



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

FACULTAD DE CIENCIAS

BIOLOGÍA

**ESTRATEGIA DIDÁCTICA BASADA EN EL USO Y APROVECHAMIENTO DE  
UNA COLECCIÓN BIOLÓGICA DE PECES, PARA EL ESTUDIO DEL TEMA  
DIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS EN EL BACHILLERATO**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

PRESENTA:

**BIÓL. CELSO MIGUEL LUNA ROMÁN**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. ARCADIO MONROY ATA**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA, UNAM**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., MARZO, 2021**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



# AGRADECIMIENTOS

---

Al Programa de Apoyos para la superación del Personal Académico de la UNAM (PASPA), por la beca otorgada para la realización de estudios de maestría.

Al Colegio de Ciencias y Humanidades por la oportunidad de formación y crecimiento personal que me ha brindado.

A mi turo el Dr. Arcadio Monroy Ata (FES Zaragoza) por guiarme en el proceso de creación de este trabajo de investigación.

A la Dra. Myrna Miriam Valera Mota (FES Iztacala) y M. en C. María Eugenia Isabel Heres y Pulido (FES Iztacala), por sus valiosas sugerencias.

A la M. en D. María del Rosario López Mendoza (CCH Oriente) y M. en D. Hilda Claudia Morales Cortés (PREPA 8) por sus comentarios.

A la M. en D. Eva Cristina Ramírez Aguilar y M. en C. Gabriela Serrano Reyes quienes fueron mis supervisoras durante las practicas docentes, quienes agradezco sus observaciones.

A los integrantes del grupo de trabajo Institucional CTS Biología Molecular del CCH Oriente: Dra. Luz Angélica Hernández Carbajal, M. en D. Eva Cristina Ramírez Aguilar, M. en C. Gabriela Serrano Reyes, Biól. Exp. Martha Elvira Mejía García, Biól. Marco Antonia Bautista Acevedo, Biól. Oscar Bernal Enrríquez, Ing. Humberto Zendejo Sánchez y al Dr. Federico Centeno Cruz; siempre estaré profundamente agradecido.



# ÍNDICE DE CONTENIDO

---

	<b>Pág.</b>
<b>Resumen</b>	<b>1</b>
<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>Capítulo I</b>	
<b>Planteamiento del problema y justificación</b>	
Identificación del problema	<b>6</b>
Justificación	<b>9</b>
Preguntas de investigación	<b>11</b>
Objetivos	<b>11</b>
Hipótesis	<b>12</b>
<b>Capítulo II</b>	
<b>Marco teórico</b>	
Constructivismo	<b>14</b>
La biología en el CCH	<b>16</b>
Campos de conocimiento	<b>19</b>
Enfoque disciplinario y didáctico del área de experimentales	<b>21</b>
Concepción de aprendizaje	<b>22</b>
La materia de Biología en el perfil de egreso	<b>23</b>
Enfoques de la materia de Biología	<b>24</b>
<b>Capítulo III</b>	
<b>La enseñanza de la taxonomía</b>	
“Desempeños” y “Conocimientos fundamentales”	<b>26</b>

La enseñanza de la taxonomía en el CCH	<b>31</b>
Un poco de historia de los cinco reinos y los tres dominios	<b>35</b>
Algunos ejemplos de estrategias didácticas para la enseñanza de la taxonomía	<b>40</b>
<b>Capítulo IV</b>	
<b>Propuesta metodológica</b>	
Estrategia didáctica	<b>45</b>
Instrumento de evaluación y validación	<b>52</b>
<b>Capítulo V</b>	
<b>Informe de la intervención pedagógica</b>	
Participantes y criterios de inclusión	<b>55</b>
Resultados y análisis estadístico	<b>59</b>
A) Instrumento de evaluación	<b>59</b>
B) Actividades de desarrollo y cierre	<b>63</b>
C) Resultados de la encuesta de opinión	<b>65</b>
<b>Capítulo IV</b>	
<b>Discusión y conclusiones</b>	<b>70</b>
<b>Literatura citada</b>	<b>76</b>
<b>Anexos</b>	
Anexo I. ¡Mamá se metió otro pejelagarto!	<b>i</b>
Anexo II. Instrumento de evaluación	<b>xxxiv</b>
Anexo III. Encuesta de opinión	<b>xxxviii</b>

## Resumen

Se presenta una propuesta concreta de una estrategia didáctica, con un enfoque constructivista, para su implementación en el Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, plantel Oriente. La finalidad de esta estrategia didáctica es contribuir con el programa de Biología II, en particular con la Unidad 1, ¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas biológicos? y la temática 3, “Diversidad de los sistemas biológicos”; a fin de que el alumno conozca los criterios utilizados para clasificar a los sistemas biológicos en cinco reinos y tres dominios, además de que reconozca la importancia de la ciencia en la conservación de la biodiversidad y muestre una actitud favorable hacia el trabajo colaborativo. Así, con la implementación de la estrategia didáctica, el alumno realiza una secuencia de actividades organizadas en tres momentos del aprendizaje (apertura, desarrollo y cierre), siendo una de esas actividades, el uso de una colección biológica de peces y de una clave dicotómica para identificar la clasificación de los organismos en cuestión. Asimismo, con actividades complementarias (lectura, cuestionario, mapa conceptual, actividad práctica), se favorece el logro de aprendizajes de contenidos, procedimentales y de destrezas en el manejo de equipo y material de laboratorio.

Los resultados de la implementación muestran una diferencia significativa entre el grupo experimental y el grupo control en el Post-test ( $t = -10.228$ ;  $gl = 339$ ;  $p < 0.05$ ). Esta diferencia se atribuye al efecto del uso de la colección biológica en las actividades de cierre; ya que se observan diferencias significativas entre los grupos de estudio, particularmente en las actividades: “Mapa conceptual guiado de los sistemas de clasificación” ( $t = 7.144$ ;  $gl = 144$ ;  $p < 0.001$ ) y “Cuestionario RA-P-RP” ( $t = 5.067$ ;  $gl = 146$ ;  $p < 0.001$ ). Además, a través de una encuesta de opinión los estudiantes manifestaron que la manipulación de la colección biológica de peces les permitió integrar los conocimientos previos y vivenciar la diversidad de los sistemas biológicos. Por lo anterior, se concluye que la estrategia didáctica, que

implica el uso de la colección biológica de peces, contribuyó de manera significativa al logro del aprendizaje propuesto.

## Abstract

A concrete proposal is presented for a didactic strategy, with a constructivist approach, to be implemented at the Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) of the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), campus Oriente. The purpose of this teaching strategy is to contribute to the Biology II programme, in particular with Unit 1, "How is the origin, evolution and diversity of biological systems explained?" and theme 3, "Diversity of biological systems", so that students learn the criteria used to classify biological systems into five kingdoms and three domains, as well as recognising the importance of science in the conservation of biodiversity and showing a favourable attitude towards collaborative work. Thus, with the implementation of the didactic strategy, the student carries out a sequence of activities organised in three learning moments (opening, development and closing), one of these activities being the use of a biological collection of fish and a dichotomous key to identify the classification of the organisms in question. Likewise, with complementary activities (reading, questionnaire, concept map, practical activity), the achievement of content and procedural learning and skills in the handling of laboratory equipment and material is favoured.

The results of the implementation show a significant difference between the experimental group and the control group in the Post-test ( $t = -10.228$ ;  $gl = 339$ ;  $p < 0.05$ ). This difference is attributed to the effect of the use of the biological collection in the closing activities; as significant differences are observed between the study groups, particularly in the activities: "Guided concept map of classification systems" ( $t = 7.144$ ;  $gl = 144$ ;  $p < 0.001$ ) and "RA-P-RP questionnaire" ( $t = 5.067$ ;  $gl = 146$ ;  $p < 0.001$ ). In addition, through an opinion survey the students stated that the handling of the biological fish collection allowed them to integrate previous knowledge and experience the diversity of biological systems. Therefore, it is concluded that the

didactic strategy, which involves the use of the biological fish collection, contributed significantly to the achievement of the proposed learning.

## Introducción

Una de las ciencias que apoya a la biología es la Sistemática, ya que ésta permite la comprensión, delimitación, comparación y reconocimiento de planes estructurales morfológicos, además de la jerarquía y filogenia de las estirpes naturales; todo esto ha formado parte de su objeto de estudio (Santos y Téllez, 2013). Asimismo, la identificación y clasificación de los sistemas vivos es indispensable para el manejo y conocimiento de la diversidad biológica, la cual se define como la variedad y variabilidad de los sistemas vivos y de los ecosistemas que ellos integran. También, la pérdida de especies es una preocupación constante, por lo que una propuesta para la conservación de la biodiversidad es inventariarla, la urgencia de esta tarea se justifica por esa necesidad de catalogar especies. Por ello, la sistemática jugaría un papel crucial en el logro de este objetivo, porque es capaz de proporcionar los nombres de componentes de los listados de especies que apoyan la integración de un inventario de biodiversidad, que contribuiría a resolver la pérdida de la biodiversidad, ya que los listados desde un enfoque filogenético tienen un gran valor en la toma de decisiones (Vilches *et al.*, 2012).

Por lo anterior, se diseñó, estructuró e implementó una estrategia didáctica que tuvo por objetivo contribuir a la formación de los estudiantes de la asignatura de Biología II, del Programa de Estudios Actualizados (PEA) del 2016 del Colegio de Ciencias y Humanidades (UNAM). El propósito general de la Unidad I de la asignatura de Biología II (PEA, 2016), indica que el alumno: “Identifique los procesos que han favorecido la diversificación de los sistemas biológicos a través del análisis de las teorías que explican su origen y evolución para que comprenda que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo”. Al interpretar a la evolución como el proceso por el que los sistemas biológicos cambian a través del tiempo y comprender que el resultado de éste, es la diversidad biológica, el estudiante se

reconocerá a sí mismo como parte de la naturaleza, por lo que valorará la importancia de conservar la diversidad biológica y las relaciones entre los sistemas biológicos y su ambiente; un efecto de este propósito será que el alumno comprenda que las actividades humanas impactan en la pérdida de la diversidad biológica. En consecuencia, alcanzar este propósito permitirá observar en el alumno una modificación en la conducta y apropiación de valores respecto a la biodiversidad a mediano y largo plazo.

El modelo educativo del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) promueve que los estudiantes “aprendan a aprender” de ahí que esta estrategia se base en el enfoque constructivista y en el modelo pedagógico sociocultural, ya que se busca que los estudiantes reconozcan la importancia de la biodiversidad y la relevancia de identificar, a partir de claves de identificación, para que conozcan las características de los grandes grupos que integran a los sistemas biológicos, así como su conservación.

Al analizar el Programa de Estudios Actualizado (2016) para Biología I y II del CCH, se observa que entre los contenidos a abordar en el primer semestre figuran dentro del eje temático: “Los niveles de organización”; esta temática sirve de pauta para situar al alumno, primero en la comprensión de lo que es un sistema vivo complejo y sus propiedades emergentes; segundo, en el objeto de estudio (niveles de organización biológica). Por lo anterior, en Biología II, el alumno sensibilizado en la temática retomará el nivel de especie como punto de partida para el estudio y la comprensión de la sistemática y la clasificación biológica. Estas dos ramas de la biología estimulan procesos como la observación, la elaboración de categorías, la formulación de preguntas respecto a la historia de los sistemas biológicos y sus relaciones de parentesco, etc. Sin embargo, para poder contestar a estas preguntas es necesario conocer las características que distinguen a los organismos, y que en consecuencia les permiten ser clasificados y comprendidos como una categoría taxonómica. En el estudio de la biodiversidad, se trabaja con especies, subespecies, géneros, familias etc., por lo que la estrategia propuesta, además, introduce al

estudiante en la interpretación de claves de identificación taxonómica, propicia habilidades como la manipulación de una colección biológica y la identificación hasta el nivel de familia, así como la interpretación y comunicación de resultados obtenidos.



# CAPÍTULO I



## ■ ■ ■ Planteamiento del problema y justificación

---

Identificación del problema. . . . .	6
Justificación. . . . .	9
Preguntas de investigación. . . . .	11
Objetivos. . . . .	11
Hipótesis. . . . .	12

## Identificación del problema

Los puntos de vista actuales sobre la naturaleza de la biodiversidad en términos científicos se conciben en tres niveles relacionados: variedad de especies, variabilidad genética, variedad de hábitats que sustentan las comunidades, diversidad de ecosistemas (UICN, 1994) y también se considera la variabilidad funcional de los organismos de una especie<sup>1</sup>. Los distintos tipos de sistemas vivos que pueblan nuestro planeta son resultado de un proceso de evolución y diversificación unido a la extinción de millones de especies, sin embargo, la tarea de cuantificar la biodiversidad en su totalidad es limitada, existen estimaciones indirectas e inciertas. Mora *et al.* (2011) coinciden en que, a nivel global, la mejor aproximación del número total de especies en la tierra oscila entre 3 y 100 millones. Estos mismos autores utilizan un método para estimar, en función de las especies catalogadas (hasta el 2011), la cantidad de especies que pueden existir en la Tierra; por ejemplo la cantidad de especies catalogadas para el Reino Animal es de 953,434 por lo que ellos predicen que existen 7,770,000 especies; en el Reino Plantae hasta el momento hay catalogadas 215,644 y la predicción es de 298,000; en el Reino Fungi hay 43,271 y se predicen 611,000; para el Reino Protozoa hay 8,118 y se predicen 36,400, en el Reino Chromista 13,033 y se predicen 27,500. Para los dominios Archea, las especies catalogadas son 502 y para Bacteria 10,860 especies, al contrario de los Reinos, la predicción es hacia una disminución de especies, por lo tanto, se predicen 455 para Archea y 9680 para Bacteria. Hasta el momento las especies catalogadas hacen un total de 1,244,360 especies. Pero continuamente se sumarán nuevas especies al catálogo, así que posiblemente sean muchas más. Así, para Carrillo (2004), el catálogo estará entre 10 y 20 millones

---

<sup>1</sup> La diversidad funcional tiene el potencial de esclarecer muchos de los patrones que se han observado en las comunidades; los rasgos funcionales que mejor describen la función de los organismos en los ecosistemas son: la equitatividad, la divergencia y la especialización. Una de las aplicaciones más importantes de la diversidad funcional en la teoría ecológica de comunidades consiste en poner a prueba las reglas de ensamblaje a diferentes escalas espaciales y temporales. La diversidad funcional responde a cómo se relacionan la diversidad, la estructura de las comunidades y el funcionamiento de los ecosistemas. (Cordoba-Tapia y Zambrano, 2015).

mientras que para los autores Mora *et al.* (2011), la predicción será de 8,750,000 especies en la tierra.

El concepto de biodiversidad implica comprender que el origen y evolución de los sistemas vivos ha producido una gran diversidad biológica. Parte de la cual existe en la época actual. En particular, en el programa de estudios actualizados (PEA) de 2016 de Biología II, en la Unidad 1 (¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas biológicos?), la temática 3 “Diversidad de los sistemas biológicos”, **propone el aprendizaje: “Conoce los criterios utilizados para clasificar a los sistemas biológicos en cinco reinos y tres dominios”**. Abordar esta temática en el aula, representa un gran potencial, ya que implica, primero comprender el concepto de biodiversidad como el resultado del proceso evolutivo de los sistemas biológicos, pero también es preciso no dejar de lado, el impacto humano que afecta la biodiversidad, es decir, comprender la biodiversidad en el aula es también considerar la protección a la biodiversidad y el uso sostenible de las fuentes naturales.

Varios autores consideran la enseñanza de la biodiversidad como un desafío, por ejemplo, para Gayford (2000) es controversial, pues debe ser comprendida desde diferentes perspectivas<sup>2</sup>, y no como comúnmente se aborda, desde un currículo generalmente dividido en compartimentos en disciplinas separadas y enseñado desde una perspectiva reduccionista. Para este autor, una motivación para enseñar biodiversidad en el aula es que puede ser un instrumento para lograr un comportamiento ambientalmente apropiado, que sea observable en los cambios de comportamiento de los estudiantes.

---

<sup>2</sup> El estudio y la práctica de la biología de la conservación son intrínsecamente interdisciplinarios, se enmarcan en diferentes escalas de tiempo y ocurren dentro de complejas interfaces humano-naturales. Los zoológicos y acuarios, en asociación con investigadores, otras organizaciones no gubernamentales, el gobierno, la industria y los **educadores**, están combinando el conocimiento de las especies y los ecosistemas con otras áreas del conocimiento como la economía, la psicología y las leyes para crear soluciones para conservar la biodiversidad (Hoban y Vernesi, 2012).

Para lograr potencializar la enseñanza de la biodiversidad, se requiere que los estudiantes “Identifiquen el concepto de especie y su importancia en la comprensión de la diversidad biológica”, así podrán “conocer los criterios utilizados para la clasificación de los sistemas biológicos en cinco reinos y tres dominios”, tal como se estipula en el PEA de Biología I y II (2016). Es importante mencionar que los aprendizajes van ligados unos a otros, este andamiaje permite reconocer una estructura de profundidad en la construcción del conocimiento que los estudiantes deben lograr a través de las asignaturas de Biología.

### **Ubicación de la estrategia didáctica en el PEA de biología II (2016)**

En particular, esta propuesta didáctica se enmarca en el logro del siguiente aprendizaje:

- **“Conoce los criterios utilizados para clasificar a los sistemas biológicos en cinco reinos y tres dominios”.**

La Unidad 1 de Biología II plantea la pregunta: ¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas biológicos? y tiene el propósito de que el alumno: “Identifique los procesos que han favorecido la diversificación de los sistemas biológicos a través del análisis de las teorías que explican su origen y evolución para que comprenda que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo”. Este aprendizaje forma parte de la **temática 3**: “Diversidad de los sistemas biológicos”. Previo al abordaje de esta temática los estudiantes ya están relacionados con:

#### **Temática 1: Origen de los sistemas biológicos**

- Explicaciones acerca del origen de la vida
- Teoría quimiosintética
- Modelos precelulares
- Teoría de la endosimbiosis

## **Temática 2: Evolución biológica**

- Aportaciones de las teorías al pensamiento evolutivo
- Escala del tiempo geológico
- Evidencias de la evolución
- Especie biológica

Por lo anterior, una vez que los estudiantes han abordado las temáticas previas, se requiere de una estrategia didáctica que permita integrar lo aprendido y hacer significativa la forma en la que se puede estudiar a los sistemas vivos, producto de una historia evolutiva, no sin antes comprender que se pueden nombrar como especies y que se pueden clasificar para contribuir al conocimiento de la biodiversidad, es decir, contribuir a la integración de un inventario de biodiversidad.

## **Justificación**

Las colecciones biológicas son depósitos de la biodiversidad de un grupo específico o de una región particular. Su utilidad va más allá del conocimiento científico. Al igual que los museos o bibliotecas poseen información sobre la diversidad biológica de un tiempo y lugar en particular (Simmons y Muñoz-Saba, 2005).

La historia de las colecciones más antiguas registradas se remonta a los Chinchorros, habitantes del norte del Chile; hace por lo menos 7.000 años, este pueblo realizó momificación artificial de grupos de familiares reales o consanguíneos preparados en un patrón funerario con un extraordinario conocimiento de anatomía humana (Vera, 1981). Existen registros para Egipto desde hace 5.000 años en las que además de preservar humanos, también lo hicieron con animales como peces, cocodrilos, gatos, aves, lagartijas y culebras (Simmons y Muñoz-Saba, 2005).

En el CCH, en particular en el plantel Oriente, se llevó a cabo la adquisición de peces en el mercado de la Nueva Viga en el año 2012, lo que permitió contar con material biológico, integrarlo a una colección biológica de peces y con este

recurso, fue posible diseñar en un primer momento una secuencia didáctica<sup>3</sup> (Luna *et al.*, 2013), que apoyó los contenidos y aprendizajes del PEA (2003), con la cual los estudiantes pusieron en práctica los conocimientos adquiridos para vivir la experiencia de manipular organismos de la colección biológica, ya que las colecciones de elementos naturales no son un componente habitual en los laboratorios de ciencias. Por lo tanto, esta propuesta plantea el diseño e implementación de una estrategia didáctica<sup>4</sup> acorde con el PEA (2016) de Biología II, que incluye el uso de la colección biológica de peces (previamente integrada) y de una clave de identificación taxonómica hasta el nivel de familia para la identificación de estos organismos; con base en la secuencia didáctica utilizada en 2013 y que apoyó al PEA de Biología II del 2003.

Esta estrategia didáctica (PEA 2016), permite que los estudiantes logren identificar y clasificar a estos organismos a través del reconocimiento de estructuras morfológicas y funcionales, y los ubiquen en una categoría taxonómica. Esto contribuye a que se logre el aprendizaje: “conozca los criterios utilizados para la clasificación de los sistemas biológicos en cinco reinos y tres dominios”; propuesto en el PEA (2016) de Biología II.

---

<sup>3</sup> SECUENCIA DIDÁCTICA. RUBRO I-B. Es la serie de actividades que con un progresivo nivel de complejidad desarrollan los estudiantes auxiliados por el profesor, con el propósito de llegar a un aprendizaje determinado. (Protocolo de equivalencias 3ª. versión, 2008).

<sup>4</sup> ESTRATEGIA DIDÁCTICA. RUBRO I-B.

Es el conjunto estructurado de elementos que se planean para guiar las actividades del profesor y de los estudiantes para el logro de los aprendizajes, a partir de los propósitos generales del curso, señalados en los programas vigentes. Por su naturaleza, la estrategia didáctica debe ser flexible e incluir los siguientes elementos: a) aprendizajes, b) procedimientos, técnicas, actividades o tareas, c) recursos y materiales didácticos, d) sugerencias de evaluación. Los elementos deben mantener una vinculación coherente entre ellos y con el método de trabajo en el que se enmarca el área de conocimientos correspondiente. Tendrá que incluir ejemplos de su aplicación. En caso de ser interactiva debe utilizar un *software* de preferencia de uso libre para presentarse en línea o para usarse en el pizarrón electrónico. (Protocolo de equivalencias 3ª. versión, 2008).

## Preguntas de investigación

La estrategia didáctica permitirá el desarrollo de habilidades en los estudiantes, como la observación, la comparación, el registro de datos, la lectura e interpretación de claves de identificación taxonómica. Así también, la colección biológica de peces es un complemento inmersivo, con la que los estudiantes, al estar en contacto y trabajar con ella les permitirá aplicar en lo real, lo aprendido de forma teórica y conceptual. Con el manejo de la colección de peces incluida en la estrategia didáctica, se espera que contribuya, en los estudiantes, a adquirir actitudes y valores respecto a los sistemas biológicos, su biodiversidad y conservación. Por lo tanto, en este trabajo se plantean las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿La colección de peces permite la observación directa de la biodiversidad supraespecífica de un grupo particular de organismos?
2. ¿Los estudiantes se apropian de los aprendizajes a través de la estrategia didáctica que incluye el manejo de la colección biológica obteniendo un mejor desempeño a diferencia de los estudiantes que no incorporan la colección biológica en la estrategia didáctica?
3. ¿La estrategia didáctica propuesta es innovadora para los estudiantes y por lo tanto despierta motivación y curiosidad?

Por lo anterior, se proponen los siguientes objetivos de investigación:

## Objetivos

### Objetivo general:

Diseñar una estrategia didáctica para su implementación en estudiantes de nivel medio superior para la temática “Diversidad de los sistemas biológicos: Características generales de los dominios y reinos”, con base en la perspectiva constructivista, con la que el alumno logre aprendizajes significativos.

**Objetivos específicos:**

1. Diseñar y validar una estrategia didáctica, implementarla en diferentes grupos de estudiantes de Biología II en el CCH Oriente (grupos experimental y testigo), para lograr que el alumno conozca los criterios que se utilizan para clasificar a los sistemas biológicos en cinco reinos y tres dominios.
2. Integrar dentro de la estrategia didáctica, el uso una colección biológica de peces y su clave de identificación taxonómica a nivel de familia.
3. Diseñar un instrumento de validación para cuantificar los aprendizajes declarativos de la puesta en práctica de la estrategia didáctica.
4. Realizar un análisis estadístico (*t* de Student para muestras relacionadas) de los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento.
5. Evaluar el aprendizaje generado a partir de la estrategia didáctica.
6. Elaborar una encuesta que permita conocer la opinión respecto a la estrategia didáctica realizada por los estudiantes.

**Hipótesis**

1. Los estudiantes al estar en contacto y manejar especímenes de la colección de peces adquirirán habilidades de comparación, reconocimiento de estructuras morfológicas y funcionales, así como la capacidad de discriminación anatómica, mediante el uso de claves dicotómicas de identificación taxonómica para clasificar a los organismos a nivel de familia.
2. Con el uso de la colección biológica, los estudiantes podrán vivenciar a través de la estrategia didáctica los aprendizajes declarativos:
  - Criterios para clasificar a los sistemas biológicos en cinco reinos y tres dominios.
  - Comunicar de forma oral y escrita los resultados empleando un vocabulario científico.

- Reconocer la importancia del papel de la sistemática en la conservación de la biodiversidad.
- Mostrar una actitud favorable hacia el trabajo colaborativo.



## CAPÍTULO II

### Marco Teórico

---

Constructivismo. . . . .	14
La biología en el CCH. . . . .	16
Campos de conocimiento. . . . .	19
Enfoque disciplinario y didáctico del área de experimentales. . . . .	21
Concepción de aprendizaje . . . . .	22
La materia de biología en el perfil de egreso. . .	23
Enfoques de la materia de Biología . . . . .	24

## Constructivismo

Este trabajo centra sus objetivos desde la perspectiva constructivista, la cual es una corriente de la didáctica, que postula la necesidad de entregar al alumno herramientas que le permitan crear sus propios procedimientos para resolver una situación problemática, con el fin de que el conocimiento sea una auténtica construcción de nuevos saberes. Es decir, a partir de conocimientos previos, el docente guía al alumno para que logre construir conocimientos nuevos y significativos (Quijano, 2011).

