplimiento puede ser debido a que se tiene un tamaño de muestra adecuada para ambos grupos ( $n= 45$  para grupo sin aplicación y  $n= 23$  para grupo con aplicación, dato que no se reporta en la literatura.

2.- Con respecto a la prueba de “t” de student para comparar muestras independientes, al proporcionar un resultado que indica que bajo una significancia de 0.05 no existen diferencias entre ambos grupos, otorga evidencias suficientes para afirmar que ambos grupos son equivalentes, de ahí que si se encontraban diferencias en el post-test , estas se les podrá atribuir a la estrategia aplicada.

3.- En la prueba de normalidad del post-test es notorio que ambas distribuciones están sesgadas a la derecha, de ahí la falta de normalidad encontrada en la prueba de Shapiro-Wilk para ambos grupos. Esto no nos permitió utilizar una prueba paramétrica.

4.- Al aplicar la prueba de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis, para una significación del 0.05, se observa que el grupo con intervención posee una mejor resolución que el grupo sin intervención. Estos resultados concuerdan con que la estructura del tema propuesto es adecuada para la enseñanza de la unidad ¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los seres vivos?

**Conclusión**

En base a los resultados obtenidos se puede concluir:

- 1.- Que la estructura del tema propuesto es adecuada para la enseñanza de la unidad ¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los seres vivos?
- 2.- Que el espécimen transparentado permite un incremento en el aprendizaje del tema, comparativamente con las estrategias comúnmente empleadas.
- 3.- Se puede afirmar que hay evidencias suficientes para considerar que la tesis y la hipótesis de este trabajo son verdaderas.
- 4.- Que la estrategia didáctica propuesta fue adecuada para la enseñanza del tema.
- 5.- Que la estrategia puede aplicarse adecuadamente a la enseñanza del tema a nivel medio superior.



## BIBLIOGRAFIA

1. Abbott J. and Ryan T. (1999). *Constructing Knowledge and Shaping Brains*. Ed. Brooks. USA pp 66-69.
2. Arch, T. (2004). *Producción y Uso de Modelos Animales en el Campo de la Audiología*. Revista Cirugía y Cirujanos. México 147 pp.
3. Asoko, H. and Deboo, M. (2001). *Analogies and Illustrations: Representing Ideas in Primary Science*. Hatfield, the Association for Science Education. Revista Iberoamericana de Educación. Universidad Nacional Argentina 10 pp.
4. Audesirk, T. (2008). *Biología La vida en la tierra*. 8va. Edición. Editorial Prentice Hall. México 925 pp.
5. Aufderheide, C. (2003). *The Scientific Study of Mummies*. Editorial Cambridge University Press, Cambridge USA. 626 pp.
6. Ausubel, D. Novak, y Hanesian, J. (1990). *Psicología Educativa: Un Punto De Vista Cognoscitivo*. Ed. Trillas. Segunda edición. México 722 pp.
7. Bandura, A. (1993). *Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning*. Ed. Educational Psychologist. Nueva York USA 28: 117-148.
8. Barreto, J. y Hidalgo, K. (2006). "Cultivo in vitro de tejido vegetales, con materiales de bajo costo como estrategia didáctica para ejecutar una práctica en el nivel de educación medio. I congreso sobre el manejo de ecosistemas y biodiversidad. República Bolivariana de Venezuela, 273 pp.
9. Blanco, Y. y Gutiérrez, D. (2001). *V Heurística de Gowin como estrategia didáctica para resolver cruces en la asignatura de genética*. República Bolivariana De Venezuela. Congreso de la Universidad de Venezuela Pedagógica Experimental "Luis Beltrán Prieto" Ponencia 1.
10. Braziller, G. (1975). *Perspectives on General Systems Theory. Scientific-Philosophical Studies*, Ed. E. Taschdjian New York. 194-197 pp.
11. Bunge, M. (1997). *La ciencia, su método y su filosofía*. Ed. Sudamericana. Buenos Aires Argentina. 74 pp.
12. Carretero, M. (1997). *Constructivismo y Educación*. Ed. Luis Vives: México; 144 pp.

13. Castillo, S. y Polanco, L. (2004). Enseña A Estudiar... Aprende a aprender didáctica del estudio. Ed. Pearson Education. Madrid. 317-325 pp.
14. Charney, W. and Schirmer, J. (1990). Essential of Modern Hospital Safety. Editorial Lewis Publishers Inc. Chelsea, Mi. USA. Revista 22 (5): 619-635.
15. Coll, C. (1991). *Psicología y curriculum*. Ed. Paidós. Barcelona España : 453-455.pp.
16. Dingerkus, G. and Uhler, L. (1977). Enzyme clearing of alcian blue stained whole small vertebrates for demonstration of cartilage. Stain technology. 52 (4), 299-232.
17. Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio. (1976). Diario oficial de la federación diciembre. Departamento del Distrito Federal México. 95 pp.
18. Eli, C. (1993). El constructivismo en el aula. Ed.. Grao de Servies Pedagógicas. Barcelona España. Colección biblioteca de aula. 183 pp.
19. Eli, H. (2004). Un curso de didáctica para futuros profesores. fundamentado en el modelo de la ciencia escolar. Revista del centro de formación e investigación de la enseñanza de las ciencias exactas y naturales. Buenos Aires Argentina. 632 pp.
20. Escalante, E. Escalante. L, y Linzaga. E. C. (2008). Aplicación de la tecnología en una secuencia didáctica para la enseñanza de la biología Revista Alternativa.5 (17): 408
21. Escudero, M.J (1992). La función y formación del profesor en la enseñanza. Revista iberoamericana de educación Editorial Organización de estados iberoamericanos para la educación la ciencia y la cultura. 46 (3) : 79-101.
22. Felipe, E. Gallarreta, S. y Merino, G. (2005). La modelización de la biología del desarrollo. Revista electrónica de enseñanza de las ciencias departamento ciencias biológicas. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires Argentina .4 (3): 33
23. Florez, O. (1994). Hacia una pedagogía del conocimiento. Ed. McGraw-Hill. 309 pp.
24. Galagovsky, L. y Aduriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. Ed. Enseñanza de las Ciencias. 19 (2): 231-242.
25. Gersenowies, R. (en prensa). Historia de la anatomía animal comparada En prensa. Facultad de Estudios Profesionales Iztacala. México.

26. Grupo didáctico Ayala,. (2002). S.A. Folleto informativo. México pp. 3
27. Hollister, G. (1934). Clearing and Dyeing Fish for Bone Study "Bulletin Zoological Society New York USA . 12 (10): 88-101
28. Kardong (1998). Vertebrados, anatomía comparada y evolución. Segunda edición. Ed. Mc Graw Hill. Nueva York USA. 790 pp.
29. Kauffman, S. (2003). Investigaciones. Tusquets editores. España. 376 pp.
30. Lagler, K.F. Bardach, J.E. Miller, R.R. and Passino, M. (1984). Ictiología. Ed. AGT. México. 488 pp.
31. Lemire, M. (1993). La representación del cuerpo humano" Revista de difusión ciencias. México. (32): 70
32. López A. Moreno, R. Gersenowies, J. y Nava, E. (2010). Didáctica de la biología II. Editorial UNAM México. 126 pp.
33. Moreira, F. (2001) Construcción social del conocimiento y teorías de la educación. Tesis de licenciatura, Universidad Pedagógica Nacional México 126 pp.
34. Moreira, M. (1999). Modelos mentales. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias, Universidad de Burgos, Burgos, España. Texto de Apoyo n° 8. 40 pp.
35. Mengascini, A. (2006). Propuesta didáctica y dificultades para el aprendizaje de la organización celular. Revista Eureka, sobre enseñanza y divulgación de las ciencias. 3 (3): 485-495.
36. Monge N. J. Rivas, R. y Méndez, E (1999). De babilonia a los laboratorios virtuales. Revista electrónica de la enseñanza de la ciencia. San José Costa Rica. 3 (5): 9.
37. Navarro, C. (2007). La urgencia de la educación emocional. grupo de investigaciones literarias. Revista de la Universidad de Tachira Republica Bolivariana de Venezuela. (9):274-290.
38. Nombela, C. Arsuaga, J. y L Arana, J. y Bedate, C. A. (2005) Dimensiones filosóficas de la biología. Documento marco para la segunda sesión general del seminario de la cátedra CTR. Curso 2004-2005. Universidad Pontificia de Comillas. Madrid , España 6 pp.

39. Oser, F. K. and Baeriswyl, F.J. (2001). Choreographies of teaching: bridging instruction to learning in Richardson, V. Ed. Handbook of Research on Teaching. AERA. 1031-1065 pp.
40. Pozo, J. y Gómez, M. (1998). Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Ed. Morata, Madrid, España. 308 pp.
41. Programas de estudio de biología I-IV, (2003) Dirección General del CCH UNAM. 38 pp.
42. Ramo, A. (1999). La tarea de educar. Ediciones Bubok Publishing. Madrid, España 179 pp.
43. Rodrigo, J. y J. Arnay (1997). La construcción del conocimiento escolar. Ed. Paidós. Buenos Aires Argentina. Colección Temas de psicología/2. 374 pp.
44. Rodríguez, P. (2002). Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza de la biología y la investigación en el estudio de la célula. Ed. Investigaciones Encino de Ciencias. La Habana Cuba. Volumen 5 (3) pp. 237-263.
45. Rodríguez, P. M. (2003). Contribución al estudio osteológico del pez sierra *Scomberomorus maculatus*. Tesis para obtener el grado de biólogo. UNAM FES Iztacala 62 pp.
46. Rosas, M. (1980). Plantilla elementos de biología acuática y piscicultura pp. 43
47. Rosell - Puig W. y Dovale, Borjas C. (2002). Morfología Humana II Consideraciones generales de la anatomía y del aparato locomotor. Cuarta edición. La Habana Cuba ISCM; Capitulo (39): 250-256.
48. Sacristán, G. J. y Pérez, G. A. (1992). Comprender y transformar la enseñanza. Ed. Morata. Madrid, España 40 pp.
49. Salvatierra, T.P. (2007) Plastinación, una herramienta adicional para la enseñanza de la anatomía. Editorial Hermes. Journal de morfología 24(3): 475-480.
50. Sandín, P. E. (2003). Investigación cualitativa en educación, fundamentos y tradiciones. Ed. McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U. Madrid, España. 258 pp.
51. Saravia, G. (1997). Metodología de investigación científica. Editorial. McGraw Hill Nueva York EUA 18 pp.
- 52.- Stake, R. E. (1999). Investigación con estudio de casos. Segunda edición. Ed. Morata. Colección Pedagogía. Madrid, España. 159 pp.

53.-Tapia, L, F y Arteaga Q, VIII Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias. 2441 pp.

54.-Taylor,W. R (1967). An Enzyme Method of Clearing and Staining Small Vertebrates.Revista Smithsonian Institute. 122: 35961-67.

55.-Universidad Nacional Autónoma de México,. (2007) Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. Misión y Filosofía:

56.-Universidad Nacional Autónoma de México, (2003). Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. Programas De Estudio De Biología I-IV.

57.-Vaca, L. (2006) -Estrategias y recursos audiovisuales. Un punto de vista constructivista. Editorial. de la Universidad Internacional de la Rioja. Madrid, España. 58 pp.

58.-Ziswiler, V. (1978). Zoología Especial. Vertebrados anamniotas. Editorial. Omega. España. Tomo I, 58: 1-128.