Es difícil definir o explicar qué es el constructivismo de manera definitiva y absoluta, ello debido a que no existe unidad teórica al respecto (Páez, 2011). Para Coll (2000) el constructivismo es una convergencia de principios explicativos de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Existen tres posturas principales del constructivismo, el radical, el piagetiano y el social (Barreto *et al.*, 2006). Tabla 1.

Tabla 1. Autores y aportes a las posturas del constructivismo. Elaboración propia.

<b>Posturas del constructivismo. Aportes de Glaserfeld, Piaget y Vigotsky (Barreto <i>et al.</i>, 2006).</b>	
<b>Postura y representante</b>	<b>Principios</b>
Constructivismo Radical de Ernst Von Glaserfeld	El conocimiento no se recibe pasivamente ni a través de los sentidos ni por medio de la comunicación, sino que es construido activamente por el sujeto cognoscente.  La función de la cognición es adaptativa y sirve a la organización del mundo experiencial del sujeto.
Constructivismo Cognitivo de Jean Piaget	El conocimiento se asimila mediante las estructuras previamente construidas (cosmovisión personal).
Constructivismo Sociocognitivo de Lev Vigotsky	La persona no es producto del ambiente o un simple resultado de la herencia genética. La persona es una construcción propia de los aspectos cognitivos, sociales y afectivos del comportamiento.

A pesar de que existen diferencias, desde distintos puntos de vista se puede entender que mientras la corriente radical, habla del cómo construye el sujeto su conocimiento (de forma activa), las otras dos vertientes describen al sujeto como un ente social producto de su entorno sociocultural. Lo significativo del constructivismo es la relevancia que da a la actividad mental en la construcción y recreación del conocimiento en el individuo y en el contexto social, cultural, como elementos de importancia en la integración del conocimiento. De ahí que se caracteriza a esta convergencia porque el conocimiento se construye a partir de las ideas y esquemas previos del alumno, se produce un cambio conceptual y repercute en la estructura mental del sujeto, a partir de la construcción activa del nuevo concepto. El alumno confronta las ideas y preconceptos afines al concepto que se enseña y aplica el nuevo concepto a situaciones concretas y lo relaciona con aquellos previos a fin de ampliar su transferencia.

Una enseñanza mediante métodos tradicionales no satisface la apropiación de los aprendizajes por parte del alumno; generalmente implica actividades planificadas por parte del profesor especialista en su área curricular con una mínima o nula intención didáctica, la cual no incide en los aprendizajes esperados. Por lo que es menester del docente reconstruir su práctica docente, a fin de que proporcione al alumno, experiencias ricas en aprendizajes y además contextualizadas; su labor es la de diseñar ambientes de aprendizaje que propicien que el alumno sea un agente activo, autónomo, adaptado, colaborativo, constructivo, orientado a metas, diagnóstico, reflexivo y centrado en problemas y casos (Castillo, 2008).

Los principios rectores que guiaron el diseño, elaboración e implementación de la estrategia didáctica consideran que el conocimiento no es recibido pasivamente, por el contrario, se necesita que el alumno sea activo. De ahí que la incorporación del uso de la colección biológica de peces, como un recurso innovador, a la estrategia didáctica esta acorde con estos principios. Por otro lado, la experiencia entendida como la interacción con el entorno y por tanto todo hacer y sentir, de tal forma que permite conectar lo cognitivo y lo afectivo de manera

natural (Pérez-Ransanz, 2008) juegue un papel principal en el aprendizaje. Uno de los aprendizajes esperados es que el alumno sea capaz de manipular colecciones biológicas y seguir claves de identificación para que coadyuve a una construcción mental interna e interpretativa del aprendizaje a lograr.

## La biología en el CCH

El Plan de Estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, propuesto en 1971<sup>5</sup>, surge como una respuesta para combatir el enciclopedismo, se enfoca en proporcionar una preparación con énfasis en las materias básicas para la formación del estudiante que le permitan tener la vivencia y la experiencia de los métodos experimental e histórico, de las matemáticas, del español, de una lengua extranjera, y de una forma de expresión plástica. Del Plan y los Programas de Estudio de 1971 surge el Plan de Estudios de 1996; en éste, se precisaron formas de trabajo en el aula y se modificaron tanto la duración del horario de las clases, así como los turnos; se incorporaron los perfiles profesiográficos y se actualizaron los contenidos de los programas. En esta revisión se reiteran puntos esenciales de la concepción del plan de estudios y del proyecto educativo del Colegio, plasmado en el Modelo Educativo del Bachillerato del Colegio, como el de caracterizarse por ser un bachillerato universitario, propedéutico, general y único. Al concretarse el Plan de Estudios Actualizado (1996) y sus métodos de enseñanza, sus contenidos y organización "se orientaron a dotar al alumno de una cultura integral básica<sup>6</sup>, que al mismo tiempo que formar individuos críticos, creativos y útiles a su medio ambiente natural y social, los habilitara para seguir estudios superiores"<sup>7</sup>. Un bachillerato de cultura básica, en donde el alumno es sujeto de la cultura y de su propia educación.

---

<sup>5</sup> El 1 de febrero de 1971 se publica en la Gaceta Amarilla (Gaceta UNAM) número extraordinario se publica la creación del Colegio de Ciencias y Humanidades.

<sup>6</sup> La cultura que ofrece el CCH a los estudiantes es de carácter científico, en donde la cultura básica universitaria implica necesariamente una visión humanista de las ciencias de la naturaleza y una visión científica de los problemas del hombre y la sociedad (PEA, pág. 37).

<sup>7</sup> Plan de Estudios Actualizado, (Marco Normativo General), 1996, pág. 34.

De tal manera que el plan de estudios actualizado de 2016 (PEA 2016) y las actividades que lo rigen están orientadas a facilitar a los estudiantes a que aprendan cómo se aprende.

Así, el Plan de Estudios Actualizado de 1996 tiene soporte en el Modelo Educativo del Bachillerato del Colegio, el cual le confiere identidad a este bachillerato al colaborar con el desarrollo de la personalidad de los estudiantes, atendiendo no solo la transmisión de conocimientos, sino además el desarrollo de habilidades, actitudes y valores para su formación intelectual ética y social, promoviendo la inserción satisfactoria en los estudios superiores y/o en la vida social (PEA, 1996).

Por lo anterior, la comunidad del Colegio toma como grandes orientaciones de su quehacer educativo (Figura 1) las siguientes directrices (PEA, 1996).

"Capacidad de juzgar acerca

"Apropiación de una

ende relativa"

"Adquisición de

"Atender a la formación del

Figura 1. Formulaciones comunitarias acerca del Bachillerato del Colegio. Elaboración propia.

Posteriormente, en 2001, se inicia otra transformación; ésta se limitó a un ajuste de los programas de 1er. a 4to. semestre del Plan de 1996, y en 2003 se inicia para las materias de 5to. y 6to. semestre<sup>8</sup>, la cual se concretó en 2004. En esta revisión y ajuste, el eje fundamental de la modificación de los programas fueron los aprendizajes<sup>9</sup>.

"Para poner el aprendizaje en el centro, por ejemplo, se requiere que los profesores, cada uno de los cuales es posiblemente un especialista en la enseñanza de su disciplina, acepten en su acto docente que no es la disciplina por sí misma y por los valores que encierra, lo que determina su enseñanza, sino la necesidad que de aquélla tienen hoy y, sobre todo, tendrán los estudiantes cuando en su próxima y juvenil adultez deberán recurrir a todos los instrumentos del conocimiento y la acción para hacer frente a un mundo que ni es como fue ni será necesariamente dócil a la razón y a la cultura. De esta opción y en este cruce de caminos se parte hacia la enciclopedia o hacia la cultura básica. Tengo entendido que el Colegio sigue optando por la segunda". (Dr. José de Jesús Bazán Levy, Memorias, 2002).

En 2006, con la finalidad de contribuir a mejorar la comprensión y aplicación de los programas de estudio, así como su revisión y actualización, el Consejo Técnico del Colegio aprobó el documento "Orientación y Sentido de las Áreas del Plan de Estudios Actualizado". En este documento, se "proponen concepciones, formas de trabajo y métodos convenientes para el Colegio, y representa un valioso material de apoyo para la planeación de cursos y evaluación de resultados".<sup>10</sup>

Para dar continuidad a la revisión y actualización de los programas se plantea en el Plan General de Desarrollo 2006–2010 del Colegio, el objetivo de llevar a cabo tareas de revisión y ajuste de los programas de estudio y los componentes del modelo curricular. Dichas acciones culminaron con la publicación de un diagnóstico institucional<sup>11</sup> en 2013.

---

<sup>8</sup> Memorias: 2001, 2002, 2004, 2006. Disponibles en línea en: <http://www.planeacion.unam.mx/Memoria/>

<sup>9</sup> Memoria 2002, disponible en línea en: <http://www.planeacion.unam.mx/Memoria/2002/pdf/en-cch.pdf>

<sup>10</sup> Memoria 2006, disponible en línea en: <http://www.planeacion.unam.mx/Memoria/2006/pdf/en-cch.pdf>

<sup>11</sup> "El presente diagnóstico institucional para la revisión curricular muestra el estado actual del Colegio de Ciencias y Humanidades en varios aspectos, como son el que concierne a los estudiantes, a los maestros y a

Uno de los ejes planteado en el Plan General de Desarrollo 2010–2014 fue el fortalecimiento de la Docencia, que tenía por objetivo dar continuidad a la revisión del Plan y los Programas de Estudio, que permitieran renovar la docencia y el logro de aprendizajes de calidad por los estudiantes (Plan General de Desarrollo 2010-2014). Con esta finalidad, se llevaron a cabo diagnósticos (institucional y por áreas), por lo que se elaboró una propuesta de Actualización del Plan de Estudios.

Teniendo como base que "los programas de estudio son la expresión concreta de las aspiraciones de un plan de estudios y corresponden a la organización y articulación entre el ideal del alumno que egresará y lo que se espera que ocurra en el aula. En ese tenor, un programa de estudio se convierte en un instrumento que dirige y orienta la labor docente y el aprendizaje"<sup>12</sup>. Esta actualización comprende las relaciones entre las asignaturas, el enfoque disciplinario de las materias, las concepciones de la enseñanza y el aprendizaje, y su contribución al perfil del egresado. Misma, que concluyó en 2016 con la implementación del PEA para Biología I y II.

## **Campos de conocimiento**

El Modelo Educativo del Bachillerato del Colegio "se sustenta en un paradigma ajeno a una educación tradicional, memorística y enciclopédica con exceso de contenidos de aprendizaje, centrada en el profesor y con un alumno altamente dependiente"<sup>13</sup>. Es la concepción del proyecto educativo conformado en cuatro ejes estructurales que son la noción de cultura básica, el rol del alumno en el proceso de aprendizaje, el papel del profesor como orientador del aprendizaje y la organización académica por áreas.

---

ciertas instancias académicas y administrativas que coadyuvan al funcionamiento de la Institución. Asimismo, esta investigación aporta datos precisos sobre el cumplimiento de su misión educativa, formando jóvenes universitarios que, a lo largo de cuarenta años, han aprendido a aprender, a hacer y a ser". (<http://www.cch.unam.mx/revcurricular>).

<sup>12</sup> Propuesta de la Comisión Especial Examinadora a partir del Documento Base para la Actualización del Plan de Estudios. Mayo, 2013. pág. 55.

<sup>13</sup> Propuesta de la Comisión Especial Examinadora a partir del Documento Base para la Actualización del Plan de Estudios. Mayo, 2013. pág. 14.

Cada una de las áreas presenta tres elementos estructurales: 1) actitudes y valores científicos y humanísticos, 2) habilidades intelectuales y 3) la información disciplinaria (PEA,1996); estos tres elementos siguen vigentes. El reconocimiento de las cuatro áreas o grandes campos del conocimiento humano (ligado a la selección de los contenidos esenciales de la enseñanza) y la interdisciplina dan soporte a la noción de un bachillerato de cultura básica<sup>14</sup>, que permita al estudiante "apresar los fenómenos observables concernientes a su dominio de estudios, así como transformar los resultados de su observación en datos pertinentes al problema que investiga.

Entonces, al alumno así formado podrá adquirir habilidades de trabajo intelectual generales y propias de los distintos campos del saber, aptitudes de reflexión sistemática metódica y rigurosa" (Orientación y Sentido de las Áreas del PEA, 2006).

Asimismo, se debe tomar en cuenta que el Área de Ciencias Experimentales<sup>15</sup> (ACE) de Física, Química, Biología, Ciencias de la Salud y Psicología, tiene cinco consideraciones estructurales, a saber: 1) el surgimiento de la ciencia como una necesidad del ser humano para explicar lógicamente y racionalmente los fenómenos naturales, 2) su naturaleza, es decir, el conocimiento científico es el resultado de una actividad humana de carácter social, 3) por lo que se construye a través de teorías, conjeturas, refutaciones, de esta manera avanza la ciencia; 4) el desarrollo de las ciencias en relación al desarrollo de la tecnología y por último, 5) concibe a la ciencias como parte integral de la cultura, como un producto de ésta que contribuye a su vez a la generación de una alfabetización y cultura científica.

La función educativa del ACE está encaminada a "proporcionar a los estudiantes los elementos que lleven a conformar la parte de la cultura que corresponde al conocimiento científico y tecnológico", el logro de esta cultura básica en los estudiantes implica la incorporación de conocimientos, el desarrollo de

---

<sup>14</sup> Orientación y Sentido de las Áreas del PEA, apartado Justificación Académica de las Áreas. Pág.8.

<sup>15</sup> El plan de estudios del Bachillerato del Colegio está integrado por cuatro Áreas a saber: Área de matemáticas, de Ciencias Experimentales, Histórico-social y de Talleres de Lenguaje y Comunicación.

habilidades intelectuales, actitudes y valores que favorezcan una interpretación lógica, racional de los fenómenos (Orientación y Sentido de las Áreas del PEA, 2006).

## **Enfoque disciplinario y didáctico del área de las ciencias experimentales**

Las materias que conforman el ACE son de carácter propedéutico, general y único del bachillerato del Colegio, atienden el aprendizaje de conocimientos básicos y habilidades intelectuales, así como otros aspectos de formación humana. Por esta razón están dirigidas desde dos aspectos importantes, el de la disciplina y el didáctico pedagógico. El enfoque disciplinario que subyace en el Modelo Educativo del Colegio concibe a los conocimientos científicos como un cuerpo teórico producto de la construcción intelectual interdisciplinaria y de los valores culturales. Esta concepción es fundamental para la definición de los alcances de los aprendizajes de las ciencias. Además, desde este enfoque la introducción de los escenarios histórico y social, así como el del desarrollo tecnológico son imprescindibles ya que conectan los conocimientos científicos con las controversias sociales y ambientales. Desde esta visión los estudiantes "comprenderán que la ciencia está en un proceso constante de reestructuración y se vincula a los avances tecnológicos", de ahí que la enseñanza de las ciencias en el Colegio logre, además, una "educación para la participación ciudadana en la toma de decisiones".

Por su parte el enfoque didáctico plantea a los aprendizajes como el eje organizativo de la enseñanza de las disciplinas que conforman el ACE. Se parte de la concepción de que "el aprendizaje es un proceso de construcción gradual y continuo mediante el cual los estudiantes conocen, comprenden y actúan; que aprender es una cuestión de aproximación, de interés, de confrontación, de interconexión, de permanente cuestionamiento y que debe existir interacción entre el sujeto y objeto de conocimiento". Por lo que, desde este enfoque, y con la finalidad de facilitar en los estudiantes la construcción del aprendizaje es importante el diseño, implementación de estrategias que promuevan el aprendizaje

significativo<sup>16</sup>. Mismas que se estructuraran en tres momentos: apertura, desarrollo y cierre; estrategias que permitan que el estudiante aprenda a aprender, aprenda a hacer, aprenda a ser y aprenda a convivir. Los contenidos que se abordarán en las estrategias didácticas, por su parte, tendrán que estar contextualizados (marco social donde los conocimientos científicos se construyen), proveer de significado (permitir que se construya una representación conceptual más elaborada que el antecedente) y además ser contrastados (conexiones con otros conocimientos científicos). El ACE mantiene una unidad, las materias que la conforman tienen características propias (teorías, leyes, lenguaje) y elementos que las vinculan. Los contenidos de cada una de las materias de forma general se agrupan en sistemas conceptuales (principios, conceptos, teorías y leyes) y son propios de cada una de las materias, procedimentales y actitudinales (los comparten todas las materias).

## Concepción de aprendizaje

La concepción de aprendizaje en el CCH tiene una doble dimensión, la primera orientada por el conocimiento de las ciencias y las humanidades, lo que conforma la cultura universitaria que debe adquirirse en el bachillerato; la segunda por el sentido que dicho aprendizaje tiene para el entorno social. Desde la primera dimensión, la noción de aprendizaje que se adopta es la de un proceso de construcción dinámico, en la cual los estudiantes parten de conocimientos previos; por ello, se privilegia la formación más que la acumulación de conocimientos. La adquisición del conocimiento, desde esta perspectiva, es un proceso reflexivo que permite que lo que se aprendió pueda ser utilizado de manera flexible en el ámbito académico y fuera de él. Por otro lado, desde la perspectiva de la segunda dimensión del aprendizaje social, "el proceso educativo deriva primeramente del sentido que globalmente tienen el estudio de las ciencias y las humanidades: el valor de la verdad, la justicia y lo bello". Por lo anterior, el CCH aspira a que "los aprendizajes adquiridos por los estudiantes les permitan insertarse y accionar en un

---

<sup>16</sup> Aprendizaje significativo posibilita la adquisición de grandes cuerpos integrados de conocimiento que tengan sentido y relación (Díaz-Barriga y Hernández, 2010).

contexto social cada vez más complejo y cambiante". De esta forma, se estima que el proceso educativo es un medio transformador de las cosmovisiones del ser humano inmerso en una sociedad concreta.<sup>17</sup>

## La materia de Biología en el perfil de egreso

La materia de Biología comprende cuatro asignaturas (I-IV), las asignaturas de Biología I y II son de carácter obligatorio y se cursan en el 3er. y 4to. semestre; mientras que las asignaturas de Biología III y IV son de carácter optativo y se cursan en el 5to. y 6to. semestre. La materia aporta al perfil del egresado conceptos, habilidades y actitudes que "contribuyan a que el estudiante mejore su interpretación del mundo, incremente su madurez intelectual y desarrolle estrategias de aprendizaje". De tal manera que el estudiante:

- Comprenda la naturaleza, sus cambios y los principios que las explican sabiendo que no son verdades acabadas.
- Adquiera una visión de la ciencia coherente con la cultura de nuestra época, sin posturas dogmáticas, relacionando el conocimiento científico con el contexto histórico y social.
- Se interese en la ciencia y valore el desarrollo científico y tecnológico, y las relaciones con las problemáticas del país.
- Desarrolle una ética de responsabilidad y compromiso de la naturaleza y la humanidad.
- Desarrolle habilidades académicas para lograr un pensamiento flexible, creativo y crítico.
- Desarrolle una valoración objetiva de sus capacidades, alcances y perspectivas, orientadas al crecimiento de su autoestima.

---

<sup>17</sup> Propuesta de la Comisión Especial Examinadora a partir del Documento Base para la Actualización del Plan de Estudios. Mayo, 2003.

- Logre una mejor comunicación oral y escrita, lea y comprenda la literatura científica y la de divulgación de la ciencia<sup>18</sup>.

## Enfoques de la materia de Biología

Al igual que el Área de Ciencias Experimentales, la materia de Biología tiene una perspectiva, es decir, la manera de tratar los temas para organizarlos y darles coherencia como cuerpo de conocimientos. Desde esta perspectiva se propone una metodología para abordar los contenidos, de tal manera que los estudiantes puedan apropiarse de ellos; así como de habilidades, actitudes y valores en la conformación de su cultura básica.

En cuanto a la estructura de los temas, la organización y la coherencia, el enfoque disciplinario propone el estudio integral de los sistemas vivos, basado en cuatro ejes fundamentales: 1) el pensamiento evolucionista; este eje da coherencia al estudio de la vida (como escribió Theodosius Dobzhansky: "Nada en Biología tiene sentido sino es a la luz de la evolución"<sup>19</sup>) de forma integradora, 2) el análisis histórico; aporta una visión amplia de la actividad científica, para contribuir al análisis de conceptos y teorías, tomando en cuenta el momento social, económico, cultural en el que se establecieron, 3) la relación sociedad-ciencia-tecnología-ambiente; permite llevar al estudiante a desarrollar una actitud reflexiva, una postura ética y ser responsable ante las necesidades y problemas que se presentan en la sociedad; por último, 4) el eje sistémico el cual reconoce a los sistemas biológicos como entidades complejas y cómo sus componentes interactúan entre sí de manera dinámica; este eje, permite una comprensión integral de los sistemas biológicos, como sistemas complejos que se estructuran entre sí y poseen propiedades emergentes. La secuenciación de las temáticas en los programas de Biología I y II se basa en estos cuatro ejes.

---

<sup>18</sup> Orientación y Sentido de las Áreas. Contribuciones al perfil del egresado, 2005. Disponible en línea en: <https://www.cch.unam.mx/actualizacion/newdocumentos/>

<sup>19</sup> Strickberger (1993). Evolución Dobzhansky T. *et al.* Evolución. Barcelona.

El enfoque didáctico (formas de enseñanza) plantea la utilización de estrategias educativas que promuevan el desarrollo de habilidades para la búsqueda, selección y discriminación de la información, a partir de diversas fuentes; para que el alumno reflexione acerca de la misma y emita juicios de forma reflexiva. Con el diseño de estrategias adecuadas se podrá dirigir a los estudiantes a la construcción de su propio conocimiento de forma gradual y continua, manteniéndolo como el sujeto principal del proceso enseñanza-aprendizaje y al docente como mediador y guía.



## CAPÍTULO III

### La enseñanza de la taxonomía

---

Desempeños y conocimientos fundamentales. .	26
La enseñanza de la taxonomía en el CCH. . . . .	31
Un poco de historia de los cinco reinos y tres dominios . . . . .	35
Algunos ejemplos de estrategias didácticas para la enseñanza de la taxonomía . . . . .	40

A continuación, se presenta una descripción de los desempeños y conocimientos fundamentales que han marcado la pauta en la enseñanza de la biología en el bachillerato de la UNAM, así como el lugar que ha ocupado la taxonomía en el marco de estas orientaciones que han determinado la labor docente en el nivel medio superior de la UNAM. Posteriormente, se ubica a la clasificación de los cinco reinos y los tres dominios en el contexto histórico, su desarrollo; y cómo estos cambios han determinado su enseñanza. Por último, se describen algunos ejemplos de la enseñanza de la clasificación taxonómica en el nivel medio superior.

## “Desempeños” y “conocimientos fundamentales”

A finales de los 90, se impulsó un movimiento de reforma que destacó “la identificación y definición explícita de los aprendizajes concretos a los que debe orientarse la educación del nivel medio superior en varios países. Ejemplo de ello fue la determinación de los Contenidos Básicos Comunes de la Educación Polimodal en Argentina, los Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Media en Chile, las Enseñanzas Mínimas del Bachillerato en España, los Estándares Educativos Nacionales en los Estados Unidos, y las reformas curriculares en Canadá y en Perú” (NCFB, 2001).

En la UNAM, y por nuestro carácter autónomo (Art 3ro, fracción VII), ante la responsabilidad de determinar los planes y programas, y dar cumplimiento a la función de fortalecer el bachillerato de la UNAM, se iniciaron trabajos para definir el **Núcleo de Conocimientos y Formación Básicos que debe proporcionar el Bachillerato** (NCFB) en 1998, este documento fue aprobado en noviembre de 2001<sup>20</sup> por el Consejo Académico del Bachillerato. En él, se “plantean los conocimientos, habilidades, valores y actitudes de mayor pertinencia y relevancia para el logro de los perfiles de egreso tanto de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) como del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH); así como el escenario deseable para los alumnos contenido en las Políticas Académicas Generales para

---

<sup>20</sup> [http://www.cab.unam.mx/nucleo\\_con/nucleoa.html](http://www.cab.unam.mx/nucleo_con/nucleoa.html)

el Fortalecimiento del Bachillerato, emitidas por el Consejo Académico del Bachillerato (CAB) en 1997. Órgano que tiene entre sus funciones “coadyuvar a la definición de los objetivos educativos y de los conocimientos y formación básicos que debe proporcionar este nivel de la UNAM, es decir, determinar los aprendizajes esenciales para los alumnos de las dos Escuelas Nacionales de Bachillerato de la UNAM. (Conocimientos fundamentales para la Enseñanza Media Superior, 2001).

El Núcleo de Conocimientos y Formación Básicos que debe proporcionar el Bachillerato de la UNAM (2001) tiene su fundamento en los **desempeños**:

“Los desempeños se refieren a los principios biológicos que son imprescindibles no sólo para que el alumno se comprenda mejor a sí mismo y al mundo en que vive, sino para que pueda desenvolverse en una sociedad cada vez más impregnada por el conocimiento y los productos provenientes de la biología, y posibilitarle una participación ciudadana más responsable, y despertar en él el asombro y respeto por la vida.”

Además de contribuir a la elaboración de una interpretación racional de los fenómenos naturales, los desempeños promueven el contacto del alumno con el razonamiento, los procedimientos, la ética y la interpretación de los resultados de la investigación desde la perspectiva biológica, proporcionando una base para analizar y valorar algunos desarrollos y aplicaciones tecnológicas de especial relevancia personal y social.