# APÉNDICES

## APÉNDICE 1

### Pretest (Examen diagnóstico)

Alumno (a) \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Instrucciones lee cuidadosamente la pregunta y contesta marcando la respuesta correcta.

1.- Es un conjunto de átomos y moléculas (células). que forman una estructura material muy organizada y compleja, en la que intercambian materia y energía con el medio.

- a) sistema vivo
- b) organización industrial
- c) sociedad civil
- d) equipo
- e) grupo

2.- Biólogo austriaco quien a mediados del siglo XX realizó la aportación de la teoría de sistemas en el campo de la biología.

- a) Mendel
- b) Lamarck
- c) Buffon
- d) Ludwig von Bertalanffy
- e) Hegel

3.- Un espécimen cualquiera utilizado en el estudio de la biología se llama...

- a) modelo biológico
- b) frotis
- c) diseño

d) esquema

e) muestra

4.- Cuando hablamos de un sistema integrado por componentes vivos interrelacionados con su ambiente nos referimos a...

a) sistema animado

b) sistema orgánico

c) sistema galáctico

d) sistema químico

e) sistema cósmico

5.- Los sistemas vivos son por lo general

a) sistema abierto auto regulable

b) sistemas cibernéticos cerrados

c) sistemas cerrados

d) sistemas sociales

e) sistemas organizados

6.- En un sistema biológico abierto cuales son las tres condiciones para que funciones como tal, que tenga

a) entradas - eventos-salida

b) retroalimentación positiva - salida

c) retroalimentación negativa-salida

d) evento-función-salida

e)células - órganos y sistemas

7.- Que función cumple un sistema vivo...

- a) autorregularse
- b) vivir
- c) auto perpetuarse
- d) respirar
- e) todas son correctas

8.- Cómo se regula un sistema vivo

- a) por el ATP
- b) por mecanismos homeostáticos
- c) por el equilibrio neuronal
- d) por las enzimas
- e) por hormonas

9.- De los siguientes ejemplos, señala cual es un sistema orgánico

- a) un árbol genealógico
- b) un organismo burocrático
- c) una maquina de coser
- d) una ardilla
- e) un auto

10.- Si los sistemas biológicos tienen un grado de complejidad creciente, señala cual de los siguientes es el más complejo

- a) la célula
- b) la selva
- c) la biosfera
- d) el bioma



e) el tejido

11.- Que es un sistema cibernético

a) aquel que no puede autorregularse

b) aquel que tiene fallas

c) aquel que es autorregulable

d) aquel que es cerrado

e) aquel que es abierto

12.- Qué sucede cuando algún elemento de un sistema falla

a) se descompone parte del sistema

b) todo el sistema falla

c) temporalmente el sistema falla

d) el sistema sigue funcionando

e) el sistema se reconstruye

13.-Cuál es la condición necesaria y suficiente para que un sistema biológico funcione

a) que todos sus componentes se alineen

b) que todos sus componentes estén completos

c) que todos sus componentes funcionen bien

d) que todos sus componentes estén completos e interrelacionados funcionalmente

e) que todos sus componentes sean celulares

14.- Si los sistemas biológicos tienen un grado de complejidad creciente señala cual de los siguientes es el de menor grado

a) la biosfera

b) la tundra

- c) la célula
- d) el átomo
- e) la molécula

15.- Animales de sangre fría, que poseen vértebras, branquias y aletas, dependen del agua y viven en ella, esta descripción corresponde a un...

- a) anfibio
- b) pez
- c) tortuga
- d) ballena
- e) el oso panda

16.- Son los vertebrados más numerosos, existen 20 000 especies la mayoría tienen forma de torpedo.

- a) los delfines
- b) anfibios
- c) ornitorrinco
- d) peces
- e) los humanos

17.- La rama de la biología que estudia a los peces se llama

- a) ictiología
- b) entomología
- c) oncología
- d) mastología
- e) ornitología

18.- Desde el punto de vista evolutivo los vertebrados más antiguos de los que se tiene evidencia son

- a) mamuts
- b) reptiles
- c) peces
- d) dinosaurios
- e) los antropoides

19.- Los cambios que los peces han sufrido genéticamente en su estructura y funcionamiento a través del tiempo son producto de

- a) estudios científicos
- b) evolución
- c) desarrollo embriológico
- d) generación espontánea
- e) causas externas

20.-Cuál es el elemento fundamental donde el pez cumple todas sus funciones orgánicas.

- a) el aire
- b) la tierra
- c) el agua
- d) la litosfera
- e) las aguas residuales

## APÉNDICE 2

### Hoja de respuestas del pretest (examen diagnóstico)

- 1.- a) sistema orgánico
- 2.- b) Bertalanffy
- 3.- a) modelo
- 4.- b) sistema orgánico
- 5.- a) sistema abierto auto regulable
- 6.- a) entradas-eventos-salida
- 7.- b) vivir
- 8.- b) por mecanismos homeostáticos
- 9.- d) una ardilla
- 10.- c) la biosfera
- 11.- c) aquel que es autorregulable
- 12.- b) todo el sistema falla
- 13.- d) que todos sus componentes estén completos e interrelacionados funcionalmente
- 14.- d) el átomo
- 15.- b) pez
- 16.- d) peces
- 17.- a) ictiología
- 18.- c) peces
- 19.- b) evolución
- 20.- c) el agua

## APENDICE 3

### Postest (Examen de conocimiento)

Alumno (a) \_\_\_\_\_ Grupo \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Lee atentamente el artículo “Sistema esquelético de un pez” y después contesta lo que se pregunta marcando la respuesta correcta.

1.- La función de las aletas en los peces es...