Se describen 6 desempeños generales correspondientes a la asignatura de Biología:

1. Acerca de la biología y los sistemas biológicos
2. Química de la vida
3. Células
4. Reproducción y herencia
- 5. Evolución y diversidad**
6. Ecología

A su vez, cada uno de los desempeños se subdivide. En particular, destaco los desempeños el apartado 5. Evolución y diversidad, por estar relacionados con el aprendizaje que se desarrolla en esta tesis; este apartado contiene al “**5.3 Diversidad biológica**” el cual, describe los desempeños propedéuticos siguientes:

**5.3.3** Identifica las principales características y ejemplifica los organismos más representativos de los cinco reinos de la clasificación propuesta por Whittaker.

**5.3.4** Identifica los principales criterios de clasificación de los organismos: semejanzas estructurales, moleculares y de evolución.

**5.3.5** Identifica a la especie como el nivel básico para la clasificación de los organismos.

**5.3.6** Reconoce la aportación de Linneo para la clasificación de los organismos y la nomenclatura científica.

Posteriormente, se dio un nuevo impulso a la definición de aprendizajes disciplinarios propios de un bachillerato universitario formativo y propedéutico. Para ello, se tomaron en cuenta observaciones sobre el NCFB, además de actualizar y reducir el número de sus contenidos, y ampliar la participación de los otros niveles educativos de la UNAM. El resultado fue una nueva propuesta: “**Conocimientos Fundamentales para la Enseñanza Media Superior. Una propuesta de la UNAM para su bachillerato**”, este documento fue elaborado por grupos de académicos de licenciatura, posgrado y bachillerato, “incluye los conocimientos que, son indispensables para que los alumnos se sumen como personas responsables a la sociedad, además de brindarles una formación más acorde con la que requiere la licenciatura”, y este documento se aprobó en 2006, por el Consejo Académico del Bachillerato (CFEMS, 2008).

En el documento “Conocimientos Fundamentales para la Enseñanza Media Superior. Una propuesta de la UNAM para su bachillerato”, el planteamiento es diferente al Núcleo de Conocimientos y Formación Básicos que debe proporcionar el Bachillerato de la UNAM (2001) (el cual se fundamenta en los **desempeños**); de

inicio reconoce una enseñanza de una biología integral, reconoce a los sistemas vivos como sistemas complejos, es decir, introduce el pensamiento complejo, con las interacciones de los elementos que constituyen a un sistema y “sus propiedades emergentes entre las que figuran **patrones** genéticos, **taxonómicos** y ecológicos y propiedades derivadas de los principios que los unifican”. Desde el punto de vista metodológico, el documento recomienda abordar los contenidos mediante:

“... situaciones o problemas cotidianos cercanos a la realidad de los alumnos, de modo que relacionen lo aprendido con situaciones del mundo real, con el entorno y con la sociedad. Por medio del desarrollo de las actividades de enseñanza y aprendizaje debe propiciarse que el alumno tenga un papel activo durante el cual se favorezca la construcción de conocimiento.

Por último, debido a que la biología es una ciencia diversificada que tiene diferentes objetos de estudio y, por lo tanto, diferentes enfoques metodológicos, para abordarlos es conveniente que en su enseñanza se contemple llevar a cabo experiencias de aprendizaje que incluyan la aplicación de algunos de los métodos utilizados en el campo de la biología, como el experimental y el descriptivo, entre otros, lo cual favorecerá que los alumnos obtengan una visión más completa de esta disciplina.”

Desde este enfoque se plantean seis temas centrales de la Biología:

1. La biología como ciencia
2. Biología celular, molecular y bioquímica
3. Genética
4. Evolución
5. Ecología
6. Biología y sociedad

Sin embargo, en ninguno de los temas centrales propuestos en el CFEMS (2008), se hace referencia específicamente a la clasificación taxonómica y su relación con la biodiversidad, como se planteaba en el NCFB (2001).

El CFEMS, plantea que:

“Los conocimientos fundamentales de biología que todo estudiante debe adquirir en sus estudios de bachillerato tienen relación con aspectos actuales de nuestra sociedad, tales como los organismos transgénicos, las células troncales, la clonación, el desarrollo sostenible, la contaminación, la biodiversidad, el genoma, la reproducción asistida, el análisis molecular, la educación ambiental y el cambio climático, entre otros. Así, los grandes temas de la biología que se proponen incluyen tanto los temas clásicos como aspectos actuales de esta ciencia y su relación con la sociedad, que ayudan a comprender las implicaciones legales, médicas o sociales que derivan del conocimiento de la biología.”

Si bien, este último documento apuntala a una construcción de una cultura básica, en la que el alumno es el protagonista de la construcción de sus aprendizajes, y en donde se requiere que sea reflexivo y crítico ante estos aspectos actuales de nuestra sociedad, que son moldeados por los avances tecnológicos en las ciencias naturales; se deja lado o se diluye en los temas centrales de la biología que plantean este documento, temáticas que tienen que ver con la identificación de las especies. Asunto no menos importante y necesario, ante la urgencia de trabajar, delimitar y reconocer a las especies como objetos de estudio en estos temas centrales.

Cabe señalar que en el CFEMS se trata de participar en la formación de estudiantes aportando conocimientos disciplinarios con una visión evolucionista que muestra la interrelación que existe entre los temas centrales y propicia el acercamiento con otras disciplinas, lo cual fomenta el desarrollo de la capacidad de análisis crítico y una serie de habilidades para mantenerse al día en los

avances de la disciplina; también considera la relación entre los diferentes niveles educativos, por lo que, además de aportar una cultura general de la disciplina, permite aportar elementos para proseguir estudios de licenciatura y posgrado.

Por lo anterior, las comisiones de académicos que han propuesto y reestructurado los nuevos programas de estudio se han visto envueltos en diferentes situaciones; que los ha llevado a una especie de hermeneútica analógica, y ha permitido la construcción de los nuevos aprendizajes plasmados en los PEA, con base en la estructura de estos documentos (NCFB, 2001 y CFEMS, 2008) que en el Colegio de Ciencias y Humanidades han sido un referente.

## **La enseñanza de la taxonomía en el CCH**

La taxonomía, la identificación, la denominación y la clasificación de los sistemas vivos son elementos indispensables en cualquier plan de estudios de biología y, de hecho, una parte integral de las ciencias biológicas. La taxonomía es un campo especialmente dinámico; nuevos datos moleculares principalmente secuencias de DNA, están disponibles para un número cada vez mayor de organismos y ofrecen desde un aspecto metodológico una forma de cuantificar la similitud genética. Por lo que, con datos de secuencias de DNA, datos morfológicos, bioquímicos, entre otros; los científicos se esfuerzan por construir relaciones de parentesco entre los organismos. Así, los sistemas de clasificación modernos son hipótesis sobre las relaciones genéticas entre las especies y sobre la historia de la evolución de la vida. (Case, 2008).

Así como en otros países, hemos transitado a través de la historia y hemos sido testigos de los nuevos conceptos, teorías, y sobre cómo incorporarlos a nuestro ejercicio docente, en particular la taxonomía. Case (2008) describe lo que ha representado para el currículo estadounidense la enseñanza de la taxonomía. Por ejemplo, en 2001 en Estados Unidos, se esperaba que los estudiantes fueran

capaces de "describir cómo el sistema taxonómico clasifica a los sistemas vivos en dominios (eubacterias, archaeobacterias y eucariotas) y reinos (animales, plantas, hongos, etc.)". El sistema de los cinco reinos de Robert Whittaker fue una característica estándar de los libros de texto de biología durante los dos últimos decenios del siglo XX. El primer pensamiento de Whittaker sobre los reinos fue fuertemente moldeado por sus investigaciones ecológicas, pero las versiones posteriores también estuvieron fuertemente influenciadas por conceptos de biología celular. Este episodio histórico proporciona una visión de los importantes cambios intelectuales, institucionales y sociales en la biología después de la Segunda Guerra Mundial. La consideración de la historia de las contribuciones de Whittaker a la clasificación de los reinos también arroja luz sobre el impacto de la política de la Guerra Fría en la educación científica y las reformas educativas que siguen dando forma a la presentación de los temas biológicos en los libros de texto introductorios de hoy en día (Hagen, 2012). Ejemplo de tales cambios, lo constituye el National Research Council, el cual adjuntaba una nota al respecto: "Hay un debate científico en curso sobre el número de reinos y qué organismos deben ser incluidos en cada uno".

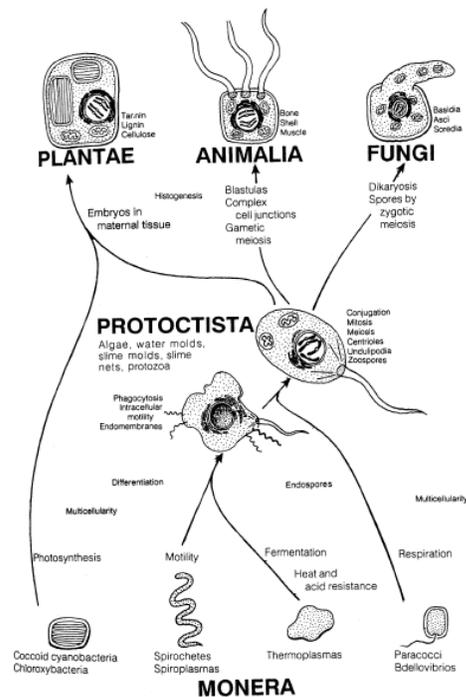


Figura 2. Cinco reinos. Representación de filogenias unidas en los orígenes de todos los reinos eucariotas desde sus ancestros procariotas. (Margulis, 1992).

Durante décadas, la mayoría de los biólogos habían aceptado la clasificación de los sistemas vivos en cinco reinos: Bacterias (o Monera), Protocistas (los protistas y sus parientes macroscópicos), Animales, Plantas, y los hongos (Figura 1). Sin embargo, desde la década de 1980, un nuevo sistema reemplaza los cinco reinos por los tres dominios (Bacteria, Archaea y Eucarya) ganando terreno en la comunidad de investigadores, y en los libros de texto más recientes (Figura 2). El sexto reino representa una fusión entre los cinco reinos y los tres dominios; este esquema de seis reinos domina la más reciente cosecha de textos de biología (Figura 3). En la actualidad, los estudiantes incluyen la estructura celular, el número de células, el tipo de reproducción celular y los modos de nutrición como características que permiten describir, y separar a los seis reinos: Arcaebacteria, Eubacteria, Protista, Hongos, Plantae, Animalia. (Case, 2008).

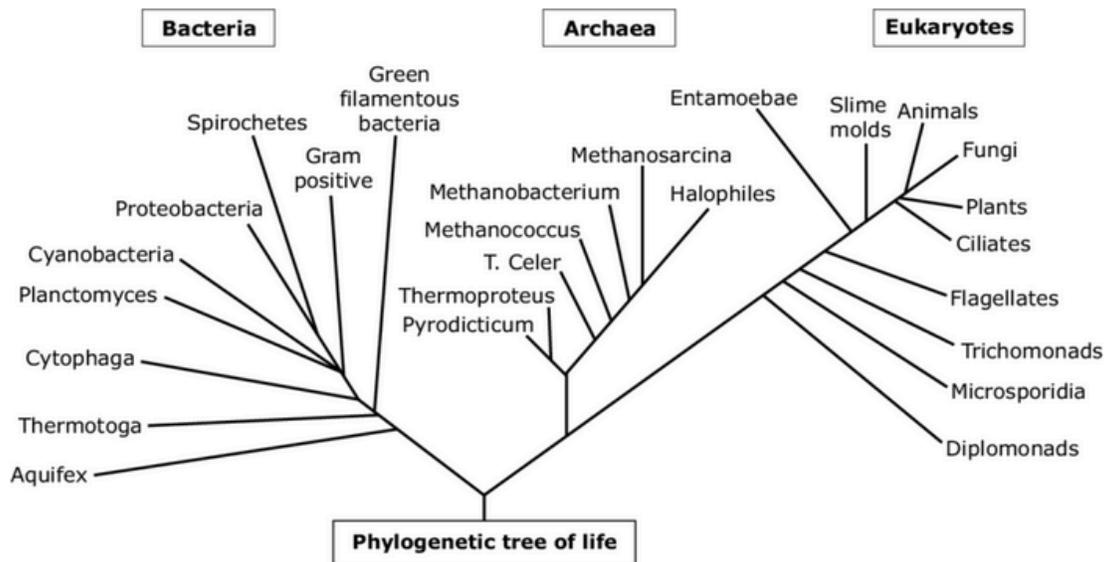


Figura 3. Árbol filogenético de seres vivos, basado en datos de ARN (propuesto por Carl Woese), que muestra la separación de bacterias, archaea y eucariontes de un ancestro común. Basándose en secuencias de RNA ribosomal, Carl Woese propuso una reorganización radical de los cinco reinos en tres dominios. En su sistema de clasificación, Woese colocó los cuatro reinos eucariotas (protista, fungi, plantae, animalia) en un solo dominio llamado Eukarya, también conocido como los eucariontes. Luego dividió el antiguo reino de Monera en los dominios de Eubacteria y Archaea. A diferencia del sistema de cinco reinos de Whittaker, el sistema de tres dominios de Woese organiza la biodiversidad por relaciones evolutivas (Case, 2008).

Clasificación de los seres vivos						
DOMINIO	Bacteria	Archaea	Eukarya			
REINO	<i>Eubacteria</i>	<i>Archaeobacteria</i>	<i>Protista</i>	<i>Fungi</i>	<i>Plantae</i>	<i>Animalia</i>
TIPO CELULAR	Procariota	Procariota	Eucariota	Eucariota	Eucariota	Eucariota
ESTRUCTURAS CELULARES	Pared celular con peptidoglicano	Pared celular sin peptidoglicano	Pared celular de celulosa en algunos; algunos tienen cloroplastos	Pared celular de quitina	Pared celular de celulosa; cloroplastos	Sin pared celular ni cloroplastos
NÚMERO DE CÉLULAS	Unicelular	Unicelular	Casi todos unicelulares; algunos coloniales; algunos multicelulares	Casi todos multicelulares; algunos unicelulares	Multicelular	Multicelular
MODO DE NUTRICIÓN	Autótrofo o heterótrofo	Autótrofo o heterótrofo	Autótrofo o heterótrofo	Heterótrofo	Autótrofo	Heterótrofo
EJEMPLOS	<i>Streptococcus</i> , <i>Escherichia coli</i>	Metanógenos, halófilos	Ameba, Paramecio, mohos de lama, quelpo gigante	Hongos, levaduras	Musgos, helechos, plantas con flores	Esponjas, gusanos, insectos, peces, mamíferos

Figura 4. Figura tomada de Miller y Levine (2004). Los organismos se agrupan en tres dominios, que representan una relación sencilla con los seis reinos. Esta tabla resume los rasgos clave en que se basa la clasificación de los organismos dentro de los principales grupos taxonómicos.

Los cambios no han sido profundos respecto a la enseñanza de la taxonomía en los programas del 2003 y 2016 del Colegio de Ciencias y Humanidades; los docentes han llevado a cabo la interpretación de los programas indicativos y han resuelto, durante estos años, en función de los avances y discusiones teóricas, qué aspectos toman relevancia y cuáles están acordes con los aprendizajes a lograr. La Tabla 2 representa los cambios en los programas de Biología del CCH.

Tabla 2. Comparación los diferentes programas de Biología II del CCH. Antes de 1996 se consideraban “Objetivos educativos”, después del 2003, se denominan “Aprendizajes”.

Programas de estudio para las asignaturas	Objetivos educativos	Temática
<b>Biología II</b> <b>1996</b> Programas de estudio para las asignaturas: Biología I y II (tercero y cuarto semestre) julio 1996.	Reconocerá las características generales de los cinco reinos	Clasificación de Whittaker. Características generales de los cinco reinos.
<b>PEA</b> <b>Biología II</b> <b>2003</b> <a href="https://www.cch.unam.mx/programasestudio2003">https://www.cch.unam.mx/programasestudio2003</a>	<b>Aprendizajes</b> Reconoce las características generales de los cinco reinos y los tres dominios.	<b>Temática</b> Características generales de los cinco reinos y de los tres dominios.
<b>Biología II</b> <b>2016</b> <a href="https://www.cch.unam.mx/programasestudio">https://www.cch.unam.mx/programasestudio</a>	Conoce los criterios utilizados para clasificar a los sistemas biológicos en cinco reinos y tres dominios.	Características generales de los dominios y los reinos

Por lo anterior, observamos en la tabla 1, que en los programas de estudio de Biología II se ve plasmado, el contexto histórico de los avances en la Biología, en particular con la temática de los cinco reinos y los tres dominios, no es hasta los programas de Biología de 2003 que se incorpora esta última temática. Con la finalidad de explicitar estos cambios, se describe a continuación la consolidación del sistema de clasificación de los cinco reinos de Robert Whittaker y su incorporación de estas temáticas en la enseñanza de la biología.

## Un poco de historia de los cinco reinos y los tres dominios

La idea del sistema de reinos surgió en 1948, cuando Whittaker asumió una posición nominalista al considerar que las poblaciones y especies tenían sólo un "mínimo grado de realidad" de hecho, estas eran simplemente nombres aplicados por los ecólogos a áreas con vegetaciones similares. Whittaker argumentó que los ecólogos en campo se enfrentan a una multitud de poblaciones de plantas con amplias distribuciones superpuestas, analizan estas distribuciones y luego imponen

subdivisiones a lo que, de hecho, es un continuo. La tensión entre la creencia de que las especies están distribuidas independientemente y la necesidad de clasificar la vegetación en un sistema coherente proporcionó la chispa que impulsó gran parte de la investigación posterior de Whittaker (Hagen, 2012), la cual se centró en:

- Desafiar la dicotomía tradicional planta-animal, argumentando que esta era artificial y propuso una clasificación que reconoce tres amplios reinos basados en niveles tróficos ecológicos: **productores** (plantas), **consumidores** (animales) y **descomponedores** (hongos y bacterias). Este reconocimiento de tres reinos por su función ecológica proporcionaba coherencia conceptual, la cual estaba ausente en los sistemas basados sólo en las características morfológicas o en las relaciones filogenéticas, que, además, eran especulativas
- Y en una rivalidad con Herbert Copeland, quien un año antes de la publicación de Whittaker (1959), publicó una clasificación de cuatro reinos, criticó la tradicional dicotomía planta-animal, pero tanto su enfoque como su solución fueron diferentes a la de Whittaker.

A continuación se describe la controversia entre Copeland y Whittaker analizada por Hagen (2012).

Copeland incluyó a todos los organismos eucarióticos que no eran plantas o animales en dos reinos, el “Mychota” en el cual incluyó a todos los organismos procariotas, y el “Protoctista”. Esta clasificación resultó “atractiva” ya que se basó en hacer monofiléticos a los reinos vegetal y animal y resolvía el “problema de los intermediarios” como Euglena, que habían sido reclamados tanto por botánicos como zoólogos. Combinó hongos, varias algas, protozoos, mohos de limo y otros organismos que carecían de “tejidos verdaderos” e hizo al reino Protoctista muy heterogéneo y afirmó que la monofilia de este reino se justificaba en que todos sus diversos miembros compartieron un ancestro común. Además, colocó bacterias,

que tradicionalmente también se habían incluido en el reino de las plantas, en el reino Mychota, argumentando su estructura unicelular procariota.

Por el contrario, y en respuesta a Copeland, Whittaker criticó la decisión de incluir hongos, algas rojas, pardas y numerosos grupos de eucariotas microscópicos en el reino Protoctista. Según Whittaker, "El reino Protoctista de Copeland parece ser más un producto de definiciones taxonómicas que una agrupación de organismos con un significado coherente o con un sentido evolutivo común". Argumentó que los hongos y las algas eran dos muy diferentes tipos de organismos y no tenía sentido ecológico o evolutivo, colocarlos en el mismo reino.

Así, Whittaker abogó por un sistema de clasificación que era ampliamente evolutivo, para él, las relaciones filogenéticas eran importantes, pero la agrupación monofilética debía equilibrarse con otros criterios, tales como la función ecológica y organización celular. Por lo que propuso un reino separado para los hongos, no porque el grupo fuera monofilético, sino por su papel ecológico como descomponedores multicelulares en los ecosistemas. Este énfasis sobre la descomposición como un proceso ecológico digno de la definición de un reino, reflejaba el propio trabajo de Whittaker con los ciclos biogeoquímicos y también la creciente prominencia de la biogeoquímica en la ecología de ecosistemas (Hagen 1992).

Diez años después de su publicación en 1959, Whittaker publicó su quinto reino en la revista Science, asegurando que sus ideas llegarían a una amplia audiencia, en este artículo aceptó la propuesta de Copeland de colocar todos los organismos procariotas en el reino Monera. El reino procariótico Monera ahora se unía a los reinos Protista, Hongos, Plantae y Animalia en la versión final del sistema de cinco reinos de Whittaker. Justificó la adición de Monera a su sistema por varias razones (Whittaker, 1969). A finales de los años 60, la distinción entre procariotas y eucariotas era una idea dominante aceptada por los principales microbiólogos. Citando a Lynn Margulis y su teoría endosimbiótica como una explicación atractiva

para la evolución de las células eucarióticas, Whittaker afirmó que el límite procariota-eucariota representaba la división más fundamental del mundo viviente. Por último, argumentó que el modo nutricional de absorción que caracterizaba a la mayoría de las Moneras fue la vía bioquímica original de ganancia de energía. La fotosíntesis había evolucionado en unos pocos Moneras, pero los tres modos de alimentación se establecieron bien sólo después de que los primeros protistas eucariotas evolucionaron a través de endosimbiosis. Por lo tanto, los organismos podrían ser colocados en uno de tres grados estructurales: procariotas, eucariotas unicelulares, y eucariotas multicelulares (Hagen, 2012).

Como otra justificación para adherirse al sistema de los cinco reinos, Whittaker subrayó la importancia pedagógica de revisar el sistema tradicional de dos reinos con uno que representaba mejor, los amplios contornos del mundo viviente. Observando que varios libros de texto de biología introductoria cuestionaron la dicotomía planta-animal, Whittaker tenía una motivación obvia por resaltar las diferencias entre los dos remplazos alternativos. Comparado con los elaborados sistemas taxonómicos de Copeland, Whittaker afirmó que su sistema funcional de reinos se basaba en dos criterios que los biólogos consideraban importantes y que los estudiantes podrían entender fácilmente (Simpson y Roger, 2004).

A medida que el sistema de los cinco reinos se convirtió en una característica prominente y bien establecida en los libros de texto de Biología (Keeton y Curtis) a partir de los años 70, la razón de ser del sistema de Whittaker comenzó a ser socavada de forma importante. El desarrollo de la Biología Molecular, y de las técnicas para la extracción, amplificación y secuenciación de DNA, produjo que rápidamente se acumularan secuencias de diferentes genes y organismos, que con técnicas avanzadas de computación se compararon y analizaron, esto aumentó la confianza entre los biólogos de que la clasificación monofilética de grupos problemáticos estaba al alcance de la mano. Los sistemáticos moleculares rechazaron la creencia de que las relaciones filogenéticas entre protistas y

bacterias eran inherentemente especulativas, esto socavó la lógica del sistema de Whittaker, que era ampliamente evolutiva pero no filogenética. La creencia de Whittaker de que la filogenia era solo uno de varios criterios igualmente válidos para la clasificación también había sido ampliamente compartida cuando empezó a escribir sobre los reinos, pero con el rápido aumento de la cladística durante los años 70, los biólogos cada vez más rechazaron este punto de vista. La distinción aparentemente fundamental entre procariotas y eucariotas también fue cuestionada por el descubrimiento de las archaea (inicialmente conocidas como archaebacterias) y la afirmación de Carl Woese en 1990 de que todos los organismos vivos pertenecían a uno de los tres grandes dominios: archaea, bacterias, y eukarya. Woese fue altamente crítico de la dicotomía procariota-eucariota, como una base para la clasificación y como una distinción supuestamente útil entre los tipos de células. Woese afirmó que la dicotomía se basaba en una falsa distinción que era filogenéticamente engañosa; se opuso a definir el reino Monera, con base en la ausencia del núcleo; y sostuvo que la dicotomía era incompatible con el sistema de tres dominios que él defendió. En resumen, quería eliminar los términos procariotas y eucariotas del vocabulario biológico (Hagen, 2012).

Los libros de texto adoptaron rápidamente la idea de Woese de tres dominios, pero su crítica a la dicotomía procariota-eucariota fue ignorada. Muchos libros de texto reconocen un nuevo reino para las archaea, pero tanto las archaea como las bacterias son típicamente discutidas en capítulos dedicados a la vida procariota. De manera similar, aunque la mayoría de los autores de libros de texto han abandonado el reino polifilético Protista, continúan dedicando un capítulo a los "protistas". La persistencia de las ideas de Whittaker sobre los reinos, a pesar de la popularidad de los dominios de Woese, puede explicarse en que la mayoría de los educadores lo consideran de valor pedagógico para los estudiantes y su comprensión de la biodiversidad.

Entre las razones por las que los libros de texto no han abandonado el enfoque de Whittaker, se encuentra la distinción entre procariotas y eucariotas, que destaca la importancia de los dos tipos de células y el fuerte apoyo que algunos biólogos prominentes siguen manifestando al sistema de cinco (o seis) reinos; por ejemplo, Margulis y Chapman (2009) criticaron los dominios de Woese por basarse exclusivamente en datos moleculares e ignorar otras importantes características biológicas de los organismos. Como resultado, Margulis y Chapman señalaron que una clasificación completamente monofilética tendría tantos reinos que perdería todo valor pedagógico para los estudiantes. Este argumento pedagógico destaca la tensión entre basar un sistema de reinos estrictamente en la filogenia, mientras que "proporciona una visión sinóptica del mundo viviente". La necesidad de esta "visión sinóptica" refuerza las principales fortalezas del sistema de Whittaker: su simplicidad y sus estrechos lazos con la facilidad de principios ecológicos y celulares comprensibles para los estudiantes. La clasificación de organismos de Whittaker según la estructura celular y su función ecológica constituía un esquema agradable, manejable y conceptualmente adecuado en cuanto a la función, uno que parece difícil de abandonar, a pesar de sus reconocidas deficiencias (Hagen, 2012)

## **Algunos ejemplos de estrategias didácticas para la enseñanza de la taxonomía**

La progresión de la organización taxonómica de la vida desde los dos reinos originales de Linneo hasta el sistema tradicional de cinco reinos y el actual sistema de tres dominios ampliamente aceptado, ha sido explorada a través de diferentes estrategias didácticas; por ejemplo, Davis (2012) estructuró actividades de aprendizaje activo con la intención de que los estudiantes vivencien la transición, al clasificar diferentes organismos (en fotos y /o descripción), con varios sistemas de clasificación, iniciando con el sistema propuesto por Linneo (dos reinos), después lo hacen con el sistema de cinco reinos y al final, con el de los tres dominios. Esto ofrece a los estudiantes la oportunidad de explorar la taxonomía como un proceso científico. La autora enfatiza en que los estudiantes relacionen los esquemas de

clasificación, como hipótesis de la relación evolutiva entre los sistemas vivos, y cómo es que estas hipótesis se modifican a medida que se dispone de nueva información. Este ejercicio permite a los estudiantes evidenciar el desarrollo de diferentes hipótesis, desde diferentes sistemas de clasificación. Así, el docente tiene la oportunidad de plantear, cómo la filogenética aporta información a cerca de la forma en que se clasifica a los sistemas vivos y destacar que ésta y el sistema jerárquico anidado son consecuencia del proceso evolutivo.

Por su parte Balakrishna Pisupati (2015), a través de cursos especiales extracurriculares, propicia que los estudiantes aprecien mejor las características y mantengan su interés en la identificación taxonómica. En estos cursos se elaboran claves de identificación fáciles de usar y elaboradas exprofeso para que los estudiantes identifiquen insectos o ácaros, hasta nivel familia y permiten, además, identificar especímenes desconocidos. Las actividades en estos cursos especiales permiten a los estudiantes vivir una experiencia similar a la de resolver “acertijos” y que experimenten la emoción de la solución, por sí mismos. La emoción y la satisfacción cuando realizan la correcta identificación es evidente, menciona el autor. La mayoría de los estudiantes coinciden en que esta experiencia única, nunca la obtuvieron de los cursos en sus universidades. Por lo que los jóvenes que participan en estos cursos requieren ser guiados para mantener ese interés.

Cristoph Randler (2008), considera necesario que, para comprender la ecología, es requisito indispensable, el entrenamiento en las habilidades de identificación de especies, y esta tarea, merece ser atendida desde la enseñanza de la biología. Estas habilidades se pueden aprender haciendo uso de una pequeña selección de especies (6-8) integradas como un material para identificación, por ejemplo, taxidermias, modelos de plástico o fotografías de esas especies en cuestión. Lo ideal para Randler es que los alumnos utilicen libros de identificación o claves dicotómicas, con el fin de fomentar sus habilidades metodológicas y promover el aprendizaje permanente. Concluye que, si se prefiere el uso de claves de identificación en lugar de material ilustrado, los alumnos deben ser entrenados

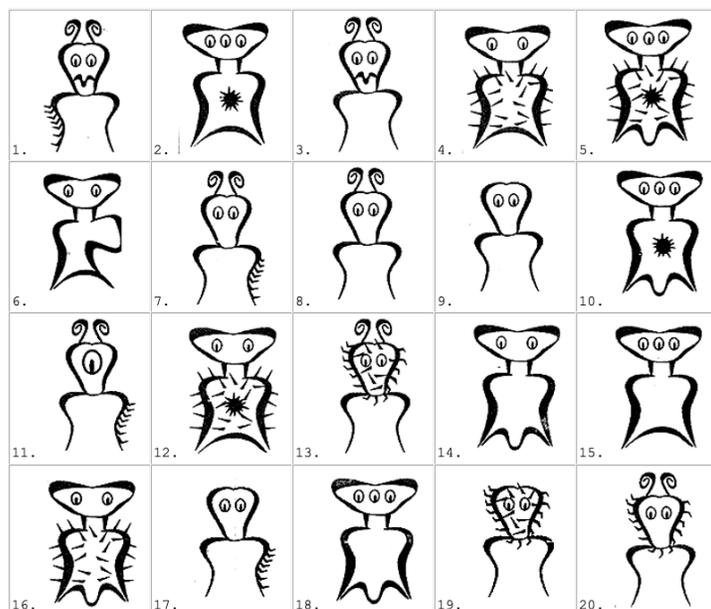
previamente para hacer frente a la carga extrínseca que esto impone. Así, las salidas al campo deben realizarse sólo después de que el alumno haya logrado una preparación adecuada en el aula.

Desde este enfoque, el uso de claves dicotómicas para adquirir habilidades en la identificación de especies, existen algunas otras actividades que se plantean en la web; consisten en que los estudiantes completen hojas de trabajo utilizando claves dicotómicas, o también pueden practicar la elaboración de sus propias claves. Sitios web como [www.explorelearning.com](http://www.explorelearning.com) contiene una gran variedad de actividades, que se centran en el tema de la taxonomía.

Otro ejemplo es el que se propone en <https://www.biologycorner.com/worksheets/pamishan.html>, este sitio ofrece una actividad de clasificación y claves dicotómicas, en donde se le solicita al estudiante ayuda para identificar a ciertas especies: “Los científicos han descubierto unas cuantas tripulaciones nuevas en el planeta Pamishan. Necesitan tu ayuda para identificarlas y clasificarlas”. La actividad proporciona la clave dicotómica y a los organismos en cuestión (Figura 5).

Figura 5. Organismos hipotéticos del plante Pamishan. (Taxonomy, Classification, and Dichotomous Keys, 2020) Recurso de apoyo para las actividades de clasificación e identificación de especies del sitio:

<https://www.biologycorner.com/worksheets/pamishan.html>



Como hemos visto, la enseñanza de la clasificación e identificación de especies se ha centrado en el sistema taxonómico de cinco reinos; para Peirce (1999), este esquema ha magnificado la división entre procariotas y eucariotas, y desafortunadamente en su enseñanza, se ha malentendido que los eucariotas contienen la mayor parte de la biodiversidad del mundo y a los procariotas se les ha visualizado como organismos simples, primitivos y se han agrupado por carecer de núcleo. Se requiere hacer énfasis en las herramientas de la biología molecular y los datos que aportan para generar una comprensión más amplia de estos esquemas de clasificación, ya que al secuenciar RNA y DNA, se ha encontrado que las archaea, conforman un grupo monofilético. Desde este enfoque, para este mismo autor, es claro que los métodos de clasificación que utilizan estos caracteres moleculares aportan información y evidencia de que la mayor parte de la biodiversidad se encuentra a nivel de microbios, y que la separación tradicional entre procariotas y eucariotas debe ser cuestionado (Pace, 1997).

Si bien, es importante no perder de vista en la enseñanza de la clasificación taxonómica, que estos sistemas se han desarrollado en un contexto histórico, que las herramientas en esos contextos, han aportado y generado datos que son utilizados como caracteres (fisiológicos, morfológicos, anatómicos, moleculares etc.) a comparar, que aportan diferente información y además, representan hipótesis de las relaciones evolutivas de los sistemas biológicos; cabe mencionar algo muy importante que se debe rescatar en la enseñanza de estas temáticas; tal como señala Wilson (2017), se necesita de un renacimiento en la clasificación de las especies y sus interacciones ante nuestro incompleto conocimiento taxonómico que impide proteger la biodiversidad.

Para este mismo autor, el descuido continuo de la investigación sobre la biodiversidad impide el progreso en la conservación de la vida a todos los niveles y en todos los grupos taxonómicos. También disminuye la capacidad de enfrentar uno de los mayores desafíos para las ciencias biológicas: el origen, la evolución y el equilibrio de los ecosistemas. Ante esta problemática, Wilson señala que un

renacimiento linneano permitirá documentar cada una de las millones de especies que aún sobreviven en nuestro planeta, así como su papel en la biosfera.



# CAPÍTULO IV

## Propuesta metodológica

---

Estrategia didáctica. . . . .	45
Instrumento de evaluación y validación. . . . .	52

## Estrategia didáctica

Con la finalidad de contribuir al logro del aprendizaje “**Conoce los criterios utilizados para clasificar a los sistemas biológicos en cinco reinos y tres dominios**” en los estudiantes de cuarto semestre del Colegio de Ciencias y Humanidades del plantel Oriente, se diseñó, elaboro e implemento una estrategia de didáctica la cual se integra en el **Anexo 1**. La estrategia didáctica propuesta está estructurada en diversas actividades organizadas en apertura, desarrollo y cierre; por lo que su implementación en el aula-laboratorio permitió recabar información sobre los conocimientos previos de los estudiantes, los aprendizajes declarativos y procedimentales que los estudiantes desarrollaron al usar las claves dicotómicas y manejar la colección biológica de peces; así como habilidades, valores y actitudes los cuales fueron observados a través de la puesta en marcha de la estrategia didáctica.

Por lo anterior, la presente estrategia tiene un carácter integrador y de cierre, ya que se ubica después de la Unidad 1 de la asignatura de Biología II, lo que permite el desarrollo de una visión sintética y crítica, es decir, una revisión final que incluye las ideas principales de los contenidos vistos previamente. Asimismo, en la Tabla 3 se describen los **aprendizajes esperados** de la implementación de ésta.

Tabla 3. Descripción de los aprendizajes indicativos, del PEA (2016) y otros esperados, en donde (D) declarativo, (P) procedimental y (A) actitudinal. El \*I (conocimiento), \*II (comprensión) y \*III (aplicación) se refieren al nivel del dominio cognoscitivo de la taxonomía de Bloom. Elaboración propia.

Aprendizajes	
Indicativos (PEA, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (D)I* Conoce los criterios utilizados para clasificar a los sistemas biológicos en cinco reinos y tres dominios.</li> <li>• Reconoce la importancia del papel de la ciencia en la conservación de la biodiversidad.</li> <li>• (P)III* Aplica habilidades para recopilar, organizar, analizar y sintetizar la información confiable proveniente de diferentes fuentes que contribuyan a la comprensión de la diversidad de sistemas biológicos.</li> <li>• (P)III* Realiza investigaciones en las que aplica conocimientos y habilidades, al fomentar actividades con las características del trabajo científico y comunicará de forma oral y escrita los resultados empleando un vocabulario científico.</li> <li>• (A)I* Muestra actitudes favorables hacia el trabajo colaborativo</li> </ul>

Otros esperados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (D) I* Conoce la utilidad del uso de las claves de identificación en la determinación y clasificación de sistemas biológicos.</li> <li>• (D) I* Reconoce la importancia de las colecciones biológicas como acervos para el conocimiento de la biodiversidad.</li> <li>• (P)III* Utiliza los criterios de clasificación para identificar hasta nivel de familia una colección biológica.</li> </ul>
-----------------	---

A continuación, en la Tabla 4 se describe la **situación didáctica**,<sup>21</sup> la cual está integrada por 10 actividades distribuidas en sus tres momentos: apertura (2), desarrollo (6) y cierre (2); cada uno de los momentos se describe por las actividades que la constituyen y el objetivo de estas.

Tabla 4. Descripción de las actividades que integran la estrategia didáctica implementada (la Tabla continúa en las siguientes 2 páginas).

	Objetivo	Nombre de la actividad	Descripción
APERTURA	Conocer los conocimientos previos de los estudiantes.	<b>Cuestionario RA-P-RP</b>	Cuestionario en tres columnas (Respuesta anterior/RA, Pregunta/P, Respuesta posterior/RP), Se contesta solo la columna RA
	<b>Comparar, inferir relaciones</b> de parentesco por el fenotipo de individuos que representan poblaciones de diferentes monstruos y <b>representar</b> estas relaciones en diagramas diversos.	<b>Actividad 1.</b> Reconoce a tu monstruo	A través de diferentes imágenes de monstruos hipotéticos con características bien definidas (escamas, cantidad y tipo de ojos, cola, extremidades, alas, tipos de bocas, dientes), en equipo de estudiantes llevan a cabo una comparación entre monstruos representantes de diferentes poblaciones e infieren una relación de parentesco evolutivo, la cual se representa en un organizador gráfico y se defiende en plenaria.
DESARROLLO	<b>Preparar y alertar</b> con relación al qué aprender, incide en la generación de conocimientos previos.	<b>Actividad 2.</b> Lectura "Clasificación de los seres vivos". Disponible en: <a href="https://www.acercaciencia.com/2013/05/13/clasificacion-de-los-seres-vivos/">https://www.acercaciencia.com/2013/05/13/clasificacion-de-los-seres-vivos/</a>	Esta lectura es de carácter introductorio, se realiza en equipo, y en voz alta; de forma colaborativa, cada integrante del equipo lee un fragmento del texto y al finalizar la lectura, en plenaria se comparte e integra la información.

<sup>21</sup> Una situación didáctica se desarrolla en un contexto de enseñanza y de aprendizaje, se organiza en tres partes: a) lo que trata la actividad, b) la actividad propiamente tal y como se lleva a cabo en el aula y c) el objetivo de ésta sustentado en la aplicación de la estrategia didáctica.

<p><b>Proveer</b> de estructura, delimitar, organizar y relacionar los contenidos.</p>	<p><b>Actividad 3.</b> Exposición por parte del profesor “La clasificación y diversidad de la vida”.</p> <p>Fundamentada en:  <a href="http://www.objetos.unam.mx/biologia/diversidadSe-resVivos/">http://www.objetos.unam.mx/biologia/diversidadSe-resVivos/</a></p>	<p>El profesor retoma y expone de manera sintética la historia de las diferentes clasificaciones que se han realizado, sus autores y aportaciones. Además, se da una explicación de las generalidades (morfológicas, bioquímicas, celulares y moleculares) de los cinco reinos y los tres dominios.</p>
<p><b>Comprender la información.</b> Los estudiantes estructuran, analizan el contenido y se apropian del mismo.</p>	<p><b>Actividad 4.</b> Lectura “Carl Woese”. Traducida y adaptada de:  <a href="https://www.nature.com/articles/493610a">https://www.nature.com/articles/493610a</a></p>	<p>Lectura grupal y dirigida. Los estudiantes participan leyendo en voz alta y por turnos. Se hacen pausas, hay momentos de énfasis en algunos conceptos o explicaciones que requieren atención por parte del docente para profundizar en la vida y obra de Carl Woese, lo cual permite contextualizar la propuesta de clasificación de los tres dominios.</p>
<p><b>Comprender y evidenciar</b> la diferencia entre los tipos de clasificación (cinco reinos y tres dominios) y su relación con la representación de relaciones de parentesco.</p> <p><b>Reafirmar</b> las aportaciones en relación con la clasificación taxonómica a través del tiempo y de diferentes personajes.</p>	<p><b>Actividad 5.</b> Cuestionario “Cinco reinos y tres dominios” y tabla de aportaciones a la taxonomía.</p>	<p>Los estudiantes contestan preguntas cerradas sobre la temática de clasificación de cinco reinos y tres dominios, las preguntas hacen énfasis en que la clasificación es un reflejo de las relaciones de parentesco y de ancestría descendencia de los sistemas vivos.</p> <p>Los estudiantes completan una tabla enfocada a los personajes y su aportación a la clasificación de los sistemas vivos.</p>
<p><b>Distinguir</b> características generales de los 5 reinos y tres dominios a través de ejemplos de diferentes sistemas vivos</p>	<p><b>Actividad 6</b> Extra-clase: “Ejercicio de clasificación taxonómica”</p>	<p>Los estudiantes eligen cinco organismos emblemáticos, representantes de cada reino y dominio y completan las categorías taxonómicas de estos. Realizan una comparación de las características más relevantes de los cinco reinos y los tres dominios.</p>
<p><b>Desarrollar</b> la capacidad de observar, registrar, sistematizar y analizar la</p>	<p><b>Actividad 7.</b> “Uso de una colección biológica de peces para el estudio de</p>	<p>Los estudiantes realizan la actividad experimental estructurada en:</p>

	<p>información derivada del proceso de la determinación de los organismos de la colección biológica.</p> <p><b>Apropiarse</b> de conocimiento científico a través de una serie de etapas relacionadas en la que los estudiantes realizan acciones en un marco colaborativo.</p> <p><b>Apropiarse</b> del aprendizaje de manera significativa a través de la solución de una problemática (determinación taxonómica del organismo), evocando los conocimientos previos.</p>	<p>la diversidad de los sistemas biológicos”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción: se abordan las categorías taxonómicas y herramientas para la determinación de las especies (claves dicotómicas).</li> <li>• Objetivos</li> <li>• Instrucciones</li> <li>• Material y equipo (colección biológica de peces).</li> <li>• Procedimientos</li> <li>• Diagrama de flujo de la actividad experimental.</li> <li>• Resultados: Los estudiantes llenan una tabla con características morfológicas, escriben la clasificación taxonómica desde dominio hasta familia de los ejemplares determinados y añaden su fotografía.</li> <li>• Análisis de resultados y discusión dirigida. Se realiza en dos partes, la primera a través de la explicación en plenaria del proceso de identificación de los ejemplares analizados por equipos. La segunda parte la constituyen dos preguntas dirigidas sobre las características morfológicas y las variaciones de la aleta dorsal de tres ejemplares con la finalidad de relacionar con adaptaciones.</li> <li>• Conclusiones. Los estudiantes concluyen guiados por de tres preguntas.</li> </ul>
<b>CIERRE</b>	<p><b>Representar</b> información jerarquizada y relacionada. <b>reflejar</b> el conocimiento adquirido a través de la representación gráfica.</p> <p><b>Promover</b> las habilidades cognitivas como sintetizar, organizar y distinguir.</p>	<p><b>Actividad 8.</b> Mapa conceptual guiado de los sistemas de clasificación.</p>	<p>A través de un mapa conceptual incompleto y de una lista de conceptos, los estudiantes eligen y colocan el concepto en el mapa para completarlo.</p>

<p><b>Auto valorar</b> las respuestas antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica.</p>	<p><b>Actividad 9.</b> Cuestionario RA-P-RP.</p>	<p>Cuestionario en tres columnas (Respuesta anterior/RA, Pregunta, Respuesta posterior/RP), se contesta la columna RP.</p> <p>Al finalizar la estrategia los estudiantes contestan y valoran por si mismos las respuestas antes y después de la aplicación de la estrategia didáctica. Es un indicador de la apropiación del aprendizaje en cuestión.</p>
--	--	---

En la Tabla 5 se describe de forma general la estructura de la estrategia didáctica implementada, la ubicación en el programa de Biología II, duración, actividades y recursos, integrada a través de una serie de actividades engarzadas en apertura desarrollo y cierre; además del tipo de evaluación en cada actividad realizada.



		<p><b>resultados empleando un vocabulario científico.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza los criterios de clasificación para identificar hasta nivel de familia una colección biológica.</li> </ul>		<p>Actividad 4. Lectura grupal y dirigida por el profesor.</p> <p>Actividad 5. Cuestionario en equipo</p> <p>Actividad 6 extra-clase. Ejercicio de clasificación taxonómica.</p> <p>Actividad 7. “Uso de una colección biológica de peces para el estudio de la diversidad de los sistemas biológicos”.</p> <p>Exposición de resultados y análisis (30 minutos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionario “Cinco reinos y tres dominios”.</li> <li>• Tabla clasificación taxonómica.</li> </ul> <p>Formato de actividad experimental</p>	<p>Rúbrica</p> <p>Rúbrica</p> <p>Rúbrica</p> <p>Coevaluación /Rúbrica</p>
	Actitudinales	Muestra actitudes favorables hacia el trabajo colaborativo.	Cierre	<p>Actividad 8. Mapa conceptual guiado de los sistemas de clasificación.</p> <p>Actividad 9. Cuestionario RA-P-RP.</p>	<p>Mapa conceptual guiado (con espacios en blanco)</p>	<p>Rúbrica /autoevaluación</p> <p>Rúbrica (solo la Respuesta Posterior)</p>

## Instrumento de evaluación y validación

Una vez elaborada la estrategia didáctica acorde con el PEA (2016), se construyó un instrumento de evaluación (Anexo 2) es decir, una prueba diagnóstica cuantitativa que tiene el objetivo de valorar el impacto obtenido de la aplicación de la estrategia didáctica implementada. Consta de 15 reactivos de opción múltiple. La aplicación del instrumento se realizó de forma individual y en dos momentos: una semana antes de la intervención didáctica (Pre-test) y una clase después de la misma (Post-test).

El uso de un instrumento de evaluación confiable asegura el valor de la implementación de la estrategia didáctica en la apropiación del aprendizaje (Hogan, 2004) y (Kaplan y Saccuzzo, 1982), en este caso, **“Conoce los criterios utilizados para clasificar a los sistemas biológicos en cinco reinos y tres dominios”**. De acuerdo con Hernández y colaboradores (2010), “la validez de un instrumento se refiere al grado en que este mide la variable que pretende medir”. Por lo anterior, el trabajo de validación de este instrumento se dio en dos momentos; la primera validación se dio entre pares: cinco profesores del CCH-Oriente revisaron la redacción, claridad, calidad y pertinencia de los reactivos; se hicieron ajustes de redacción y de opciones de respuesta.

En un segundo momento se analizó la confiabilidad estadística del instrumento. Para ello se empleó el coeficiente de Alfa de Cronbach (1951) para determinar el grado de confiabilidad interna, basado en el promedio de las correlaciones entre los ítems (preguntas del instrumento de evaluación). Esta medida tiene un rango que va de 0 a 1, siendo éste el más alto valor que indica una correlación más cercana o estrecha, lo que sugiere que el grupo de preguntas está evaluando un solo dominio, los valores recomendados para el coeficiente de Cronbach son  $> 0.7$  y  $< 0.9$  (Preedy y Watson, 2010).

Para tal efecto, el instrumento de validación se aplicó al azar a 20 estudiantes de cuarto semestre, cada ítem fue evaluado y se le asignó un puntaje con el cual posteriormente se determinó el grado de confiabilidad con el *software*

estadístico SPSS versión 21 el cual analiza y determina el resultado considerando la fórmula (Corral, 2009):

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum s^2}{ST^2} \right]$$

Donde:

**K** = número de ítems (reactivos)

$\sum s^2$  = Sumatoria de la varianza de los ítems

**sT<sup>2</sup>** = Varianza de la suma de los ítems

**α** = Alfa de Cronbach

Herbias (2017) considera el instrumento aceptable si el valor es igual o mayor a 0.8. Ver Tabla 6.

Tabla 6. Cuantificación de los niveles de confiabilidad del instrumento de evaluación para el coeficiente de Cronbach. Tomado de Corral, 2009.

Nivel de confiabilidad del coeficiente Alfa de Cronbach	
Rango	Nivel
0.9 - 1	Excelente
0.8 - 0.9	Muy bueno
0.7 - 0.8	Aceptable
0.6 - 0.7	Cuestionable
0.5 - 0.6	Pobre
0.0 - 0.5	No aceptable

En la Tabla 7 se observa la salida que muestra el programa SPSS versión 21 con el resultado del Alfa de Cronbach. El grado de confiabilidad total para el instrumento de evaluación obtenido fue de 0.964 Alfa de Cronbach, es decir, con un nivel de confiabilidad excelente. La salida del estadístico para cada ítem se muestra en la Tabla 8.

Tabla 7. Salida del programa SPSS para la prueba de Cronbach.

**Estadísticos de  
fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.964	15

Tabla 8. Estadísticos de cada uno de los ítems y el valor del Alfa de Cronbach si se elimina uno de éstos. Esta información es útil en el sentido en que, si alguno de los ítems da una correlación con valor negativo, es necesario, revisar el ítem o retirarlo del instrumento. El valor que se observa sigue siendo robusto para este caso, es decir, cada uno de los ítems presenta un Alfa de Cronbach superior a 0.9, de ahí su confiabilidad y validez.

Estadísticos total-elemento				
Item	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
1	10.4444	231.723	.000	.969
2	10.7407	225.667	.386	.967
3	10.7222	221.601	.584	.966
4	10.6852	218.371	.682	.964
5	10.9259	213.617	.752	.963
6	10.4630	210.668	.922	.961
7	10.8519	204.657	.893	.960
8	10.7593	201.960	.887	.960
9	10.7778	197.270	.929	.959
10	11.0556	192.204	.973	.958
11	10.5556	190.855	.949	.958
12	10.5741	187.532	.941	.959
13	10.2593	185.139	.977	.958
14	10.9259	177.843	.980	.959
15	10.4815	176.519	.964	.960



## CAPÍTULO V



### Informe de la intervención pedagógica

---

Participantes y criterios de inclusión. . . . .	55
Resultados y análisis estadístico. . . . .	59
A) Instrumento de evaluación . . . . .	59
B) Actividades de desarrollo y cierre. . . . .	63
C) Resultados de la encuesta de opinión. . . . .	65

## Participantes y criterios de inclusión

La metodología de la estrategia didáctica propuesta se implementó en el CCH Oriente en el turno vespertino a un total de 12 grupos en dos periodos: semestre 2018-2 y semestre 2019-2. En esta prueba, participaron 296 estudiantes de 12 grupos divididos a su vez en dos grupos: **Experimental** (estudiantes con acceso a la colección biológica) y **Control** (estudiantes sin acceso a la colección biológica). La población de estudio fueron estudiantes que cursaban el cuarto semestre, semestre en que se imparte la asignatura de Biología II y donde se realizó la intervención pedagógica para el logro del aprendizaje: **“Conoce los criterios utilizados para clasificar a los sistemas biológicos en cinco reinos y tres dominios”**. Por lo anterior, el tipo de estudio realizado es analítico por que evalúa una presunta relación causa-efecto. El presunto agente, en este caso la estrategia didáctica, puede ser un factor etiológico para mejorar una situación didáctica; además es transversal y con grupo control.

La selección de la muestra se consideró a partir de que la población de estudiantes de 4to semestre de la generación 2016 fue de 3600 estudiantes con base en la información del cuadernillo: ¿Cómo ingreso a la UNAM?<sup>22</sup>. El criterio de inclusión implicó a aquellos estudiantes que habían cursado Biología I y se encontraran cursando Biología II, es decir el cuarto semestre.