- a) órgano ornamental
- b) guiar y dar estabilidad al nadar
- c) obstruir el movimiento de los peces
- d) un vestigio hereditario
- e) una herramienta para comer

2.- Las aletas pares en los peces hablan del origen filogenético de estructuras semejantes en los tetrapodos , en los cuales corresponden a...

- a) las extremidades
- b) las manos
- c) la cabeza
- d) los dedos
- e) las meninges

3.- El sistema esquelético realiza las siguientes funciones, excepto

- a) protege de golpes a los órganos internos (corazón, cerebro, riñones).
- b) sirve de anclaje a la mayoría de los músculos
- c) da forma al cuerpo y lo sostiene
- d) la medula ósea forma células sanguíneas

e) trasmite estímulos al cerebro

4.- El esqueleto apendicular de los peces está constituido por...

a) el apéndice

b) las aletas

c) el cráneo

d) la médula espinal

e) las extremidades superiores

5.- Los vertebrados presentan dos componentes estructurales que se combinan para definir el eje longitudinal del organismo diga usted como se llaman...

a) el cerebro y la medula espinal

b) las aletas y las extremidades

c) los mioseptos y la pelvis

d) columna vertebral y notocorda

e) el cráneo y el tórax

6.- Con autor biólogo austriaco surge el paradigma de la teoría general de sistemas

a) Charles Darwin

b) Hegel

c) Haeckel

d) Alfredo Wallace

e) Ludwing von Bertalanffy

7.- Cuál es el elemento fundamental donde el pez cumple todas sus funciones orgánicas como la alimentación, la digestión, la asimilación, el crecimiento, las respuestas a los estímulos y la reproducción.

a) agua

b) tierra

c) biosfera

d) oxígeno

e) bióxido de carbono

8.- Qué forman en conjunto los sistemas de órganos, que interactúan con el ambiente

a) una célula

b) un sistema celular

c) un órgano

d) un individuo

e) un tejido

9.- De acuerdo a los registros fósiles los ancestros de los peces aparecieron sobre la faz de la tierra aproximadamente hace

a) 10 000 años

b) 500 millones de años

c) 15 000 millones de años

d) 4 500 millones de años

e) 1 millón de años

10.- La intensa dispersión de los peces óseos se debe sobre todo a que estos animales aparecieron originalmente en el agua

a) marina

b) dulce

c) termal

d) subterránea

e) pluvial

11.- Son animales de sangre fría, caracterizados por poseer vértebras, branquias, aletas y son exclusivamente acuáticos

- a) lagartijas
- b) moluscos
- c) sanguijuelas
- d) peces
- e) salamandras

12.- Esta compuesto por el cráneo, la columna vertebral, las costillas y espinas intermusculares

- a) el esqueleto axial
- b) el esqueleto apendicular
- c) el sistema tegumentario
- d) el esqueleto neurocraneal
- e) el esqueleto axio - apendicular

13.- Proporciona a los vertebrados la forma del cuerpo, soporta su peso, ofrece un sistema de palancas que junto con los músculos produce movimientos y protege las partes blandas, tales como nervios, vasos sanguíneos y otras vísceras

- a) sistema muscular
- b) sistema músculo esquelético
- c.) sistema neurotransmisor
- d) sistema tegumentario
- e) sistema esquelético

14.- Las siguientes son funciones del sistema óseo excepto

- a) Protege de lesiones



- b) ayuda a mantener la forma del organismo
- c) protege de infecciones
- d) aloja órganos sensoriales
- e) mueve al cuerpo

15.- Los cambios que los peces han sufrido en su estructura y funcionamiento son producto de

- a) estudios científicos
- b) evolución
- c) metamorfosis
- d) generación espontánea
- e) adaptación

16.- El esqueleto axial de un pez comprende

- a) el cráneo, tórax y extremidades
- b) el cráneo, la columna vertebral, las costillas y espinas intermusculares
- c) la pelvis y las extremidades superiores
- d) solo las extremidades
- e) solo el cráneo y la columna vertebral

17.- Para su estudio el esqueleto de un pez se divide en dos regiones llamadas

- a) superior e inferior
- b) anterior y posterior
- c) axial y apendicular
- d) externa e interna
- e) caudal y cefálica

18.- Las aletas pares en los peces hablan del origen filogenético de estructuras semejantes en los tetrápodos, señale cuales

- a) extremidades
- b) las manos
- c) los pies
- d) las piernas
- e) los ojos

19.- La región dorsal de un pez está compuesta de una serie de segmentos llamados

- a) aletas dorsales
- b) espina cervical
- c) pelvis osea
- d) vértebras
- e) aleta caudal

20.- Muchos peces tienen huesos pequeños y delgados de diversa formas en los mioseptos. Estos huesos se conocen vulgarmente como

- a) espinas de pescado
- b) huesos pélvicos
- c) caja craneal
- d) columna vertebral
- e) aletas ventrales

## APENDICE 4

### Hoja de respuestas Examen de Aplicación

- 1.- d) un empuje para nadar o para maniobrar en espacios estrechos
- 2.- a) las extremidades
- 3.- e) trasmite estímulos al cerebro
- 4.- b) las aletas
- 5.- d) columna vertebral y notocorda
- 6.- e) Ludwing von Bertalanffy
- 7.-a) agua
- 8.- d) un individuo
- 9.- b) 500 millones de años
- 10.- b) agua dulce
- 11.- d) peces
- 12.- a) el esqueleto axial
- 13.- e) sistema esquelético
- 14.- e) mueve al cuerpo
- 15.- b) evolución
- 16.- b) el cráneo, la columna vertebral, las costillas y espinas intermusculares
- 17.- c) axial y apendicular
- 18.- a) las extremidades
- 19.- d) vértebras
- 20.- a) espinas de pescado

## **APÉNDICE 5**

### **Sistema esquelético de un pez (lectura)**

Instrucciones; lee atentamente el siguiente artículo, cuando hayas terminado entregársela al profesor y contesta el examen de conocimiento que se te proporcione.

Contenido

- Teoría general de sistemas
- Definición de sistema
- Sistema esquelético
- El pez ejemplo de sistema orgánico
- Sistema esquelético
- Función de los elementos organizados del sistema esquelético

### **Introducción**

La teoría general de sistemas, el paradigma de los sistemas, surgió con los trabajos del alemán Ludwing von Bertalanffy, publicados en los años treinta del siglo XX, Bertalanffy cuestiono la aplicación del método científico, en los problemas de la Biología, debido a que este se basaba en una visión mecanicista y causal, limitando la claridad para la explicación de los grandes problemas que se dan en los sistemas orgánicos. La base filosófica que sustenta esta posición es el holismo (Braziller, 1975).

Un sistema es un conjunto de elementos (plantas, animales, células etc.) Dinámicamente relacionados realizando una actividad trascendente y autorregulable (función), operando sobre la transformación de energía/materia (metabolizando) dentro de la biosfera (Braziller, 1975).

Análogamente se denomina sistema orgánico al conjunto de órganos y estructuras que realizan una función común. Algunos poseen características morfofuncionales comunes que nos permiten organizarlos con un enfoque sistémico en cuatro grupos: somáticos, viscerales, circulatorio y nervioso. (Rosell et al., 2002).

¿Qué son los peces?

Los peces son animales de sangre fría, caracterizados por poseer vértebras, branquias, aletas y son exclusivamente acuáticos (Lagler et al., 1984).

Son los vertebrados más numerosos, estimando que existen más de 20 000 especies vivientes. La mayoría de los peces son fusiformes aunque los hay planos y algunos angulares (Lagler et al 1984).

De acuerdo con la teoría de la evolución de las especies que pretende explicarnos una serie de hechos, entre los cuales se incluyen los fósiles, la anatomía comparada, la embriología y la genética. Los peces poseen un ancestro común con el hombre está muy distante de los antepasados del hombre, su presencia en la tierra antecede al hombre en cerca de 500 millones de años, de no tener un ancestro marino, el hombre probablemente jamás hubiera aparecido (Lagler et al., 1984).

### **Diferenciación evolutiva**

La intensa dispersión de los peces óseos, extraordinaria entre los vertebrados, se debe sobre todo a la circunstancia de que estos animales aparecieron en agua dulce. Los biotopos de agua dulce, como ríos, arroyos, lagos, charcos, pantanos, aguas que se secan a veces, aguas subterráneas, etc. Que según la región climática pueden tener caracteres completamente distintos, ofrecen una gran diversidad de condiciones de selección, así como también mecanismos eficaces de aislamiento. Finalmente muchos grupos de peces óseos conquistaron los mares, en donde pudieron imponerse con éxito a los peces cartilaginosos, aunque no consiguieron desplazarlos (Ziswiler, 1998).

Todas las funciones vitales de los peces como la alimentación, la digestión, la asimilación, el crecimiento, las respuestas a los estímulos y la reproducción dependen del agua. Para el pez, los aspectos más importantes y básicos para su supervivencia son: la presencia de oxígeno disuelto, sales en solución, penetración de la luz, temperatura, presencia de sustancias tóxicas, concentración de organismos infecciosos y la oportunidad de poder escapar de sus enemigos (Lagler et al., 1984).

Por lo menos desde el siglo X a.C los chinos estaban tratando de cultivar con éxito peces. Los antiguos egipcios, griegos y romanos hicieron registros sobre las

variedades, hábitos y cualidades de varias especies de peces. El símbolo del movimiento cristiano que tuvo lugar en las catacumbas de Roma fue el pez. (Lagler et al., 1984).

El estudio de los peces o ictiología, no obtuvo forma de disciplina científica sino hasta el siglo XVIII y fue en Europa (Lagler et al., 1984).

La forma del cuerpo y la locomoción son en los peces el resultado de la interacción del esqueleto y la musculatura. Con el fin de adaptarse a la multitud de hábitats que se han formado en el mundo acuático, se han desarrollado una gran variedad de formas corporales, con su correspondiente modificación del esqueleto y los músculos. Y el modelo básico de locomoción por serpenteo (Lagler et al., 1984).

### **Sistema esquelético**

El esqueleto proporciona a los vertebrados la forma del cuerpo, soporta su peso, ofrece un sistema de palancas que junto con los músculos produce movimientos y protege las partes blandas, tales como nervios, vasos sanguíneos y otras vísceras. Puesto que el esqueleto es duro a veces sobreviven a la fosilización trozos de él, así, nuestro contacto más directo con los animales extinguidos hace tiempo se produce a menudo mediante sus esqueletos. En la arquitectura del esqueleto está escrita la historia de la función y evolución de los vertebrados. (Kardong, 1998).

En el esqueleto de los peces está incluida la notocorda, tejidos conectivos, hueso, cartílago, escamas y componentes de los dientes como el esmalte y la dentina, y radios de las aletas (córneos en los tiburones, ceratotriquios y escamosos y espinosos en los peces superiores, lepidiotriquios y actinotriquios (Lagler et al., 1984).

Las variadas clases de materiales esqueléticos están dispuestas en estructuras internas y externas, ambas con porciones blandas y duras. En el esqueleto tegumentario están incluidas las escamas óseas de la piel, los radios de las aletas y tejidos conectivos que refuerzan la piel y la unen con la musculatura adyacente, el hueso y el cartílago. Evidentes también son algunas partes del esqueleto interno

(endoesqueleto) principalmente los huesos craneales y las cinturas pectoral y pélvica (Lagler et al., 1984).