Para el cálculo de la muestra, se consideró la ecuación propuesta por Aguilar-Barojas (2005), para población finita (cuando se conoce el total de unidades de observación que la integran). La ecuación es la siguiente:

$$n = \frac{N Z^2 pq}{d^2 (N - 1) + Z^2 pq}$$

---

<sup>22</sup> La UNAM publica el cuadernillo con información de ingreso al bachillerato, licenciatura y posgrado. [https://www.escolar.unam.mx/ingreso\\_unam](https://www.escolar.unam.mx/ingreso_unam), consultada en junio de 2018.

Donde:

**n** = tamaño de muestra buscado

**N** = tamaño de la población

**Z** = parámetro estadístico que depende del nivel de confianza

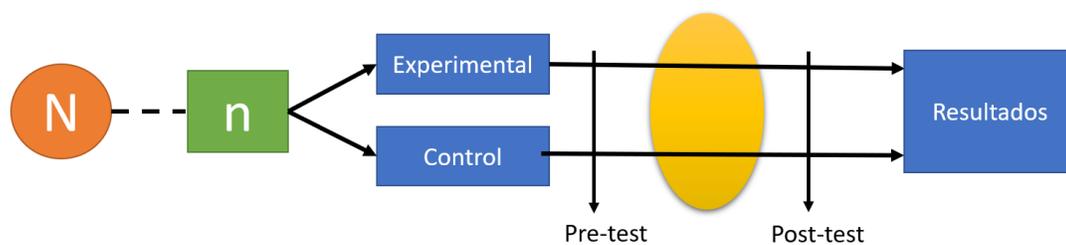
**p** = probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

**q** = (1-p) = probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

**d** = nivel de precisión absoluta.

La muestra estimada fue de **n = 151 estudiantes, con un intervalo de confianza del 90% ± 6.5% de margen de error** (Figura 6).

▫



● = Intervención  
 N=3600 alumnos  
 n=151  
 Intervalo de confianza del 90%  
 +- 6.5 de margen de error

Figura 6. Diagrama del diseño de la metodología de investigación y la intervención didáctica. Elaboración propia.

Entonces, se reitera que la estrategia didáctica se implementó en el CCH Oriente en el turno vespertino a un total de 12 grupos (Tabla 9); ocho grupos en el semestre 2018-2 del 16 al 30 de marzo del 2018, y cuatro grupos en el semestre 2019-2 del 15 al 26 de marzo de 2019. Así, la estrategia implementada en el grupo **Experimental** se aplicó en seis grupos a un total de 149 estudiantes, y para el grupo **Control**, se aplicó en seis grupos a un total de 147 estudiantes en ambos semestres (Tabla 8). Una semana antes de la intervención didáctica, se visitó a los grupos para

aplicar el instrumento de evaluación Pre-test y una clase después de la intervención, se aplicó el Post-test.

Tabla 9. Grupos en los que se realizó la intervención didáctica y que corresponden al grupo experimental y grupo control.

	Experimental		Control	
	grupo	alumnos	grupo	alumnos
2018-2	469A	27	434B	29
	465B	28	458B	28
	440A	26	437B	25
	466B	26	446B	27
2019-2	466B	18	469A	21
	440A	24	437B	17
Total		149		147

La estrategia didáctica en el grupo experimental se llevó a cabo en cuatro sesiones, dos de ellas de una hora y dos sesiones de dos horas, en total se llevó a cabo en seis horas. La estrategia didáctica en el grupo control se llevó al cabo en dos sesiones de una hora y una sesión de dos horas, en total se llevó al cabo en cuatro horas. Las actividades que realizaron al grupo experimental y al grupo control se desglosan en la Tabla 10.

Tabla 10. Comparación de las actividades que se realizaron durante la intervención didáctica en el grupo Experimental y Grupo control. El recuadro azul indica el momento en el que se utilizó la colección biológica de peces.

Actividades						
	Sesión previa (1 hora)	1ra sesión (1 hora)	2da sesión (2 horas)	3ra sesión (2 horas)	4ta sesión (1 hora)	Sesión posterior (1 hora)
<b>Grupo Experimental</b>	Pre-test	Cuestionario RA-P-RP  Reconoce a tu monstruo	¿Cómo clasificar la vida?  La clasificación y la diversidad de la vida  Carl Woese  Cuestionario “Cinco reinos y tres dominios”  Ejercicio de clasificación taxonómica	Uso de una colección biológica de peces para el estudio de la diversidad de los sistemas biológicos	Mapa conceptual guiado de clasificación  Cuestionario RA-P-RP	Post-test
	<b>Sesión previa (1 hora)</b>	<b>1ra sesión (1 hora)</b>	<b>2da sesión (2 horas)</b>	<b>3ra sesión (2 horas)</b>	<b>Sesión posterior (1 hora)</b>	
<b>Grupo Control</b>	Pre-test	Cuestionario RA-P-RP  Reconoce a tu monstruo	¿Cómo clasificar la vida?  La clasificación y la diversidad de la vida  Carl Woese  Cuestionario “Cinco reinos y tres dominios”  Ejercicio de clasificación taxonómica	Mapa conceptual guiado de clasificación  Cuestionario RA-P-RP	Post-test	

## Resultados y análisis estadístico

De la implementación de esta estrategia se describen los resultados correspondientes: **A)** Instrumento de evaluación (Pre-test / Post-test), **B)** Actividades del desarrollo y cierre de la estrategia didáctica, y **C)** Encuesta de opinión.

### **A) Instrumento de evaluación (Pre-test/Post-test)**

Se aplicaron 592 instrumentos de evaluación, con la finalidad de observar si existen diferencias significativas entre la aplicación de la estrategia didáctica acompañada del uso de la colección biológica (grupo experimental); en contraste, con la implementación de la estrategia sin el uso de la colección biológica (grupo control).

Se obtuvieron promedios del instrumento en ambos grupos, con éstos se evaluaron los supuestos subyacentes a los análisis paramétricos de normalidad, a través de la prueba de D'Angostino-Pearson, con el *software* estadístico NCSS versión 2001.

Asimismo, en la Tabla 11, se puede observar el valor de significancia (probabilidad), el cual es superior a 0.05 en cada uno de los grupos. Lo que significa que los promedios obtenidos de cada uno de los grupos presentan una distribución normal.

Posteriormente, se realizó una prueba de *t* de Student para muestras relacionadas con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas entre los promedios obtenidos de cada uno de los grupos que conforman al grupo experimental y control, en el Pre-test Vs Post-test, con ayuda del *software* SPSS versión 21. El análisis estadístico muestra **que existen diferencias significativas en todos los grupos**, con la excepción del grupo 458B, perteneciente al grupo control del semestre 2018-2, el cual no mostró diferencia significativa ( $t = 0.6$ ;  $gl = 27$ ;  $p = 0.553$ ) ver Tabla 12 y Gráficas 1A y 1B.

Tabla 11. Valores estadísticos de las pruebas de normalidad para cada uno de los grupos participantes y el valor de significancia (probabilidad). El subíndice 1 se refiere a grupos del semestre 2018-2 y el subíndice 2 a grupos del semestre 2019-2.

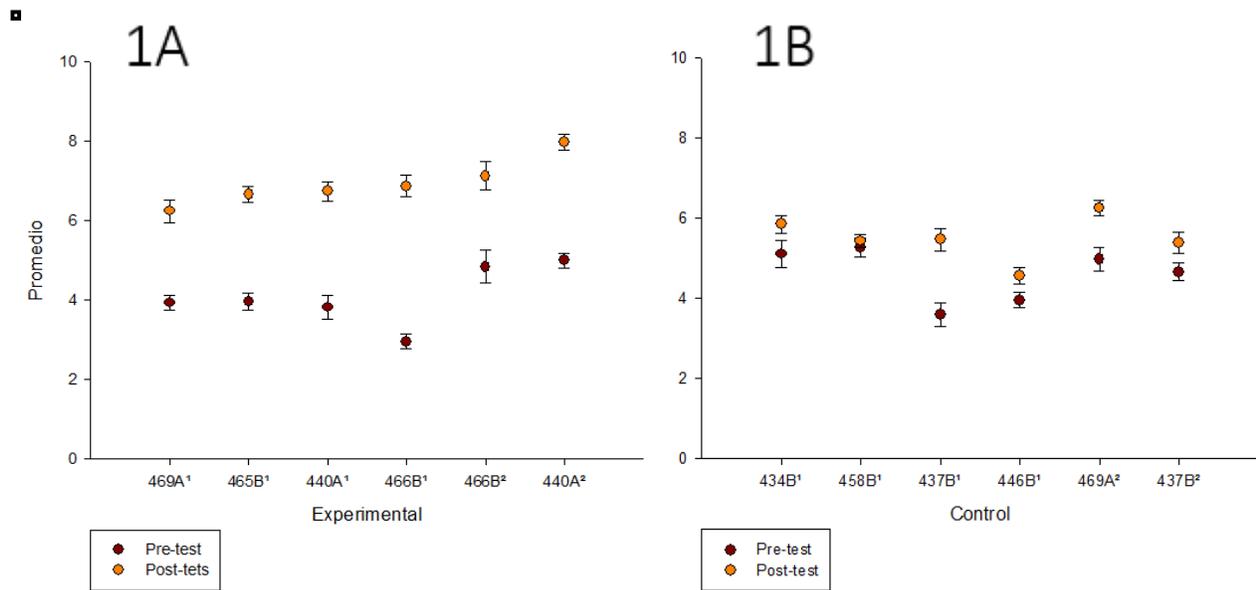
**Pruebas de normalidad de D'Agostino-Pearson**

Experimental	Estadístico	gl	$p$	Control	Estadístico	gl	$p$
469A <sub>1</sub>	1.684	27	.431	434B <sub>1</sub>	5.624	29	.060
465B <sub>1</sub>	.978	28	.613	458B <sub>1</sub>	1.037	28	.595
440A <sub>1</sub>	.980	26	.613	437B <sub>1</sub>	.485	25	.785
Pre-test 466B <sub>1</sub>	.713	26	.700	Pre-test 446B <sub>1</sub>	1.825	27	.402
466B <sub>2</sub>	1.949	18	.377	469A <sub>2</sub>	.039	21	.981
440A <sub>2</sub>	1.496	24	.473	437B <sub>2</sub>	1.017	17	.601
469A <sub>1</sub>	5.388	27	.068	434B <sub>1</sub>	4.852	29	.088
465B <sub>1</sub>	.567	28	.753	458B <sub>1</sub>	.338	28	.845
440A <sub>1</sub>	2.014	26	.365	437B <sub>1</sub>	.923	25	.630
Post-test 466B <sub>1</sub>	.825	26	.662	Post-test 446B <sub>1</sub>	.834	27	.659
466B <sub>2</sub>	.997	18	.607	469A <sub>2</sub>	.039	21	.981
440A <sub>2</sub>	.561	24	.755	437B <sub>2</sub>	.904	17	.636

Tabla 12. Salida de los valores de la prueba estadística  $t$  de Student para muestras relacionadas para cada uno de los grupos participantes, grados de libertad y el valor de significancia (probabilidad). El grupo 458B<sub>1</sub> no presenta diferencias significativas. El subíndice 1 refiere que son grupos del semestre 2018-2 y el subíndice 2 refiere a grupos del semestre 2019-2.

**Prueba de muestras relacionadas**

Pre-test Vs Post-test		$t$	gl	$p$ (bilateral)
<b>Experimental</b>	469A <sub>1</sub>	7.013	26	.000
	465B <sub>1</sub>	7.891	27	.000
	440A <sub>1</sub>	9.41	25	.000
	466B <sub>1</sub>	14.301	25	.000
	466B <sub>2</sub>	5.771	17	.000
	440A <sub>2</sub>	14.36	23	.000
<b>Control</b>	434B <sub>1</sub>	2.631	28	.014
	458B <sub>1</sub>	0.6	27	.553
	437B <sub>1</sub>	5.196	24	.000
	446B <sub>1</sub>	2.059	26	.049
	469A <sub>2</sub>	3.688	20	.001
	437B <sub>2</sub>	2.5	16	.024



Gráficas 1A y 1B. Promedio y dispersión de los datos obtenidos de la aplicación del instrumento de evaluación de la estrategia didáctica. En la Gráfica 1A se observa que existen diferencias significativas entre el Pre-test y el Post-test en el grupo experimental. En la Gráfica 1B, del grupo control a excepción del grupo 458B del semestre 2018-2 ( $t = 0.6$ ;  $gl = 27$ ;  $p = 0.553$ ), los demás grupos muestran diferencia significativa entre el Pre-test y el Post-test.

Para indagar si existen diferencias significativas entre la totalidad de promedios del grupo experimental y el grupo control, se realizó una prueba de  $t$  de Student para muestras independientes, con ayuda del *software* SPSS versión 21.

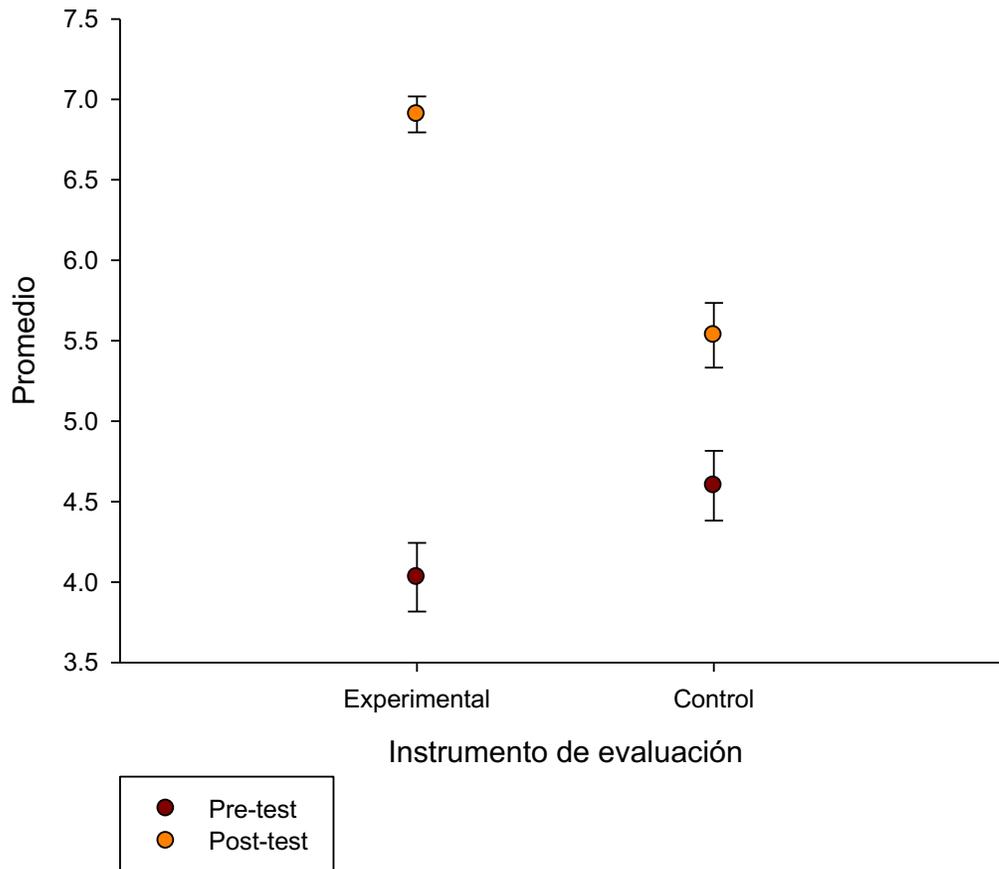
El Resultado del análisis estadístico indica que **existen diferencias significativas entre los grupos experimental y control para el instrumento de evaluación Pre-Test** ( $t = 2.439$ ;  $gl = 339$ ;  $p = 0.015$ ) y **en el Post-test** ( $t = -10.228$ ;  $gl = 339$ ;  $p < 0.05$ ). Ver Tabla 13 y Gráfica 2.

Tabla 13. Salida de los valores de la prueba estadística *t de Student* para muestras independientes.  $p < 0.05$ .

**Prueba de muestras independientes**

Instrumento de evaluación	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba <i>t</i> para la igualdad de medias		
	F	<i>p</i>	<i>t</i>	gl	<i>p</i> (bilateral)
Pre-test	.191	.662	3.483	294	.001
Post-test	1.041	.308	-9.102	294	.000

■



Gráfica 2. Se observan los promedios de los grupos experimental y control. En el grupo experimental la diferencia de los promedios obtenidos en cuanto al Pos-test, es mayor en relación con el grupo control.

## B) Actividades del desarrollo y cierre

Se consideran en este análisis, las actividades que forman parte del desarrollo: “Cuestionario cinco reinos y tres dominios” y “Ejercicio de clasificación taxonómica” y cierre: “Mapa conceptual guiado de los sistemas de clasificación” y “Cuestionario RA-P-RP” en su modalidad de evaluación final, todas las actividades se realizaron en los grupos de estudio Experimental y Control. Se obtuvieron promedios de cada una de las actividades y con ello se evaluó el supuesto de normalidad con la prueba de D’angostino-Pearson con ayuda del *software* estadístico NCSS versión 2000. A excepción de la actividad “Ejercicio de clasificación taxonómica” en el grupo control, los promedios obtenidos de **las actividades presentan una distribución normal** (Tabla 14).

Tabla 14. Valores estadísticos de la prueba de normalidad para cada una de las actividades de la estrategia didáctica y el valor de significancia (probabilidad),  $p < 0.05$ .

Pruebas de normalidad de D’Agostino-Pearson

Actividades		Estadístico	gl	<i>p</i>
Cuestionario cinco reinos y tres dominios	Experimental	1.590	148	.100
	Control	.511	146	.600
Ejercicio de clasificación taxonómica	Experimental	.780	148	.435
	Control	2.030	146	<b>.040</b>
Mapa conceptual guiado de los sistemas de clasificación	Experimental	.920	148	.350
	Control	1.870	146	.060
Cuestionario RA-P-RP	Experimental	.900	148	.360
	Control	1.530	146	.124

Por lo anterior, se realizaron pruebas de *t* de Student paramétrica para muestras independientes, para indagar si existen diferencias significativas entre los grupos experimental y control para cada una de las actividades que conforman el desarrollo y cierre.

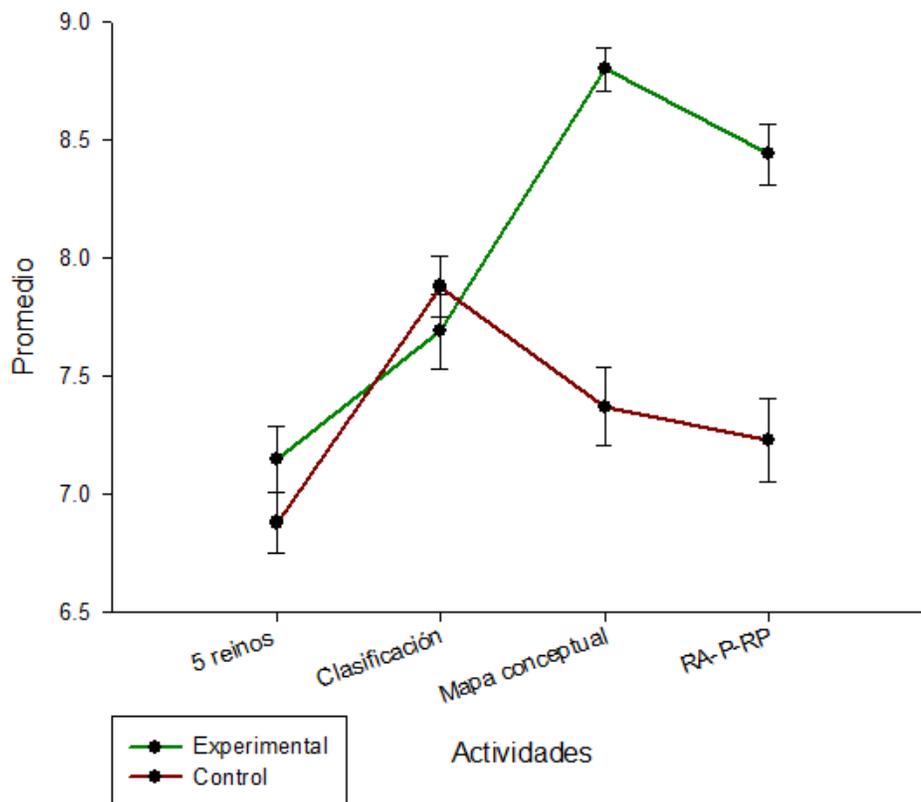
La prueba *t* de *Student* indicó que **no existen diferencias significativas entre las actividades que conforman la fase de desarrollo: “Cuestionario de los 5 reinos y tres dominios”** ( $t = 1.274$ ;  $gl = 146$ ;  $p = 0.205$ ) y **“Ejercicio de**

**clasificación taxonómica**” ( $t = -0.877$ ;  $gl = 146$ ;  $p = 0.382$ ) en ambos grupos de estudio.

En contraste, **sí existen diferencias significativas en las actividades “Mapa conceptual guiado de los sistemas de clasificación”** ( $t = 7.144$ ;  $gl = 144$ ;  $p < 0.001$ ) y **“Cuestionario RA-P-RP”** ( $t = 5.067$ ;  $gl = 146$ ;  $p < 0.001$ ) **entre los grupos experimental y control**. Ver Gráfica 3 y Tabla 15.

Se observa en esta comparación de promedios y dispersión, la influencia del uso de la colección biológica, es decir, el efecto se comprueba por la diferencia significativa de los promedios obtenidos de las actividades de cierre entre los grupos experimental y control.

■



Gráfica 3. Promedios y dispersión de las actividades de desarrollo y cierre de la estrategia didáctica. Existen diferencias significativas en las actividades “Mapa conceptual guiado de los sistemas de clasificación” ( $t = 7.144$ ;  $gl = 144$ ;  $p < 0.001$ ) y “Cuestionario RA-P-RP” ( $t = 5.067$ ;  $gl = 146$ ;  $p < 0.001$ ) entre los grupos experimental y control.

Tabla 15. Valores estadísticos y significancia ( $p < 0.05$ ) de la prueba  $t$  de Student para muestras independientes.

Prueba de muestras independientes			
Experimental Vs control	Prueba $t$ para la igualdad de medias		
	t	gl	$p$ (bilateral)
Cuestionario 5 reinos	1.274	146	.205
Extra-clase clasificación	-0.877	146	.382
Mapa conceptual guiado	7.144	144	.000
RA-P-RP	5.067	146	.000

### C) Resultados de la encuesta de opinión

Con la intención de conocer la percepción de los estudiantes y poder evaluar la implementación de la estrategia didáctica y el desempeño del profesor, de forma cualitativa; se diseñó y aplicó una encuesta de opinión (**Anexo 3**), en la que los estudiantes pudieran valorar tres aspectos: **i) Las actividades, ii) El dominio del tema por parte del profesor y iii) La mediación del profesor en el desarrollo de la estrategia implementada en el aula**. Para ello, se utilizó una escala de Likert con las opciones: **totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, de acuerdo y totalmente de acuerdo**. También se solicitó a los estudiantes que argumentaran su respuesta en cada una de las preguntas y que redactaran un comentario final. La encuesta de opinión se aplicó en la última intervención didáctica (semestre 2019-2) a un total de 42 estudiantes en dos grupos y solo al grupo experimental. A los estudiantes se les indicó el objetivo de la encuesta y, su carácter anónimo y confidencial.