### **Funciones del tegumento**

- a) Protege de lesiones
- b) Ayuda a mantener la forma del organismo
- c) Protege de infecciones
- d) Regulación osmótica
- e) Circulación sanguínea
- f) Movimiento de gases y iones
- g) Acumula calor e irradia el exceso
- h) Aloja órganos sensoriales
- i) Pigmento para luz solar
- j) Pigmentos brillantes u opacos (Kardong, 1998).

El esqueleto para su estudio se puede dividir en axial y apendicular

### **Esqueleto axial**

Esta compuesto por el cráneo, la columna vertebral, las costillas y espinas intermusculares (Lagler et al., 1984).

### **Notocorda**

Aparece durante los primeros estadios del desarrollo embrionario del pez. Den forma cilíndrica se localiza en la línea media y constituye promontorio del eje del cuerpo (Lagler et al., 1984).

### **Cráneo**

La caja craneana es un término colectivo, referido a los componentes craneales fusionados que rodean y encierran al cerebro. El neurocráneo que incluye las cápsulas ópticas y óticas y el soporte nasal. (Kardong, 1998).

El cráneo de los peces óseos esta también compuesto de dos porciones diferentes, el neurocráneo y el branquicráneo. El neurocráneo tiene a su vez dos partes importantes:

(Lagler et al., 1984).

- a) Una serie de elementos óseos interiores (endoesteales) que forman un piso y rodean protegiendo a las cápsulas olfatorias, óptica y ótica y la parte anterior de la notocuerda
- b) Una serie de huesos dérmicos externos (ectoesteales) que forman el techo de la caja cerebral y le dan forma al rostro.
- c) El branquicráneo tiene tres regiones:
  - 1.- mandibular
  - 2.- hial (el arco hioideo que sostiene en su lugar a la mandíbula y los huesos de la serie opercular que cubren las branquias)
  - 3.- branquial (los arcos branquiales) (Lagler et al., 1984).

Los huesos del neurocráneo pueden ser agrupados por su localización en las siguientes regiones:

- Olfatorias (área nasal)
- Orbitales (alrededor del ojo)
- Óticos (alrededor del oído)
- Basicraneales (piso de la bóveda craneal)

En cada una de estas regiones hay huesos de cartílago y dérmicos. El hueso de cartílago también llamado hueso de sustitución, está generalmente localizado más profundamente que el hueso dérmico y pueden aparecer primero como cartílago para ser más tarde sustituido por hueso. El hueso dérmico es usualmente superficial y se origina en las capas profundas de la piel. Estos tipos de huesos están representados por piezas pares en posición bilateral, solamente unos pocos son impares. (Lagler et al., 1984).

### **Columna vertebral y costillas**

La región dorsal de un pez está compuesta de una serie de segmentos llamados vértebras. Generalmente a cada segmento corporal corresponde una vértebra. Una o dos localizadas en el extremo anterior de la columna vertebral, están modificadas para articularse al cráneo. A todo lo largo del tronco los cuerpos de las vértebras (centro vertebral) tienen a menudo formaciones laterales que sostienen las costillas ventrales, Las vértebras también forman a todo lo largo de la columna, una serie de arcos que protegen a la médula espinal. Ventral al centro



de las vértebras que están en la cola hay un arco que encierra parcialmente importantes vasos sanguíneos axiales (arco hemal) Algunos elementos vertebrales modificados sujetan los radios de la aleta caudal .Las vértebras de los peces óseos (Osteichthyes) están osificadas (Lagler et al., 1984).

Por su estructura las vértebras de los peces son menos complejas que las de los vertebrados terrestres. Esto ocurre porque el agua proporciona un soporte al cuerpo del pez, cosa que no sucede con los animales terrestres. Las costillas de los peces de acuerdo con su localización son de dos tipos: dorsales y ventrales. La presencia de las costillas ventrales se limita a los peces óseos (Osteichthyes) Las costillas dorsales también están localizadas en la región del tronco pero se adosan en el septo esqueletogéno horizontal (Lagler et al., 1984).

### **Huesos intermusculares**

Muchos peces tienen huesos pequeños y delgados de diversas formas en los mioseptos. Son estos huesos los que provocan las dificultades al consumir comidas hechas con pescado, estas son denominadas espinas y son epineurales pleurales e hipohemales (Lagler et al., 1984).

### **Esqueleto membranoso**

Una envoltura de tejido conectivo une la piel y sus apéndices con la musculatura subyacente y con el esqueleto. Esta envoltura es continua hacia las partes que coinciden con la línea medio dorsal y medio ventral, o sea el septo esqueletogéno medio. En la región caudal este septo divide al pez en dos mitades laterales y cubre las estructuras medias de ambos lados, como las vértebras caudales. A nivel de la cavidad del cuerpo el septo medio o axial, después de dividir al cuerpo en dos mitades laterales a lo largo del dorso, se divide así mismo para envolver las vértebras y se une al peritoneo parietal para continuar ventralmente siguiendo la pared interior del cuerpo. Hacia la mitad del lado ventral se vuelve visible en forma de una línea blanca de tejido conectivo conocido como la línea alba (Lagler et al., 1984).

Los vertebrados presentan dos componentes estructurales que se combinan para definir el eje longitudinal del organismo, ofrecer un lugar para la fijación de la musculatura, impedir el acortamiento del cuerpo y soportar gran parte del peso.

Uno de estos ejes es la notocorda, el otro la columna vertebral. La notocorda es una larga varilla continua formada por tejido conjuntivo fibroso que envuelve a un núcleo de células llenas de líquido. La columna vertebral consiste en una serie repetida de elementos óseos o cartilagosos separados (Kardong, 1998).

### **Esqueleto apendicular**

En los peces las aletas proporcionan empuje para nadar o para maniobrar en espacios estrechos, en ambos casos la forma y la función son algo distintos y el diseño biológico refleja estas diferencias (Kardong, 1998).

El esqueleto apendicular comprende las aletas pares (origen filogenético de las extremidades en los tetrápodos.) Y las cinturas que las unen al cuerpo. La cintura anterior o pectoral sostiene la aleta pectoral. La cintura pélvica sostiene la aleta pélvica (Kardong, 1998).

Aletas pectorales y las aletas pélvicas, normalmente menos desarrolladas, se pueden dividir en tres tipos:

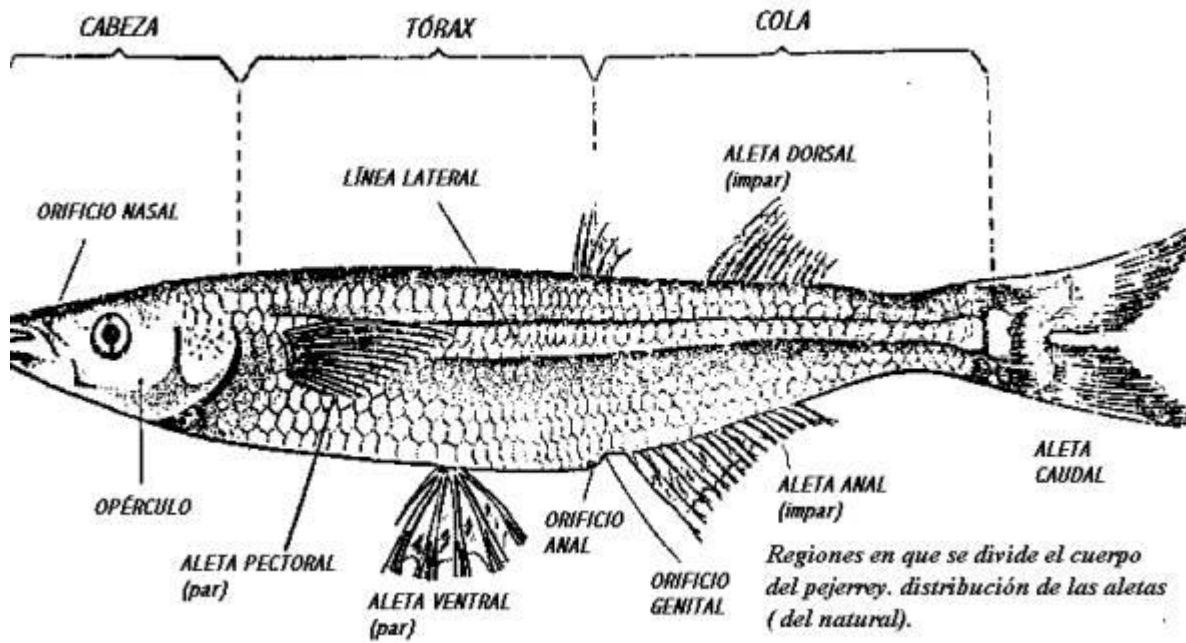
A.- Arquipterigio aleta con un eje central, cada uno de cuyos elementos lleva dos pterigoforos, en los que se insertan los radios de la aleta.

B.- Braquipterigio aleta pediculada, ancha y aplanada en la parte distal que esta formada en la zona proximal por dos trabéculas óseas, unas placas cartilagosas situadas entre ambos y unos pterigoforos.

C.- Ictiopterigios es el tipo más común de aleta y la encontramos en los condriactos. Son típicos de esta aleta los tres elementos basales propterigio, mesopterigio y metapterigio (Kardong, 1998).