#### i) Las actividades

Para la evaluación de las actividades correspondientes a los tres momentos del aprendizaje, la encuesta propone afirmaciones en las que el estudiante valora si la actividad **fue novedosa y aprendió algo nuevo**. Se consideraron las siguientes actividades en la encuesta de opinión:

- **“Reconoce a tu monstruo”** (apertura)
- **“Uso de una colección biológica de peces para el estudio de la diversidad de los sistemas biológicos”** (desarrollo)
- **“Mapa conceptual guiado de los sistemas de clasificación”** (cierre)
- **Las tres actividades en su conjunto**

Los resultados muestran en cuanto a cada una de las actividades lo siguiente:

#### **“Reconoce a tu monstruo”**

El 75% de los estudiantes encuestados opinan estar totalmente de acuerdo en que la actividad “Reconoce a tu monstruo” fue novedosa y aprendió algo nuevo. Mientras que el 25% de los estudiantes indicaron estar de acuerdo. A continuación, se transcriben tres testimonios elegidos al azar:

- “Fue algo novedoso para mí ya que fue una actividad entretenida y divertida pues empleo algo que fuera por así decirlo llamar la atención y sin parecer o hacerla tediosa *[sic]*”
- “Sí, aprendí a establecer grupos de similitudes entre especies para organizar un árbol filogenético *[sic]*”
- “Fue novedosa, me gustó porque me gusta clasificar cosas y crear relaciones y pensé que era raro por hacerlo, para mí fue una buena actividad *[sic]*”

#### **“Uso de la colección biológica de peces para el estudio de la diversidad de los sistemas biológicos”**

El 100% de los estudiantes encuestados opinan estar totalmente de acuerdo en que la actividad “Uso de una colección biológica de peces para el estudio de la diversidad de los sistemas biológicos” fue novedosa y aprendieron algo nuevo. A continuación, se transcriben tres testimonios elegidos al azar:

- “Muy pocos profesores hacen estas actividades y es diferente aprender didácticamente a pura teoría [sic]”
- “Fue una actividad que me generó emoción, trabaje muy bien con mi equipo, el poder trabajar con organismos es una manera perfecta de que nosotros como jóvenes aprendamos a partir de la experimentación [sic]”
- “Aprendí mucho sobre la morfología de diferentes peces y cómo clasificarlos desde el punto morfológico, aparte de dinámica me gustó mucho, es algo que platicar con mi familia [sic]”

-

### **“Mapa conceptual guiado de los sistemas de clasificación”**

El 68% de los estudiantes encuestados opinan estar totalmente de acuerdo en que la actividad “Mapa conceptual guiado de los sistemas de clasificación” fue novedosa y aprendí algo nuevo. Mientras que el 32% de los estudiantes indicaron estar de acuerdo. A continuación, se transcriben tres testimonios elegidos al azar:

- “Reforzó lo que aprendí, ya que me ayudo a conectar mejor las ideas que aún estaban dispersas [sic]”
- “Esta sesión fue la mejor para mí, reafirmé ciertos conceptos que no me quedaban claro y pude mejorar la relación que tenía con mis compañeros de equipo [sic]”
- “Si pues es como compactar y resumir los aprendizajes, además de relacionar todo [sic]”

-

### **Las actividades en su conjunto**

El 82% de los estudiantes encuestados opinan estar totalmente de acuerdo en que Las actividades en su conjunto fueron novedosas y aprendieron algo nuevo. Mientras que el 18% de los estudiantes indicaron estar de acuerdo. A continuación, se transcriben tres testimonios elegidos al azar:

- “Si, las actividades fueron proporcionales al conocimiento previo adquirido en clases anteriores y gradualmente se fue introduciendo de forma muy motivada e interesante para la adquisición de nuevos conocimientos y métodos *[sic]*”
- “Me gustaron mucho las actividades, fueron dinámicas y llamaron mucho mi atención ya que no fueron pura teoría, gracias a las actividades pude saber los tres dominios *[sic]*”
- “Son sencillas y fáciles de entender, son didácticas y permiten a los estudiantes interactuar más con lo que nos rodea *[sic]*”

#### ii) El dominio del tema por parte del profesor

El 100% de los estudiantes encuestados opinan estar totalmente de acuerdo en que “El profesor mostró dominio de la temática, así como del desarrollo de las actividades durante las tres sesiones de su práctica docente”. A continuación, se transcriben tres testimonios elegidos al azar:

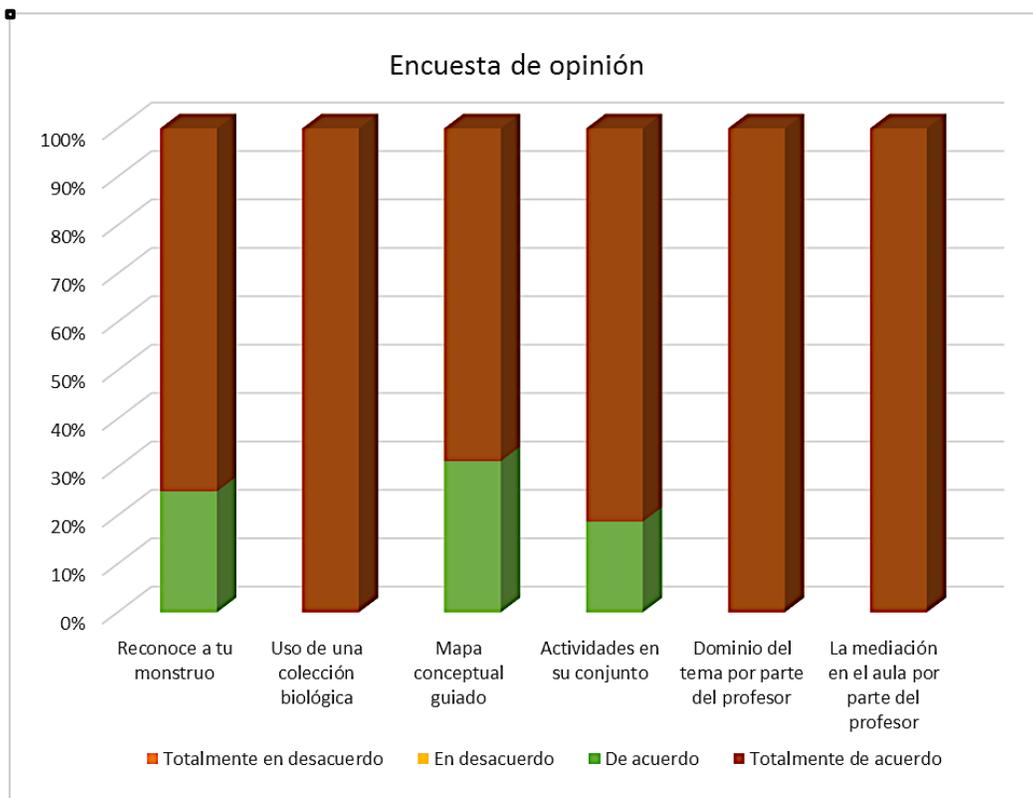
- “Respondió adecuadamente a las dudas que se generaron entre los compañeros, explicó correctamente cada parte de un tema para que fuera más fácil comprenderlo. Se nota que maneja muy bien el tema y sabe trabajar con jóvenes *[sic]*”
- El profesor domina muy bien los temas y desarrolla correctamente las actividades *[sic]*”
- “Completamente, desde la primera sesión se me hizo divertida su clase. Les conté a mis padres de la dinámica de los monstruos. Casi no platico con ellos acerca de la escuela *[sic]*”

### iii) La mediación del profesor en el desarrollo de la estrategia implementada en el aula.

El 100% de los estudiantes encuestados opinan estar totalmente de acuerdo en que “El profesor guio de forma respetuosa, adecuada, clara y ágil el desarrollo de las actividades”. A continuación, se transcriben tres testimonios elegidos al azar:

- “Si, era muy práctico y claro en las instrucciones, además de dar el tiempo adecuado para cada actividad [sic]”
- “Siempre se dirigió con respeto a todos y sí, las actividades fueron bien planeadas y ejecutadas [sic]”
- “Si, nos tuvo mucha paciencia y nunca fue grosero. No me gusto que las actividades tuvieran un tiempo definido [sic]”

En la Gráfica 4, se muestran los porcentajes de las respuestas de la encuesta de opinión.



Gráfica 4. Porcentajes de las respuestas de la encuesta de opinión.



# CAPÍTULO VI

## Discusión y conclusiones



Discusión y Conclusiones.....	70
-------------------------------	----

## Discusión y conclusiones

Con la implementación de la estrategia didáctica planteada, que incluye el uso de una colección biológica de peces, queda de manifiesto que la identificación y clasificación de los sistemas vivos es un proceso indispensable que permite al estudiante comprender el manejo y conocimiento de la diversidad biológica; la cual se define como la variedad y variabilidad de los sistemas vivos y de los ecosistemas que ellos integran. Por los resultados obtenidos, se puede decir que el uso de la colección biológica permitió la apropiación del aprendizaje **“conoce los criterios utilizados para clasificar a los sistemas biológicos en cinco reinos y tres dominios”**. Lo cual se evidenció en primer lugar, por la diferencia observada entre los promedios obtenidos a través del instrumento de evaluación, entre el Pre-test y el Post-test; además, que dentro de las actividades de cierre de la estrategia didáctica, aquellos grupos que tuvieron acceso al uso de la colección biológica (manipulación, identificación, clasificación y presentación de sus resultados) mostraron mejores promedios y además, lograron una mejor integración de los conceptos en el mapa conceptual guiado; en comparación con los estudiantes que no tuvieron acceso a la colección biológica. Además, el trabajo que subyace, en particular con el uso de la colección biológica, permitió evidenciar a través de los instrumentos de opinión, el entusiasmo de los estudiantes al manipular organismos marinos que sólo son visibles en figuras o en videos. Lo que les permitió, además, hacer significativo el aprendizaje en su vida cotidiana.

La pérdida de especies es una preocupación constante, una propuesta para la conservación de la biodiversidad es la de inventariarla, la urgencia de esta tarea se justifica por la necesidad de catalogar especies. Por ello, la sistemática juega un papel crucial en el logro de este objetivo, porque es capaz de proporcionar los nombres de componentes de los listados de especies que apoyan la integración de un inventario de biodiversidad; que contribuirá primero al conocimiento de la biodiversidad y en consecuencia a estar proclives a resolver la pérdida de esta. Con el uso de la colección biológica y su clave dicotómica, los alumnos aprenden la

importancia de las colecciones biológicas como elementos naturales representativos de la biodiversidad y que las claves dicotómicas son una herramienta más en la determinación e identificación de los sistemas biológicos, necesaria para el inventario de la biodiversidad.

Por lo anterior, esta estrategia didáctica contribuyó a la formación de los estudiantes de la asignatura de Biología II en su carácter integrador, a que los estudiantes identifiquen los procesos que han favorecido la diversificación de los sistemas biológicos y que comprendan que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo. Por lo que el estudiante al estar en contacto con los ejemplares de la colección biológica, observar su anatomía y, además, discutir en plenaria sobre las adaptaciones morfológicas de los ejemplares analizados; puede interpretar la evolución como el proceso por el que los sistemas biológicos cambian a través del tiempo y comprender que el resultado de ésta es la diversidad biológica. En plenaria, los estudiantes describen la familia a la pertenece el ejemplar analizado, así como la función de ciertas características que son interpretadas como adaptaciones al medio y la función de los ejemplares en su ecosistema, además esta discusión propicia una reflexión desde la visión ecológica, de la explotación como un recurso económico y su impacto en el ambiente cuando se disminuyen las poblaciones por las actividades humanas. Por lo anterior, bajo este esquema de reflexión propiciado por la discusión en plenaria de los resultados; el estudiante se reconoce a sí mismo como parte de la naturaleza y en consecuencia valora la importancia de conservar la diversidad biológica, las relaciones entre los sistemas biológicos y su ambiente. Es consciente también, del impacto que las actividades humanas como la pesca intensiva y la evasión de vedas, en la pérdida de la diversidad biológica marina. En consecuencia, esta estrategia integradora y de cierre en su conjunto, permitió observar en el estudiante una reflexión, un cambio de conducta y apropiación de valores respecto a la biodiversidad.

En cuanto a la valoración cuantitativa de la implementación de la estrategia didáctica, se observa que:

- Existen diferencias significativas ( $t=-10.228$ ;  $gl=339$ ;  $p < 0.05$ ) entre el uso de la colección biológica de peces, en contraste, a la ausencia de esta en la estrategia didáctica.
- Se observa el efecto del uso de la colección biológica integrada a la estrategia didáctica en las actividades de cierre, donde los estudiantes obtienen un mejor desempeño en las actividades del mapa conceptual guiado y en el cuestionario RA-P-RP.
- La estrategia didáctica logró en los estudiantes aprendizajes significativos observados de forma cualitativa, a través del análisis de los resultados de la encuesta de opinión analizados.
- Los estudiantes vivenciaron a través de la estrategia didáctica los aprendizajes teórico-procedimentales y actitudinales del PEA (2016):
  - Conoce los criterios para clasificar a los sistemas biológicos en cinco reinos y tres dominios.
  - Reconoce la importancia del papel de la sistemática en la conservación de la biodiversidad.
  - Comunicar de forma oral y escrita los resultados empleando un vocabulario científico.
  - Muestra actitud favorable hacia el trabajo colaborativo.

Se sabe que los aprendizajes son observables a corto, mediano y largo plazo. La implementación de esta estrategia didáctica tuvo frutos a corto plazo a través de los resultados observados y reportados. A mediano plazo, es grato comentar que cuatro estudiantes de diferentes grupos en los que se aplicó esta estrategia mostraron un interés intrínseco, al buscar la asesoría para llevar a cabo una investigación extraescolar. Por lo que estos estudiantes formaron un pequeño grupo

de investigación escolar, el cual tuve la oportunidad de asesorar. Se propuso trabajar en analizar los contenidos estomacales de poblaciones de peces exóticos invasores (Tilapia) de la región lacustre de la alcaldía de Xochimilco, y compararlas con contenidos estomacales reportados en sus ecosistemas de origen, para indagar si existían diferencias en las dietas de los mismos grupos de peces establecidos en un ecosistema diferente. Los resultados de esta investigación escolar demostraron que los peces analizados, a pesar de estar en diferentes ecosistemas, mantenían su nicho trófico. Un aspecto relevante de este trabajo de investigación fue que los estudiantes encontraron restos de plástico en los tractos digestivos. Esta experiencia tuvo su origen en la participación de la estrategia didáctica implementada y de las preguntas que se plantearon estos estudiantes en plenaria: ¿De qué se alimentan los peces? y ¿Qué relación existe con las adaptaciones bucales que observaron del manejo de los ejemplares de la colección biológica?

Durante el desarrollo del protocolo de investigación y el desarrollo de la misma, los estudiantes mostraron dominio del vocabulario y de la manipulación de ejemplares, habilidades como la búsqueda de información, establecimiento de objetivos, hipótesis, escritura del protocolo y del informe, desarrollo de la investigación, obtención de resultados y presentación de los mismos en un evento académico. Los resultados de esta investigación fueron presentados por los alumnos en el “Primer Encuentro Estudiantil de Iniciación a la Investigación” con trabajo “Comparación de la ecología trófica de *Oreochromis niloticus*, en el Lago de Xochimilco, México, con el Lago de Naivasha, Kenia” evento organizado por la Secretaría de Servicios de Apoyo al Aprendizaje de la Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades en abril de 2019.

Por lo anterior, tal como lo señala Edward O. Wilson (2017), se necesita de un renacimiento al estilo linneano en la clasificación de las especies y sus interacciones, ante nuestro incompleto conocimiento taxonómico que impide proteger la biodiversidad. Para este mismo autor, el descuido continuo de la investigación sobre la biodiversidad impide el progreso de la conservación de la vida en todos los niveles y en todos los grupos taxonómicos. También disminuye la

capacidad de enfrentar uno de los mayores desafíos para las ciencias biológicas: el origen, la evolución y el equilibrio de los ecosistemas. Ante esta problemática, Wilson señala que un renacimiento linneano, permitirá documentar cada una de las millones de especies de la Tierra que aún sobreviven, así como su papel en la biósfera.

Por lo que este tipo de estrategias didácticas que involucran el uso de colecciones biológicas, permiten al estudiante un acercamiento real con los ejemplares de un grupo taxonómico. Así también les permite vivenciar la taxonomía, el trabajo de identificación y denominación; la clasificación de los sistemas biológicos es una unidad indispensable en cualquier plan de estudios de biología y, de hecho, una parte integral de las ciencias biológicas. La taxonomía sigue siendo un campo especialmente dinámico, en la actualidad los nuevos datos moleculares, principalmente las secuencias de DNA están disponibles para un número cada vez mayor de organismos y ofrecen desde un aspecto metodológico una forma de cuantificar la similitud genética. Por lo que, con datos de secuencias de DNA, datos morfológicos, bioquímicos, entre otros, los investigadores se esfuerzan por construir relaciones de parentesco entre los organismos. Así, los sistemas de clasificación modernos son hipótesis de las relaciones filogenéticas entre las especies, es decir de la historia de la evolución de los sistemas biológicos (Case, 2008).

En cuanto al aprendizaje abordado en esta estrategia didáctica y su enseñanza, concluyo que hemos sido testigos de los nuevos conceptos, teorías y de su incorporación a nuestro ejercicio docente. El ejemplo, lo constituye el enfoque de clasificación de los cinco reinos y los tres dominios. Sin embargo, aunque siguen los debates científicos sobre el número de reinos y que organismos deben ser incluidos en cada uno, el sistema de cinco reinos de Robert Whittaker, ofrece una forma fácil desde el punto de vista pedagógico y funcional de organizar la diversidad biológica. Sin embargo, es necesario contextualizar el sistema de clasificación de los tres dominios en su justa medida, por un lado, describimos a los estudiantes que el sistema de cinco reinos se rige por las características morfológicas y funcionales,

mientras que el sistema de los 3 dominios implica una visión filogenética de los sistemas biológicos a partir de caracteres moleculares.

Para la mayoría de los docentes es útil la distinción entre procariotas y eucariotas, nuestro programa de estudios destaca la importancia de estos dos tipos de células así como un fuerte apoyo al sistema de cinco reinos de Whittaker y los tres dominios de Woese, sin embargo sin embargo, se enfatiza en que este sistema se basa exclusivamente en datos moleculares, varios autores señalan que el sistema de cinco reinos tiene un valor pedagógico para los estudiantes en la comprensión de la biodiversidad "proporciona una visión sinóptica del mundo viviente". La necesidad de esta "visión sinóptica" refuerza las principales fortalezas del sistema de Whittaker: su simplicidad y sus estrechos lazos con principios ecológicos y celulares comprensibles. La agrupación de organismos según la estructura celular y función ecológica propuesta por Whittaker constituye una visión manejable y conceptualmente un esquema agradable, que parece difícil de abandonar, a pesar de sus reconocidas deficiencias (Hagen, 2012).



# LITERATURA CITADA



## Literatura citada

- Acerca Ciencia. (2018). **Clasificación de los seres vivos**. Recuperado el 9 de enero de 2018, de <https://www.acercaciencia.com/2013/05/13/clasificacion-de-los-seres-vivos/>
- Aguilar-Barojas, S. (2005). **Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud**. Salud en Tabasco, 11 (1-2), 333-338.
- Barreto, C. H., Gutiérrez Amador, L. F., Pinilla Díaz, B. L., y Parra Moreno, C. (2006). **Límites del constructivismo pedagógico**. Educación y Educadores, 9 (1), 11-31.
- Carrillo, T. C. (2004). **La diversidad biológica de México**. Tercer Milenio, México. 69 pp.
- Case, E. (2008). **Teaching taxonomy: how many kingdoms?**. The American Biology Teacher, 70(8), 472-477.
- Castillo, S. (2008). **Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática**. Revista latinoamericana de Investigación en matemática educativa, 11(2), 171-194.
- Colegio de Ciencias y Humanidades. (1971). **Gaceta Amarilla 1971**. Recuperado el 8 de diciembre de 2017, de <https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/actualizacion2012/Gacetamarilla.pdf>
- Colegio de Ciencias y Humanidades. (1996). **PEA 1996**. Recuperado el 4 de diciembre de 2017, de <https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/actualizacion2012/Plan1996.pdf>
- Colegio de Ciencias y Humanidades. (2003). **PEA 2003**. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de <https://www.cch.unam.mx/programasestudio2003>

- Colegio de Ciencias y Humanidades. (2006) **Orientación y Sentido de las Áreas del Plan de Estudios Actualizado**. Recuperado el 23 de octubre de 2017, de <https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/actualizacion2012/Sentidoareas.pdf>
- Colegio de Ciencias y Humanidades. (2006). **Plan General de Desarrollo 2006-2010**. Recuperado el 14 de febrero de 2018, de <https://www.cch.unam.mx/planeseinformes/2006-2010>
- Colegio de Ciencias y Humanidades. (2008). **Protocolo de equivalencias para el ingreso y la promoción de los Profesores Ordinarios de Carrera**. Recuperado el 7 de febrero de 2018, de [http://www.cch.unam.mx/comunicacion/sites/www.cch.unam.mx/comunicacion/files/suplementos/2008/05/suple\\_0004230508.pdf](http://www.cch.unam.mx/comunicacion/sites/www.cch.unam.mx/comunicacion/files/suplementos/2008/05/suple_0004230508.pdf)
- Colegio de Ciencias y Humanidades. (2010). **Plan General de Desarrollo 2010-2014**. Recuperado el 14 de febrero de 2018, de <https://www.cch.unam.mx/planeseinformes/2010-2014>
- Colegio de Ciencias y Humanidades. (2013). **Diagnostico Institucional 2013**. Recuperado el 28 de octubre de 2017, de [https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/actualizacion2012/diagnostico\\_institucional\\_r2013.pdf](https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/actualizacion2012/diagnostico_institucional_r2013.pdf)
- Colegio de Ciencias y Humanidades. (2013). **Propuesta de la Comisión Especial Examinadora a partir del análisis del Documento Base para la Actualización del Plan de Estudios**. Recuperado el 20 de octubre de 2017, de [https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/Propuesta\\_CEE\\_DB\\_web.pdf](https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/Propuesta_CEE_DB_web.pdf)
- Colegio de Ciencias y Humanidades. (2016). **PEA 2016**. Recuperado el 5 de diciembre de 2017, de <https://www.cch.unam.mx/programasestudio>
- Coll, C. (2000). **El constructivismo en la práctica**. Claves para la innovación educativa, Barcelona, Editorial Laboratorio Educativo, 14-17.

**Conocimientos Fundamentales para la Enseñanza Media Superior** (2008). Una propuesta de la UNAM para su bachillerato. UNAM, México. Recuperado el 11 de agosto de 2020, de [https://www.cab.unam.mx/nucleo\\_con/con\\_fun\\_2008/completa.pdf](https://www.cab.unam.mx/nucleo_con/con_fun_2008/completa.pdf)

Copeland, H. F. (1956). **The classification of lower organisms**. The classification of lower organisms.

Corral, Y. (2009). **Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos**. Revista Ciencias de la educación. Vol.19, n.33, pp: 228-247.

Cronbach, L. J. (1951). **Coefficient alpha and the internal structure of tests**. Psychometrika, 16(3), 297-334.

Curtis, H. (1968). **Biology**. Worth. Publishers, Inc., New York. 862 pp.

Davis, S. L. (2012). **Applying the scientific method & phylogenetics to understand the transition from kingdoms to domains: does one plus one equal five, six, or three?** The american biology Teacher, 74(5), 332-334.

Díaz-Barriga, F. (1998). **Una aportación a la didáctica de la historia. La enseñanza-aprendizaje de habilidades cognitivas en el bachillerato**. Perfiles Educativos, 12, 1-23.

Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2010). **Estrategias docentes para un aprendizaje significativo una interpretación constructivista**. México: Mc Graw-Hill Interamericana.114 pp.

Gayford, C. (2000). **Biodiversity education: a teacher's perspective**. Environmental Education Research, 6(4), 347-361.

Hagen, J. B. (2012). **Five kingdoms, more or less: Robert Whittaker and the broad classification of organisms**. [Version electrónica]. BioScience, 62(1), 67-74.

- Herbias, F.C. (2017). **Aprendizaje basado en problemas para el logro de competencias en la Asignatura de Anatomía Patológica en Internos de Tecnología Médica del X ciclo de la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle**. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Educación. Lima, Perú. 117 pp.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). **Metodología de la Investigación**. México: Ediciones McGraw Hill. 613 pp.
- Hoban, S. y Vernesi, C. (2012). **Challenges in global biodiversity conservation and solutions that cross sociology, politics, economics and ecology**. *Biology Letters*, 8(6), 897-899.
- Hogan, T. (2004). **Pruebas psicológicas. Una introducción práctica**. México D.F. Manual Moderno. 497 pp.
- Kaplan, R. y Saccuzzo, D. (1982). **Psychological testing: Principles, applications and issues**. Monterey, CA: Brooks/Cole Publishing Company.
- Keeton, W.T. (1967). **Biological Science**. Norton and Company Inc.
- Luna, R.C.M., Ávila, A. M., Bautista, A. M. A., Bernal, E. O., Centeno, C. F: Hernández, A. M. Y., Hernández, C. L. A., Herrera, V. L., Razo, B. D. y Rodríguez, A. J. G. (2013). **Entre sierra y bacalao, ponte trucha e identifica a tu lenguado. Uso de una clave taxonómica para la identificación de familias de peces**. En informe de área complementaria 2013-2014. Rodríguez-Arteaga J. G. y Hernández-Carbajal L. A., Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Oriente. UNAM.
- Margulis, L. (1992). **Biodiversity: molecular biological domains, symbiosis and kingdom origins**. *Biosystems*, 27: 39-51.
- Margulis, L. y Chapman, M. J. (2009). **Kingdoms and Domains: An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth**. 4th ed. Academic Press.
- Miller, K.R. y Levine, J. (2004). **Biology**. Prentice Hall. Boston, MA, EEUU. 1128 pp.

Mora, C., Tittensor, D. P., Adl, S., Simpson, A. G., y Worm, B. (2011). **How many species are there on Earth and in the Ocean?**. PLoS Biology, 9 (8).

**Núcleo de conocimientos y formación básicos que debe proporcionar el bachillerato de la UNAM** (2001). Consejo Académico del Bachillerato, UNAM, México. Recuperado el 20 de junio de 2020, de [http://www.cab.unam.mx/nucleo\\_con/nucleoa.html](http://www.cab.unam.mx/nucleo_con/nucleoa.html)

Objetos UNAM. (S.F.). **Diversidad de los Seres Vivos**. Recuperado el 15 de agosto de 2017, de <http://www.objetos.unam.mx/biologia/diversidadSeresVivos/>

Pace, N. R. (1997). **A molecular view of microbial diversity and the biosphere**. Science, 276(5313), 734-740.

Páez, M. A. (2011). **Planeación de un museo sobre la biodiversidad: estudio previo**. Tesis para Maestra en Filosofía de la Ciencia. UNAM. Posgrado en Filosofía de la Ciencia.

Peirce, S. K. (1999). **Three domains, not five kingdoms: a phylogenetic classification system**. The American Biology Teacher 61, 132-136.

Pérez-Ransanz, A.R. (22-24 de octubre de 2008). Las Emociones en la Ciencia y en el Arte. IIF, UNAM. seminario de Filosofía como Ciudad de las Ciencias y las Artes. Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Valencia, España.

Pisupati, B. (2015). **The science and art of species**. Current Science, 108(12), 2149–2150.

Preedy, V. R., y Watson, R.R. (2010). **Handbook of disease burdens and quality of life measures**. Springer. New York. 4230 pp.

Quijano, P. L. (2011). **Diseño de una cartilla sobre biodiversidad integrando el modelo constructivista y la enseñanza para la comprensión**. Tesis para magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia.

Randler, C. (2008). **Teaching species identification—A prerequisite for learning biodiversity and understanding ecology**. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 4(3), 223-231.

Santos, I. E. M., y Téllez, J. R. (2013). **La identificación y clasificación de organismos vivos en el contexto de la transformación curricular para formar profesores que imparten Biología/Identification and classification of living organism in the context of remodeling the curriculum for the tr**. Transformación, 9 (2), 45-57.