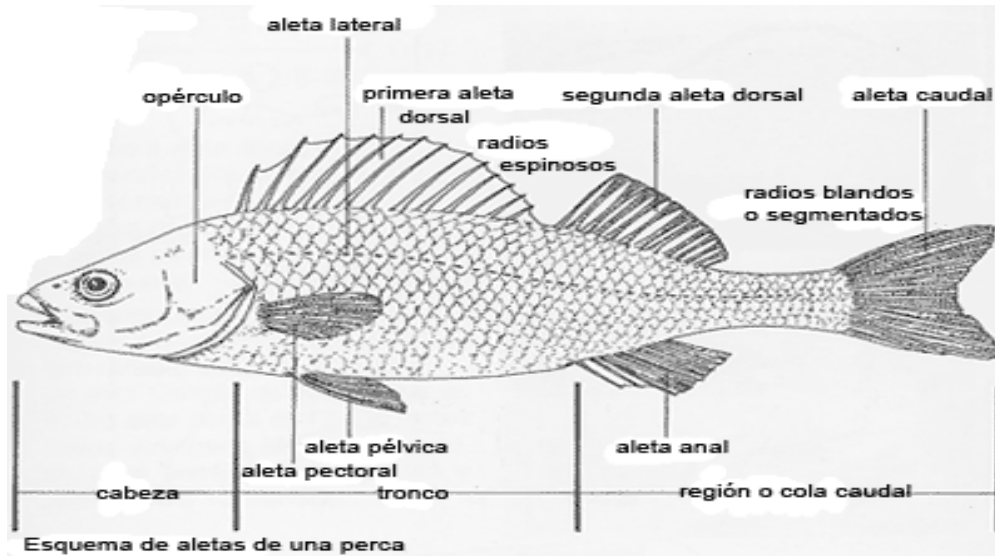
## ESQUEMA 1

### REGIONES Y PARTES DE UN PEZ



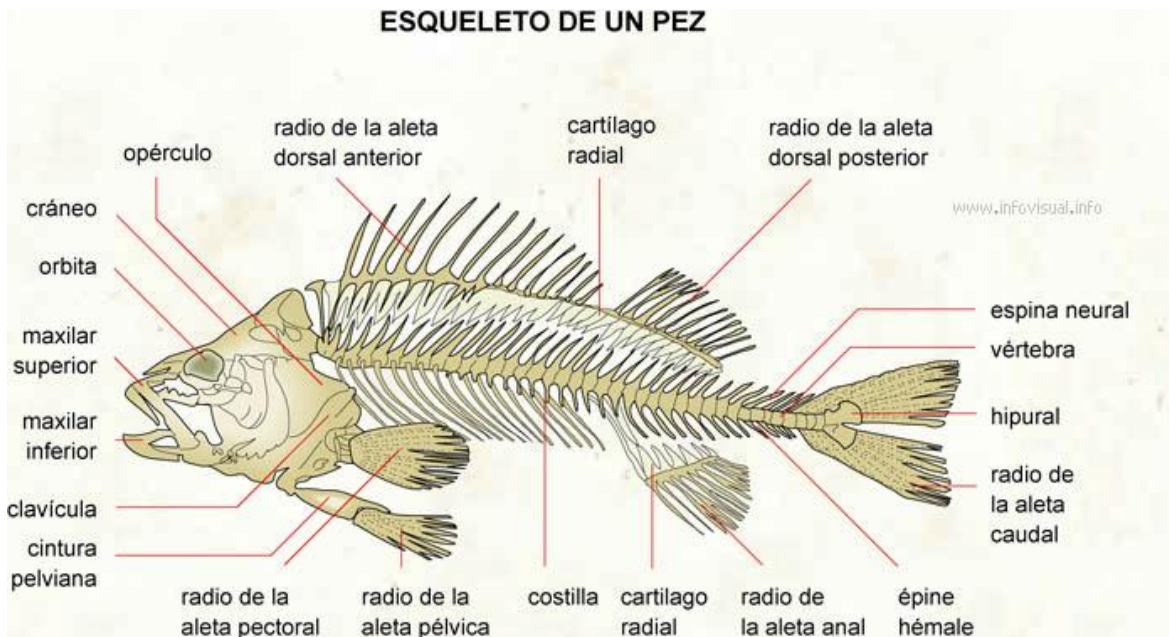
Fuente; [nea.educastur.principal.es](http://nea.educastur.principal.es)

## 2.- ESQUEMA PARTES DE UN PEZ



Referencia [www.amimascota.com/articulos/peces\\_2/anatomia\\_peces.htm](http://www.amimascota.com/articulos/peces_2/anatomia_peces.htm) - En caché - Similares

## ESQUEMA 3



Tomado de [www.infovisual.info/02/034\\_es.html](http://www.infovisual.info/02/034_es.html)

## **Apéndice 6**

### ***PRÁCTICA DE LABORATORIO***

#### ***ESTUDIO DEL SISTEMA ESQUELÉTICO DE UN PEZ TRANSPARENTADO***

***Objetivo: Conocer los elementos que constituyen un sistema orgánico de un pez charal y relacionar estructura y función***

#### **INSTRUCCIONES:**

- Integrar equipos por mesa con 4 alumnos
- Contesta el examen diagnóstico
- Lee individualmente cuidadosamente la hoja de lectura “Sistema esquelético de un pez”
- Solicita el material de laboratorio
- Lee tu protocolo de la práctica de laboratorio y realiza todo lo que en él se pide
- Concluye tu práctica
- Contesta el examen de conocimiento

Los alumnos se integraran en equipo de cuatro

Material

Pez transparentado

Microscopio estereoscópico

Caja de petri

Pinza de disección

Aguja de disección

Procedimiento

1.- Conecta el microscopio estereoscópico

2.- Coloca dentro de la caja de petri el pez transparentado

- 3.- Enfoca y observa con aumento 30X
- 4.- Utilizando el esquema correspondiente ubica las regiones del pez  
(Ventral, dorsal, superior, inferior, anterior, posterior)
- 5.- Observa el esqueleto axial identifica la cabeza, el tórax y la cola del pez (.haz un esquema)
- 6.- Identifica el tegumento (piel) del pez y menciona sus funciones
- 7.- Identifica el cráneo del pez y menciona su función.
- 8.- Identifica la mandíbula y señala su función
- 9.- Observa la columna vertebral e indica su función
- 10.- Identifica los mioseptos (espinas) señala su función
- 11.- Identifica el esqueleto apendicular  
(Aleta dorsal, ventral, anal, pélvica) y menciona la función de cada una).

## Apéndice 7

### ***Propuesta de estrategia didáctica***

¿Qué es un sistema orgánico?

Propósito

*Al finalizar la actividad el alumno identificara los componentes de un sistema orgánico y su importancia en el estudio de la Biología, de tal manera que a través de su estudio reconozca al sistema como la estructura funcional de la vida.*

Temática

El sistema orgánico como una estructura funcional de los seres vivos

- Teoría general de sistemas
- Definición de sistema
- El pez ejemplo de sistema orgánico
- Sistema esquelético de un pez
- Función de los elementos organizados del sistema esquelético de un pez

Aprendizajes

*Conceptuales:*

El alumno:

- Conocerá la definición y la importancia que la teoría de sistemas tiene para la Biología
- Explicara que es un sistema
- Reconocerá en el sistema esquelético de un pez un ejemplo para aprender que es un sistema orgánico
- Explicará las funciones del sistema esquelético de un pez y las relaciona con las funciones generales de un sistema orgánico

*Procedimentales:*

- Aplicar habilidades, actitudes y valores para comunicar de forma oral y escrita la información derivada de las actividades realizadas en forma escrita la información derivada de las actividades realizadas en forma individual y en equipo

*Actitudinales:*

- Asumirá una actitud de respeto y tolerancia hacia lo que es un sistema orgánico, empezando a valorarlo en el salón de clase. A partir del conocimiento del sistema esquelético de un pez