Simmons, J.E. y Muñoz-Saba, Y. (2005). **Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas**. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 288 pp.

Simpson, AGB y AJ Roger. (2003). **The Real Kingdoms of Eukaryotes**. Current Biology 14 (7): 693-696.

**Simulaciones en línea que potencian la investigación y la comprensión**. (2020). Gizmos website. Recuperado 18 de noviembre de 2020, de: <https://www.explorellearning.com/>

Strickberger, M. W. (1993). **Evolución Dobzhansky, T. et al**. Barcelona. 576 pp.

**Taxonomy, Classification, and Dichotomous Keys**. (2020). Recuperado 18 de noviembre de 2020, de pamishan website: <https://www.biologycorner.com/worksheets/pamishan.html>

Tébar, L. (2003). **El perfil del profesor mediador**. Madrid: Aula XXI/ Santillana. 408 pp.

UICN. (1994). **Categorías de las Listas Rojas de la UICN**. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Gland, Switzerland. 22 pp.

Universidad Nacional Autónoma de México. (2001). **Memoria 2001**. Dirección General de Planeación. Recuperado el 2 de noviembre de 2017, de <https://www.planeacion.unam.mx/Memoria/2001/pdf/en-cch.pdf>

- Universidad Nacional Autónoma de México. (2002). **Memoria 2002**. Dirección General de Planeación. Recuperado el 2 de noviembre de 2017, de <https://www.planeacion.unam.mx/Memoria/2002/pdf/en-cch.pdf>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2004). **Memoria 2004**. Dirección General de Planeación. Recuperado el 2 de noviembre de 2017, de <https://www.planeacion.unam.mx/Memoria/2004/pdf/en-cch.pdf>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2006). **Memoria 2006**. Dirección General de Planeación. Recuperado el 2 de noviembre de 2017, de <https://www.planeacion.unam.mx/Memoria/2006/pdf/101-cch.pdf>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (S.F.). **¿Cómo Ingreso a la UNAM?** Recuperado el 3 de junio de 2018, de [https://www.escolar.unam.mx/ingreso\\_unam](https://www.escolar.unam.mx/ingreso_unam)
- Vera, J. (1981). **Momias Chinchorro de preparación complicada del Museo de Historia Natural de Valparaíso: 3290 y 3060 AC**. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (Vol. 14, pp. 5-17).
- Vilches, A. M., Legarralde, T. I., y Berasain, G. (2012). **Elaboración y uso de claves dicotómicas en las clases de biología**. Actas III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina.
- Whittaker, R. H. (1959). **On the broad classification of organisms**. The Quarterly review of biology, 34(3), 210-226.
- Whittaker, R. H. (1969). **New concepts of kingdoms of organisms**. Science, 163(3863), 150-160.
- Wilson, E. O. (2017). **Biodiversity research requires more boots on the ground**. Nature Ecology & Evolution, 1(11), 1590-1591.
- Wilson, E. O. (2017). **Biodiversity research requires more boots on the ground**. Nature Ecology & Evolution, 1(11), 1590-1591.



# ANEXO I

¡Mamá se metió otro pejelagarto!

---

I. Apertura.....	i
II. Desarrollo.....	iii
III. Cierre.....	.xxv
IV. Rúbricas de evaluación.....	xxi



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA ENSEÑANZA MEDIA**  
**SUPERIOR (MADEMS)**  
**COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES**  
**PLANTEL ORIENTE**



## ¡Mamá se metió otro pejelagarto!

Estrategia didáctica<sup>1</sup> basada en el uso y aprovechamiento de una colección biológica de peces, para el estudio del tema **Diversidad de los sistemas biológicos en el bachillerato**.



BIOLOGÍA II (PEA, 2016)

### Unidad 1. ¿Cómo se explica el origen, evolución y diversidad de los sistemas biológicos?

**Propósito:** El alumno identificará los procesos que han favorecido la diversificación de los sistemas biológicos a través del análisis de las teorías que explican su origen y evolución para que comprenda que la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo.

### Tema 3. Diversidad de los sistemas biológicos

- **Subtema:** Características generales de los dominios y los reinos.

*Elaboró: Biol. Celso Miguel Luna Román*

---

<sup>1</sup> ESTRATEGIA DIDÁCTICA. RUBRO I-B. Es el conjunto estructurado de elementos que se planean para guiar las actividades del profesor y de los alumnos para el logro de los aprendizajes, a partir de los propósitos generales del curso, señalados en los programas vigentes. Por su naturaleza, la estrategia didáctica debe ser flexible e incluir los siguientes elementos: a) aprendizajes, b) procedimientos, técnicas, actividades o tareas, c) recursos y materiales didácticos, d) sugerencias de evaluación. Los elementos deben mantener una vinculación coherente entre ellos y con el método de trabajo en el que se enmarca el área de conocimientos correspondiente. Tendrá que incluir ejemplos de su aplicación. En caso de ser interactiva debe utilizar un *software* de preferencia de uso libre para presentarse en línea o para usarse en el pizarrón electrónico. Protocolo de equivalencias para el ingreso y la promoción de los profesores ordinarios de carrera del Colegio de Ciencias y Humanidades. Suplemento Especial, Gaceta CCH, Número 4, 23 de mayo de 2008.

## Aprendizajes

Declarativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conoce los criterios utilizados para clasificar a los sistemas biológicos en cinco reinos y tres dominios.</b></li> <li>• Reconoce la importancia de la clasificación en la conservación de la biodiversidad.</li> <li>• Conoce la utilidad del uso de las claves de identificación en la determinación y clasificación de sistemas biológicos.</li> <li>• Reconoce la importancia de las colecciones biológicas como acervos para el conocimiento de la biodiversidad.</li> </ul>
Procedimentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza los criterios de clasificación para identificar hasta nivel de familia una colección biológica.</li> <li>• <b>Aplica habilidades para recopilar, organizar, analizar y sintetizar la información confiable proveniente de diferentes fuentes que contribuyan a la comprensión de la diversidad de sistemas biológicos.</b></li> <li>• <b>Realiza investigaciones en las que aplica conocimientos y habilidades, al fomentar actividades con las características del trabajo científico y comunicará de forma oral y escrita los resultados empleando un vocabulario científico.</b></li> </ul>
Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Muestra actitudes favorables hacia el trabajo colaborativo.</b></li> </ul>

### Actividades por realizar (6 horas)

#### I. **Apertura** (1 hora)

- Evaluación diagnóstica. Cuestionario RA-P-RP.
- Actividad 1. “Reconoce a tu monstruo”. Determinación de organismos hipotéticos y sus criterios para reconocerlos.

#### II. **Desarrollo** (4 horas)

- Actividad 2. Artículo de divulgación “¿Cómo clasificar la vida?” (Lectura colaborativa en equipo y análisis del artículo).
- Actividad 3. Exposición por parte del profesor: “La clasificación y la diversidad de la vida”.
- Actividad 4. Artículo de divulgación “Carl Woese” (Lectura grupal y dirigida por el profesor).
- Actividad 5. Cuestionario “Cinco reinos y tres dominios”.
- Actividad 6. “Ejercicio de clasificación taxonómica” (extraclase).
- Actividad 7. “Uso de una colección biológica de peces para el estudio de la diversidad de los sistemas biológicos”.

#### III. **Cierre** (1 hora)

- Actividad 8. Mapa conceptual guiado de los sistemas de clasificación.
- Actividad 9. Cuestionario RA-P-RP.

#### IV. **Rúbricas de evaluación**

## I. Apertura

- Evaluación diagnóstica. [Cuestionario RA-P-RP](#)

**Instrucciones:** Con la siguiente tabla (RA-P-RP) y en equipo, contesta sólo en la columna de la izquierda las preguntas. Al terminar entrega la tabla al profesor.

<b>Respuesta Anterior (RA)</b>	<b>Pregunta (P)</b>	<b>Respuesta Posterior (RP)</b>
	<b>¿Qué es la clasificación biológica?</b>	
	<b>¿Por qué es importante clasificar a los sistemas biológicos?</b>	
	<b>¿Cuál es la diferencia entre la clasificación de cinco reinos y tres dominios?</b>	

**ACTIVIDAD 1. “Reconoce a tu monstruo”.** Determinación de organismos hipotéticos y sus criterios para reconocerlos.

Existen diferentes poblaciones de monstruos, las fotografías representan a un individuo de cada población.

**Instrucciones:** Realiza las actividades que se te solicitan.

1. Relaciona las tarjetas con información y las imágenes de los monstruos que se te entregaron, para que puedan identificar el nombre de cada uno de ellos.



*Ilustración ¿Quién es quién? Tomado de Navarro A. (2015). Monstruario. Ed. Combels. Barcelona. Esp.*

2. Analiza las descripciones de cada monstruo, intenta establecer relaciones de parentesco evolutivo entre los representantes de las poblaciones de monstruos.
3. Representa las relaciones de parentesco evolutivo entre los monstruos, utiliza un diagrama.
4. En plenaria, presenta tus observaciones.

## II. Desarrollo

### ACTIVIDAD 2. Artículo de divulgación “¿Cómo clasificar la vida?” (Lectura colaborativa en equipo y análisis del artículo)

**Instrucciones:** Repártanse las páginas del artículo, de tal manera que una persona lea una página, al finalizar la lectura cada uno explicará lo leído a su equipo de forma ordenada de acuerdo con el número de página que les tocó leer.

# Clasificación de los seres vivos

May 13, 2013 | Categoría: Educación, Temas De Estudio | TAGS  
Clasificación, Clasificación Seres Vivos, Filogenia, Taxonomía |

Disponible en: <https://www.acercaciencia.com/2013/05/13/clasificacion-de-los-seres-vivos/>



La vida se expresa de infinitas formas diferentes, y a la gran variedad de formas de vida la llamamos **biodiversidad**. Ésta incluye a todos y cada uno de los seres vivos que habitan el planeta Tierra, incluyendo a los ecosistemas de los que ellos forman parte.

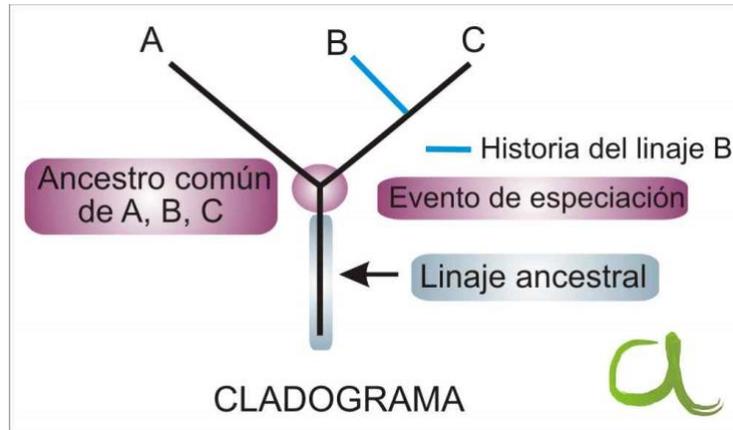
Por múltiples razones es necesario e importante ordenar toda esa enorme diversidad, y para hacerlo, primero es importante **clasificarla**. Desde el punto de vista biológico, **clasificar** no es otra cosa que ordenar a los seres vivos en grupos, basándose en características que tengan en común. Pero para poder incluir un organismo dentro de un grupo, primero hay que **describirlo**. Una vez hecho esto, se comparan sus características con las de otros seres vivos conocidos y se incluye al ejemplar junto a aquellos que tengan características comunes. Finalmente, se da un **nombre** que lo identifique, que es el nombre de la especie, llamado **nombre científico**. Este nombre les permite a los científicos saber de qué organismo se trata. Nosotros, nuestros hermanos, nuestros padres, nuestros vecinos, los italianos, los asiáticos y los africanos, todos, pertenecemos a la misma especie: *Homo sapiens*. La especie representa a un grupo de individuos semejantes y con antepasados comunes.

## La taxonomía, la ciencia de la clasificación

La ciencia encargada de nombrar y clasificar a los organismos en categorías organizadas jerárquicamente se denomina **Taxonomía**; es una subdisciplina de la Biología Sistemática, la cual estudia las relaciones de parentesco de los seres vivos y su historia evolutiva o **filogenia**.

La pregunta central de la filogenia es: **¿Quién está relacionado con quién?**

Los métodos para responder esta pregunta son una parte importante de los sistemas de clasificación filogenético. Un método, el **cladístico**, agrupa las especies en base a sus caracteres compartidos, los cuales son cuantificables y heredables. Un carácter puede ser una característica morfológica, fisiológica o un rasgo a nivel molecular, entre otras. Debido a que cada especie tiene muchas características, los agrupamientos cladísticos suelen diferir de acuerdo a qué característica se tenga en cuenta.



Cladograma que representa el parentesco entre los linajes A, B y C.

Una forma gráfica de representar las clasificaciones jerárquicas es mediante una estructura en forma de árbol o **dendrograma**. Para el caso de este tipo de clasificaciones biológicas, los mismos se denominan, en general, “**Árboles filogenéticos**” y reciben diferentes nombres dependiendo del método empleado.

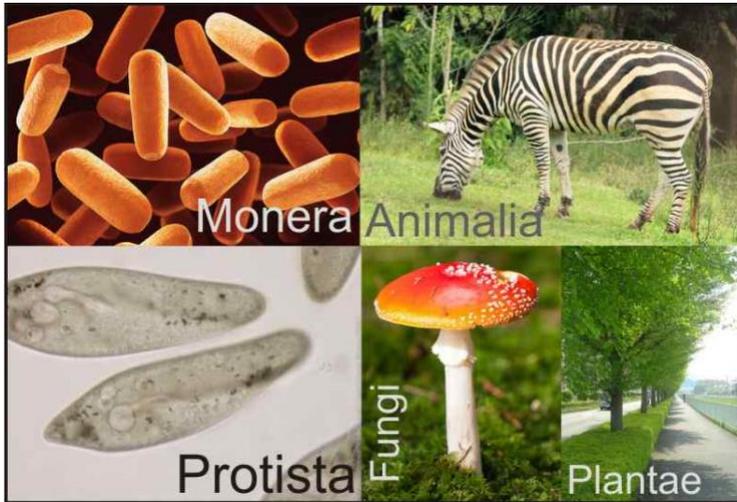
**Un árbol obtenido por métodos cladísticos se llama cladograma**; muestra las relaciones evolutivas entre varias especies u otras entidades que se cree que tienen una ascendencia común. En un cladograma, cada línea representa un linaje, que se puede ramificar en más linajes en un nodo. El nodo representa un ancestro común. A su vez, cada rama termina en un clado, es decir, un grupo de especies que comparten un conjunto de características. Idealmente, un clado es un grupo **MONOFILÉTICO**, es decir, un grupo que comprende a un ancestro y todos sus descendientes, vivos o extintos. Un clado puede estar conformado por una especie o por miles.

## Los 5 reinos

Retomando la clasificación de los organismos, desde fines de los años '60 y con base en la propuesta del investigador Robert Whittaker, la mayoría de los biólogos agrupa a los seres vivos en 5 grandes grupos llamados **REINOS**, basados principalmente en tres características: tipo de célula, número de células en cada organismo y la forma de obtención de energía. Los cinco reinos son:

- Monera**, donde se agrupan los microorganismos de tipo procariótico conocidos coloquialmente como “bacterias”.
- Fungi**, los hongos

- Plantae**, las plantas
- Animalia**, los animales y
- Protista**, un grupo muy variado de organismos de tipo eucariótico. Desde sus inicios, fue un reino por defecto, es decir, todo aquello que no era ni fungi, ni planta ni animal, se lo incluía dentro de este grupo.



Hasta los años '90, el reino fue considerado la categoría sistemática más inclusiva dentro del sistema de clasificación taxonómico. Sin embargo, el conocimiento de la estructura molecular de las proteínas, el genoma y, sobre todo, la secuenciación de ciertos genes demostró que ciertos organismos agrupados hasta ese momento dentro de algunos reinos, particularmente el **Monera**, presentaban diferencias tan grandes entre

ellos que no justificaban la inclusión en el mismo grupo.

## Los tres dominios

Con una mirada innovadora y en busca de mayor exactitud a la hora de clasificar a los organismos, el microbiólogo estadounidense Carl Woese, junto a otros biólogos interesados en la historia evolutiva de los microorganismos, cambió la mirada sobre la clasificación. Su innovación fue la aplicación de métodos que permitían comparar secuencias de ácidos nucleicos, utilizando como herramienta filogenética la secuencia del ARN ribosomal de la subunidad pequeña del ribosoma.

En base a esto, y luego de diversos estudios, establecieron que lo que hasta entonces se había considerado como el reino Monera se componía en realidad de dos clases muy diferentes de organismos. Woese dio a estos dos grupos los nombres de **Bacteria** y **Archaea**. Los integrantes de estos dos grupos no tenían un parentesco más cercano entre sí que el que tienen con cualquier eucariota. Esto indicó que el árbol de la vida se había dividido en tres partes muy al principio de la historia de la vida, mucho antes de que se originaran las plantas, los animales y los hongos. En base a esto, y luego de varias reorganizaciones del sistema de clasificación, en los años '90 Woese propuso una **nueva jerarquía taxonómica: el dominio**, que abarca a cada uno de los linajes conocidos anteriormente. La clasificación de tres dominios establece que todos los seres vivos provienen de un ancestro común que se separó en tres líneas evolutivas: **Eubacteria**, **Archaea** y **Eukarya**. Dos de los linajes incluyen organismos del tipo procariótico (**Eubacteria** y **Archaea**) y el tercero, a los organismos de tipo eucarióticos.

## Filogenia molecular

El uso de la subunidad pequeña del ARN ribosomal como herramienta filogenética fue el puntapié para la filogenia molecular, y es hoy el método que se utiliza rutinariamente para los estudios filogenéticos en este sentido. Existe algunas bases de datos de las secuencias de los ARN ribosomales como el



"Proyecto de Base de Datos del Ribosoma" (**RDP**) o la base de datos "**Comprehensive ribosomal RNA database**" **SILVA**. Las mismas contienen miles de secuencias de ARNr ordenadas y disponibles para ser utilizadas en la construcción de árboles filogenéticos.

## Los sistemas de clasificación en la actualidad

El cambio a un sistema de tres dominios hizo indispensable que los sistemáticos reexaminaran los reinos dentro de cada dominio, y el proceso de establecer tales reinos aún no concluye. Nuevos sistemas de clasificación van surgiendo y se van modificando a medida que se avanza en el conocimiento de la diversidad biológica.

Si se aceptan que las considerables diferencias entre plantas, animales y hongos demandan que cada uno de estos linajes evolutivos conserve su estatus de reino, entonces la lógica de clasificación requiere también que se asigne el estatus de reino a grupos que se derivaron del árbol de la vida antes que estos tres grupos de eucariotas pluricelulares. Siguiendo esta lógica, los sistemáticos reconocen unos 15 reinos entre el dominio Bacteria y tres o más entre el Archaea.

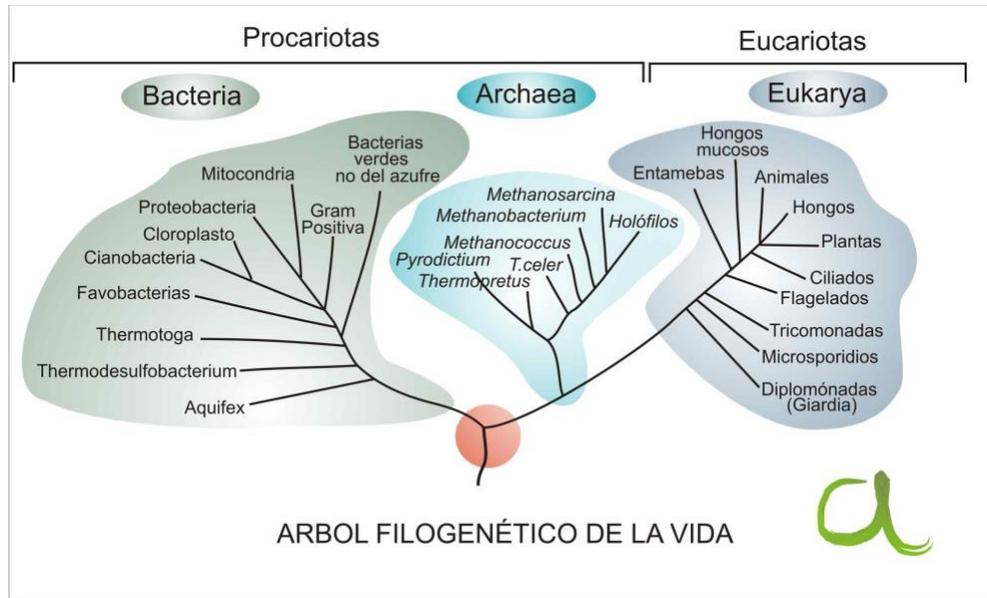
Los sistemáticos también reconocen reinos adicionales dentro del dominio Eukarya, lo que refleja un número de divisiones evolutivas muy tempranas dentro del conjunto diverso de eucariotas unicelulares antes agrupados en el reino Protista. Sin embargo, los sistemáticos aún no llegan a un consenso en torno a las definiciones precisas de los nuevos reinos procariota y eucariota. De manera que **la clasificación a nivel de reinos se encuentra en un estado de transición, en tanto que los sistemáticos tratan de incorporar la información más reciente.**

En las últimas dos décadas, se ha realizado gran cantidad de trabajo adicional fundamentalmente para resolver las relaciones dentro del dominio Eukarya. Aparentemente, **la mayor parte de la diversidad biológica de los eucariotas se encuentra entre los protistas**, y muchos científicos creen que es sumamente inadecuado agrupar a todos los protistas en un solo reino, como lo era en su momento agrupar a todos los procariotas dentro del reino Monera, ya que no se trata de un grupo monofilético. Aunque se han propuesto muchos sistemas, ninguno de ellos ha ganado amplia aceptación.

## El árbol filogenético universal

El árbol filogenético universal es como el mapa de carreteras de la vida. Describe la historia evolutiva de todos los organismos y las relaciones entre ellos. Muestra claramente los tres grupos principales de organismos en sus respectivos dominios. La raíz del árbol universal representa un punto en la historia evolutiva en el que toda la vida existente en la Tierra estaba representada por un antepasado común, el llamado **Antecesor Universal**.

La siguiente figura es una adaptación simplificada del árbol filogenético universal. En él, todos los seres vivos se encuentran clasificados en base a la comparación de las secuencias del gen que codifica para el ARN ribosomal de la subunidad pequeña del ribosoma (16S y 18S, para procaritos y eucariotas, respectivamente).



**Árbol filogenético universal.** Construido a partir de la comparación de las secuencias de los ARN ribosómicos 16S y 18S. Dentro de cada dominio solo se muestran algunos organismos clave de cada linaje. El círculo rojo sombreado es la raíz hipotética del árbol y representa el antecesor común de todas las células. Adaptado de Aharon Oren, 2008.

## Algunas bases de datos que clasifican y ordenan la biodiversidad

Existen cuatro grandes sitios que disponen de información actualizada respecto a los últimos avances en clasificación de los organismos, y dos de ellos buscan elaborar un árbol de la vida que incluya a TODA la biodiversidad del planeta. En estos sitios, la clasificación de los organismos a nivel de los reinos es relativamente diferente a la conocida actualmente, en lo que respecta a los 5 reinos. Se trata de clasificaciones conteniendo solo grupos monofiléticos de organismos.

Por un lado, se encuentra el [navegador taxonómico del ncbi](#) (National Center for Biotechnology Information del Instituto Nacional de Salud de EEUU -NIH-), donde se puede buscar la clasificación taxonómica de cualquier ser vivo conocido.

Luego encontramos el Sistema Integrado de Información Taxonómica ([ITIS](#)), diseñado para proporcionar información consistente y confiable sobre la taxonomía de las especies biológicas.

Otro interesante sitio aloja el proyecto colaborativo denominado "Tree of life web project" ([TOL](#)), que posee información relativamente "curada" y actualizada.

Por último, el proyecto **Assembling the tree of life** (ATOL), una iniciativa de la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF) de EEUU que surgió posteriormente al proyecto TOL. También es un proyecto que busca elaborar el árbol de la vida, sin embargo, la información se encuentra organizada de manera diferente al proyecto TOL.

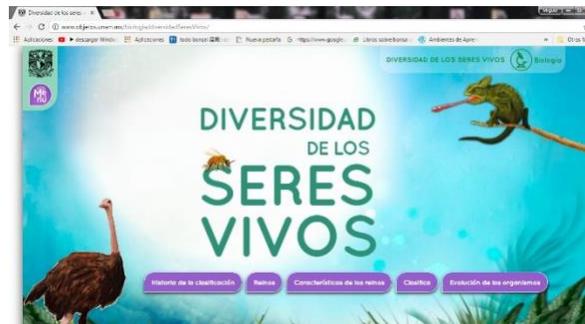
### **Bibliografía consultada**

- Biología “La vida en la Tierra”. 8va ed. T. Audesirk, G. Audesirk, B., Byers.
- “The tree of life web project” (TOL) – [Review](#)
- A Oren. *Microbial life at high salt concentrations: phylogenetic and metabolic diversity* (2008). Saline Systems.

### **ACTIVIDAD 3.** Exposición por parte del profesor: “La clasificación y la diversidad de la vida”

**Instrucciones:** La exposición se fundamenta en la información de la página:

<http://www.objetos.unam.mx/biologia/diversidadSeresVivos/>



### **ACTIVIDAD 4.** Artículo de divulgación “Carl Woese” (Lectura grupal y dirigida por el profesor)

**Instrucciones:** La siguiente lectura se realiza en voz alta, los estudiantes y el profesor participan turnándose en la lectura.

*Traducción y adaptación: Celso Miguel Luna Roman*

Disponible en: <https://www.nature.com/articles/493610a.pdf?origin=ppub>

COMMENT

# Carl Woese

(1928–2012)

Discoverer of life's third domain, the Archaea.



Carl Woese tuvo una mente ferozmente creativa, sazónada con rigor, a las preguntas más importantes en biología. Al mostrar casi por sí solo que los organismos vivos se dividen en tres dominios: Bacteria, Eukarya y un grupo previamente desconocido llamado Archaea, él transformó nuestra comprensión de cómo los organismos vivos están relacionados y cómo evolucionaron. Woese, murió el 30 de diciembre de 2012, nació en Syracuse en Nueva York en 1928.

Su educación universitaria fue en física y matemáticas en el Amherst College en Massachusetts. En 1953, obtuvo un doctorado en biofísica de la Universidad de Yale en New Haven, Connecticut. Después de ocupar un puesto de investigación en el Laboratorio de Investigación de General Electric en Schenectady, Nueva York, Woese comenzó a pensar en la evolución del código genético. En 1964, el biólogo molecular Sol Spiegelman lo reclutó en el departamento de microbiología de la Universidad de Illinois en Urbana, donde pasó toda su carrera académica. En Illinois, Woese examinó las secuencias de nucleótidos del ARN ribosómico 5S (un componente de los ribosomas, en la síntesis de proteínas) de diferentes organismos. Rápidamente se dio cuenta de que el ARN ribosomal es un cronómetro ideal para medir las distancias evolutivas entre los seres vivos. Tiene una tasa de mutación lenta, realiza una función idéntica en todos los organismos y, debido a que el ARN ribosomal interactúa específicamente con una multitud de proteínas, es poco probable que los genes que codifican a estas proteínas cambien entre individuos de diferentes especies. Woese había descubierto una ventana hacia la filogenia microbiana. Hasta este punto, el campo había sido turbio irremediablemente, la identificación de microorganismos se basaba en características cualitativas tales como diferencias en la forma de éstos. A principios de la década de 1970, Woese se dio cuenta de que la secuencia del ARN ribosomal 5S contenía muy pocos nucleótidos (120) para ser útil en la clasificación de miles de organismos. Esto lo llevó a asumir la abrumadora tarea de analizar el ARN ribosómico 16S, que contiene más de 1.500 nucleótidos.

Woese comenzó a secuenciar fragmentos de ARN ribosómico 16S de cada microorganismo que podía tener en sus manos, usando “huellas” (*fingerprint*) de ARN, un método desarrollado por el bioquímico británico Fred Sanger.

La técnica implica separar fragmentos de ARN en un campo eléctrico (electroforesis) en función de las composiciones de nucleótidos. La enorme empresa de Woese, que involucró el análisis de más de 100 organismos, abarcó muchos años y valió la pena.

Un día, el análisis del ARN 16S de un organismo productor de metano dio un resultado sorprendente. El patrón familiar de las aproximadamente 100 manchas, cada una conteniendo pequeñas secuencias de ARN, fue alterado de una manera inusual. Varios puntos presentes en

todos los ARN ribosómicos 16S bacterianos estaban ausentes. Aparecieron nuevos puntos, que correspondían a secuencias de ARN ribosomal nunca vistas.

Woese había capturado la firma de un dominio diferente de la vida. Los ARN ribosomales de algunos otros microorganismos también produjeron este extraño patrón, incluidos los "extremófilos", algunos de los cuales viven a temperaturas de hasta 100 ° C y secretan ácido sulfúrico. En 1977, Woese y su postdoctorante George Fox publicaron su descubrimiento de las "arqueobacterias" (ahora llamado Archaea) en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, proponiendo que estos organismos estaban tan remotamente relacionados con las bacterias como las bacterias con los eucariotas.

Además de transformar nuestra comprensión de las relaciones entre los seres vivos, el análisis de Woese tuvo un impacto en la biología de los ribosomas. Woese se dio cuenta de que se podían usar secuencias de ARN para determinar el doble plegamiento helicoidal, o estructura secundaria, de las moléculas de ARN. Woese y yo usamos este enfoque para calcular las estructuras secundarias del ARN ribosómico 16S y 23S. Estas comparaciones identificaron los nucleótidos en el ARN ribosomal que se conservan universalmente y, por lo tanto, son cruciales para su función, en un momento en que muchos creían que el ARN servía simplemente como un andamio estructural para las proteínas ribosómicas.

El trabajo de Woese también generó una nueva rama de la microbiología: el uso del análisis de secuencias para estudiar poblaciones microbianas naturales.

Combinando el análisis filogenético de las secuencias y la reacción en cadena de la polimerasa, que amplifica los fragmentos de ADN en miles o millones de copias, hizo posible identificar los microbios en muestras de cualquier fuente, incluido el océano y el cuerpo humano.

Al principio, el descubrimiento de Woese de las Archaea fue recibido con escepticismo e incluso hostilidad. Esto, combinado con la visión de Woese de sí mismo como un extraño rebelde, resultó en un frecuente estilo polémico de escritura. Se enfrentó a adversarios tan formidables como el microbiólogo Roger Stanier, el taxonomista Ernst Mayr e incluso Charles Darwin. Sin embargo, Woese eventualmente recibió el reconocimiento que merecía, incluido el Premio Crafoord en Biociencias de la Real Academia Sueca de Ciencias en 2003.

Carl me confió una vez que la clave de su éxito era "el principio de la incompetencia dinámica". Los visitantes del laboratorio de Carl estaban ciertamente impresionados por su indiferencia hacia la montaña de correspondencia sin abrir. Su esposa, Gabriella, se preocupó tanto que ella lo convenció de que la dejara abrir la correspondencia; entre ellos, encontró un sobre holandés de meses de antigüedad. La carta informaba a Carl que había sido galardonado con la Medalla Leeuwenhoek por la Real Academia Holandesa de las Artes y las Ciencias, un honor que solo se otorga una vez por década y que comparte con Louis Pasteur. Carl será profundamente extrañado por colegas, amigos y familiares. Su impacto en nuestra comprensión de la biología es irreversible.

*Harry Noller is professor of molecular, cell and developmental biology and director of the center for Molecular Biology of RNA at the University of California, Santa Cruz, USA. e-mail: [harry@nuvolari.ucsc.edu](mailto:harry@nuvolari.ucsc.edu)*

## ACTIVIDAD 5. Cuestionario “Cinco reinos y tres dominios”.

**Instrucciones:** Posterior a las lecturas y a la exposición por parte del profesor, lee cada una de las siguientes preguntas<sup>2</sup>, discute con tus compañeros de equipo las respuestas, subraya el inciso correcto y completa la tabla al final de la actividad.

1. ¿Cuál de las siguientes no es una característica del sistema de clasificación propuesto por Linneo para nombrar especies?

- a) Nombre con dos términos
- b) Término que identifica al género
- b) Término que identifica a la especie
- c) Nombre multitérmino

2. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta sobre clasificar a diferentes especies por sus similitudes?

- a) Sólo especies similares (dos especies de conejos) pueden ser completamente comparadas.
- b) Las similitudes genéticas no son indicadoras de las relaciones entre dos especies.
- c) Especies no similares siempre pueden ser comparadas a nivel de ciertos genes.
- d) Es imposible comparar especies no similares porque no tienen nada en común.

3. En el sistema de clasificación de cinco reinos los reinos que contienen organismos microscópicos son:

I. Eubacteria.      II. Arqueobacteria      III. Protista

- a) I
- b) I y II
- c) II y III
- d) I, II y III

4. Si hay dos especies A y B que tienen en común muchos genes y proteínas, probablemente,

- a) las especies A y B tienen comparten recientemente un ancestro común
- b) la especie B evolucionó independientemente de la especie A
- c) las especies A y B son la misma especie
- d) la especie es más antigua que la especie B

---

<sup>2</sup> Selección y adaptación de preguntas de la sección “Standardized Test Prep” de: Miller K. y Levine. 2006. Biology. Pearson, Prentice Hall. Boston Massachusetts. EE.UU., 1041 p.

5. En función de las descripciones de los siguientes tres organismos, ¿En qué reino los ubicarías?

**Organismo A:** Autótrofo fotosintético, multicelular, con pared celular que contiene celulosa.

**Organismo B:** en su pared celular hay ausencia de peptidoglicano, y sus membranas celulares contienen lípidos que no se encuentran en ningún otro organismo. Viven en ambiente extremo y puede sobrevivir en ausencia de oxígeno.

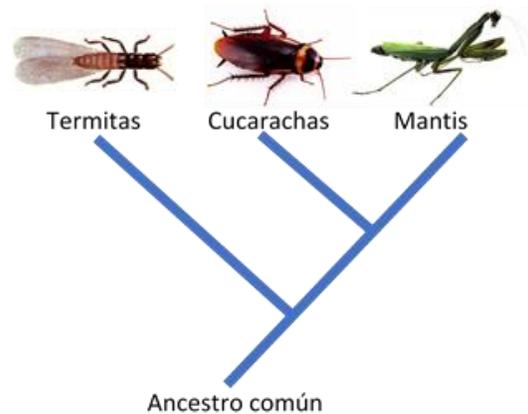
**Organismo C:** Organismo eucariota unicelular que contiene cloroplastos.

- a) A y C (Reino plantae), B (Reino arqueobacteria)
- b) A (Reino plantae), B (Reino arqueobacteria) y C (Reino protista)
- c) A (Reino protista), B (Reino arqueobacteria) y C (Reino plantae)
- d) A y B (Reino plantae), C (Reino eubacteria)

6. Dos grupos de organismos se encuentran en diferente género, pero están incluidos en una misma familia. La información que arroja esta clasificación sobre las relaciones filogenéticas de estos dos grupos es están estrechamente relacionados a nivel de

- a) especie
- b) género
- c) familia
- d) no tienen ninguna relación

7. La siguiente imagen muestra presumiblemente las relaciones entre tres grupos de insectos, de esta imagen se concluye que:



- I. Cucarachas y mantis comparten un ancestro común más reciente que las cucarachas y termitas.
  - II. Cucarachas y mantis comparten un ancestro común más reciente que las mantis y termitas.
  - III. Termitas, cucarachas y mantis comparten un ancestro común.
- a) Sólo I
  - b) I y II
  - c) I y III
  - d) I, II y III

Completa la siguiente tabla sobre las aportaciones a la clasificación taxonómica que realizaron diferentes personajes. Considera las innovaciones en las herramientas y técnicas utilizadas.

<b>Personaje</b>	<b>Aportaciones</b>
<b>Aristóteles</b> 350 AC	
<b>Carl Von Linné</b> (1707-1778)	
<b>Ernst Haeckel</b> (1866)	
<b>Herbert Copeland</b> (1956)	
<b>Robert H. Whittaker</b> (1969)	
<b>Carl Woese</b> (1977)	

**ACTIVIDAD 6. “Ejercicio de clasificación taxonómica” (extraclase)**

Nombre: \_\_\_\_\_ No. Cta. \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**I. Tabla de clasificación taxonómica**

**Instrucciones:** Completa la siguiente tabla de clasificación taxonómica, utilizando organismos representativos de cada reino; indaga y elije aquellos organismos que para ti sean emblemáticos, sorprendentes o que sean de tu interés.

Dominio	<i>Eukarya</i>				<i>Eubacteria</i>	<i>Archea</i>
Reino						
Filo						
Clase						
Orden						
Familia						
<i>Género</i>						

<i>especie</i>						
Nombre común						

## II. Tablas comparativas

**Instrucciones:** realiza una tabla comparativa que indique las características más relevantes de los cinco reinos

<b>Reinos</b>	<b>Tipo de célula</b>	<b>Organización</b>	<b>Nutrición</b>	<b>Pared celular</b>	<b>Reproducción</b>	<b>Tamaño de célula</b>
<b><i>Monera</i></b>						
<b><i>Protista</i></b>						
<b><i>Fungi</i></b>						
<b><i>Plantae</i></b>						
<b><i>Animalia</i></b>						

**Instrucciones:** realiza una tabla comparativa que indique las características más relevantes de los tres dominios

<b>Característica</b>	<b><i>Eubacteria</i></b>	<b><i>Archaea</i></b>	<b><i>Eukarya</i></b>
<b>Tipo de célula</b>	procarionte		
<b>ARN polimerasa</b>			
<b>Pared celular</b>		glucoproteínas	
<b>Envoltura nuclear</b>	ausente		
<b>Organelos membranosos</b>			
<b>Ribosomas</b>			
<b>Cromosomas</b>			
<b>Organización</b>		unicelular	

## ACTIVIDAD 7. “Uso de una colección biológica de peces para el estudio de la diversidad de los sistemas biológicos”

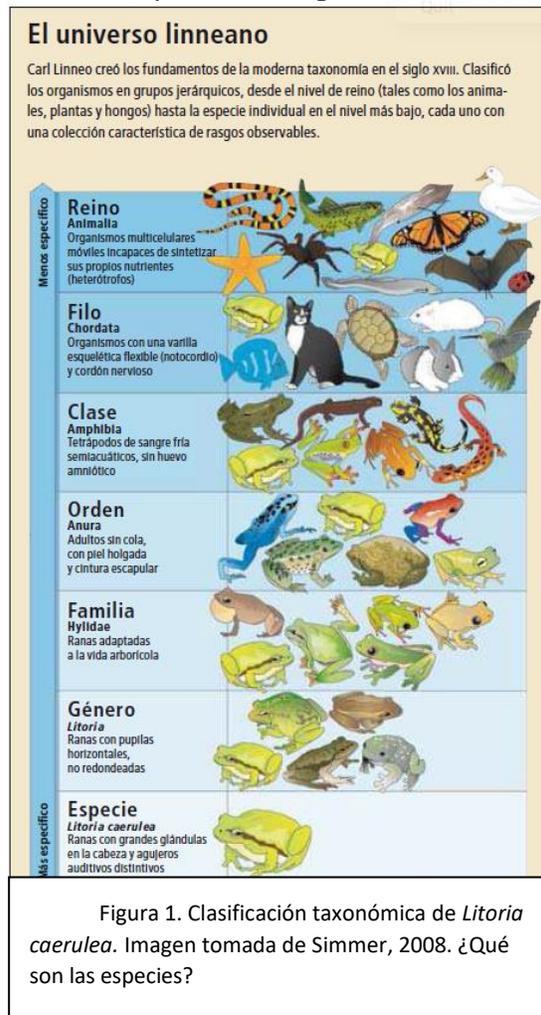
### INTRODUCCIÓN

En el afán de conocer e interpretar el mundo que nos rodea, desde la antigüedad hemos intentado ordenar y clasificar los objetos y organismos de nuestro entorno. Los primeros intentos corresponden a personajes como Aristóteles (384 A.C.), tiempo después, Linneo (1707- 1778), Lamarck (1744- 1829), entre muchos otros, han propuesto diferentes criterios para ordenar a los organismos (morfológicos, fisiológicos, etológicos, entre otros). Sin embargo, el primero en considerar aspectos históricos para descubrir relaciones de parentesco entre los sistemas biológicos y con esto proponer un método de clasificación natural fue Illiger (1785- 1813) (Goyenechea *et al.*, 2009).

A finales del siglo XVIII surge la sistemática como ciencia, que se encarga de entender las relaciones genealógicas (de parentesco) de las especies vivas y extintas y así interpretar cómo ha cambiado y diversificado la vida a través del tiempo. Entre las diversas actividades de la sistemática como una ciencia, designa nombres, clasifica e infiere las filogenias de las especies.

La taxonomía es la disciplina que se encarga de nombrar y clasificar la diversidad biológica, mientras que mediante la filogenia se descubren las relaciones genealógicas (de ancestría y descendencia) que existen entre las especies. La sistemática es importante, en sí, para que entendamos que todas las formas de vida han evolucionado como resultado de cambios heredados, que les han servido para adaptarse a su ambiente y diversificarse a lo largo del tiempo. Por lo que la sistemática va más allá de la taxonomía y propone nuevas hipótesis sobre las historias evolutivas de los sistemas biológicos. En cambio la taxonomía es la base científica para la clasificación de los organismos.

Los sistemas de clasificación son jerárquicos: constan de grupos dentro de otros grupos, organizados en diferentes niveles. Cada uno de los niveles de clasificación se denomina taxón. La categoría taxonómica básica es la especie. Varias especies afines pueden agruparse para constituir una categoría taxonómica superior: el género y así sucesivamente (Figura 1).



Para la identificación de los organismos se utilizan herramientas llamadas claves dicotómicas, las cuales se construyen utilizando caracteres de los organismos en cuestión, éstos pueden ser morfológicos, genéticos, etológicos, fisiológicos y embrionarios. Las claves incluyen de manera ordenada, las características del taxón, mostradas en forma de pares constantes, es decir, para cada caracter se presentan siempre dos variantes; el uso de estas claves, paso a paso, nos permite identificar al organismo en cuestión, así como conocer su clasificación taxonómica definida. Las claves se utilizan para identificar, no para clasificar. La clasificación es realizada por expertos (taxónomos); la identificación la realizan personas con conocimientos básicos sobre el grupo, que tienen un ejemplar y que desean conocer su clasificación, es decir, a que grupo (taxón) pertenecen.

## OBJETIVOS

- Reconocer que la clasificación de los seres vivos permite ordenar la biodiversidad.
- Familiarizarse con el uso de una clave de identificación dicotómica elaborada para esta colección.
- Aprender la importancia de una colección biológica (de peces).

## INSTRUCCIONES

A continuación, se describe el material y equipo que utilizarás en esta actividad. Cerciórate de tener los materiales de laboratorio y el adicional en tu mesa de trabajo. El material biológico será proporcionado por el profesor. Lee cuidadosamente el PROCEDIMIENTO.

## MATERIALES Y EQUIPO

DE LABORATORIO	MATERIAL BIOLÓGICO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estuche de disección.</li> <li>• Charola de disección.</li> <li>• Microscopio estereoscópico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestras de peces de la colección biológica del grupo CTS-Oriente<sup>3</sup>.</li> </ul>

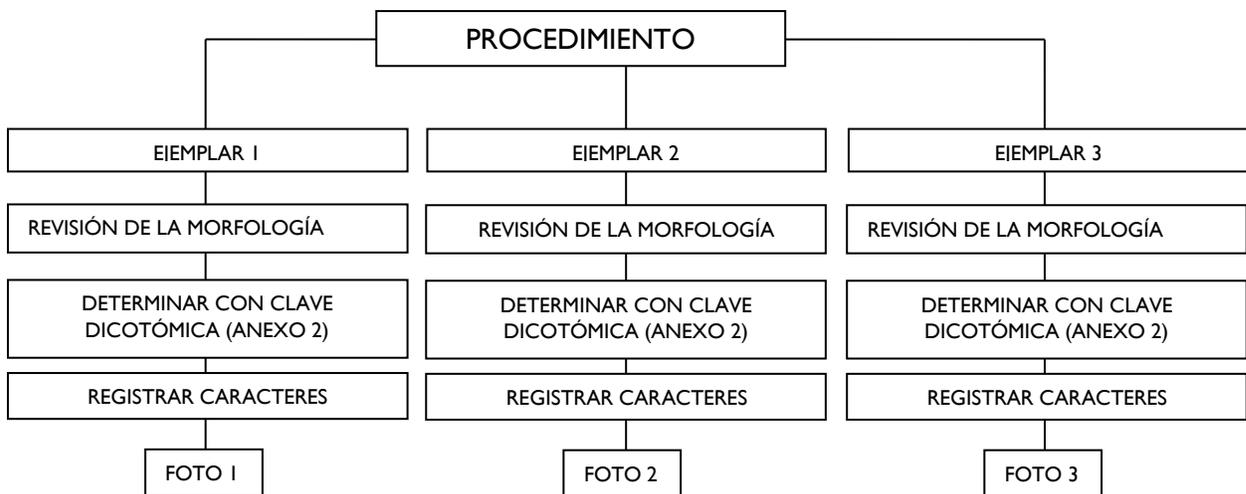
<sup>3</sup> La colección Biológica del grupo CTS-Oriente se conforma con la intención de contar con un archivo natural preservado. Consta de especímenes que permitan ejemplificar el conocimiento de la diversidad biológica. Los ejemplares provienen del mercado “La Nueva Viga”. Se seleccionaron ejemplares representativos de las familias que se distribuyen en México y preservados en una solución de etanol al 70%.

<b>ADICIONAL</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bata de laboratorio.</li> <li>• Guantes de látex.</li> <li>• Franela.</li> <li>• ANEXO 2. Clave de identificación para familia de peces.</li> <li>• ANEXO 3. Morfología externa de peces.</li> <li>• Cámara fotográfica o celular con cámara.</li> </ul>

### PROCEDIMIENTO

1. El profesor asignará tres ejemplares por equipo. Utiliza la charola para colocarlos en ella.
2. Manipula con cuidado el ejemplar uno. Reconoce las características morfológicas de tu organismo (tipo de aletas, forma del cuerpo, opérculo, línea lateral, etc.). Apóyate en el **Apéndice 1** para ubicar las estructuras morfológicas.
3. Utiliza la clave de identificación **Apéndice 2** para que puedas determinar a qué familia pertenece tu organismo; el profesor te explicará la forma de interpretar la clave de identificación.
4. Prepara tu cámara fotográfica, ya que registrarás tus resultados por medio de fotografías, éstas te servirán para ilustrar el apartado de RESULTADOS.
5. Reconoce los diferentes caracteres que distinguen a tu organismo para incluirlos en tus RESULTADOS.
6. Utiliza lápices de colores para marcar la ruta que seguiste en la clave dicotómica (**Apéndice 2**) para la identificación de tu organismo.
7. Repite los puntos dos a seis con los organismos dos y tres, no olvides tomar fotografías y anotar los caracteres que distinguen a cada organismo.

### DIAGRAMA DE FLUJO



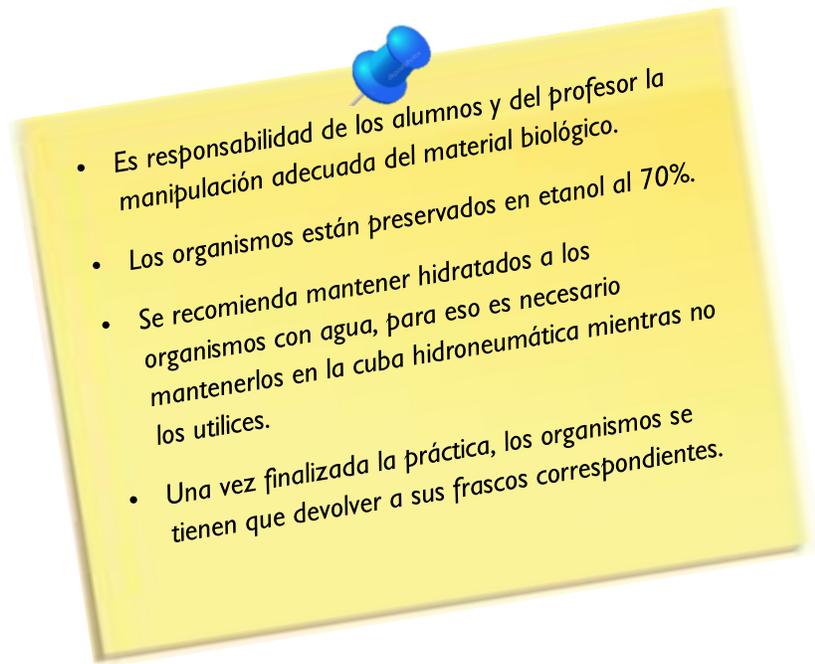
**RESULTADOS**

**Instrucciones:** Incorpora en la siguiente tabla la clasificación de los organismos determinados, sus características y una fotografía del ejemplar.

	<b>Características morfológicas</b>	<b>Fotografía del organismo</b>
Ejemplar 1	Reino: Filo: Clase: Orden: Familia: Nombre común: Descripción:	
Ejemplar 2	Reino: Filo: Clase: Orden: Familia: Nombre común: Descripción:	

Ejemplar 3	Reino: Filo: Clase: Orden: Familia: Nombre común: Descripción:	
------------	--	--

## MANEJO DE LA COLECCIÓN BIOLÓGICA DE PECES DEL GRUPO CTS ORIENTE



### ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Instrucciones:

- En plenaria, explica la forma en la que llegaste a la identificación de tus tres ejemplares.
- Una vez identificados todos los peces, contesta lo que se te solicita.
  1. ¿Con las características morfológicas observadas en los organismos, cuáles de ellos podrían estar más emparentados? Explica por qué.

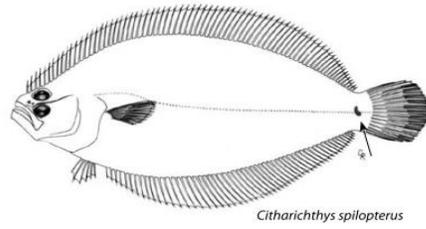
---

---

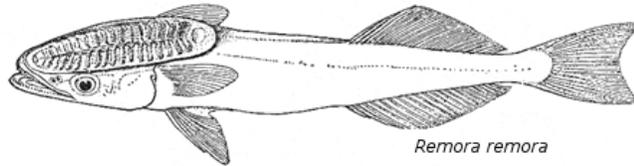
---

2. Identifica las variaciones de la aleta dorsal en las siguientes imágenes, (Figura 2), discútelas con tu equipo. Estas variaciones en la aleta dorsal pueden considerarse adaptaciones. Explica por qué.

**Aleta 1**



**Aleta 2**



**Aleta 3**

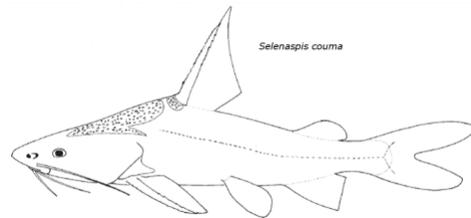


Figura 2. Variaciones de la aleta dorsal. Imágenes tomadas de FAO, 2002. "Species identification guide for fishery purposes".

---

---

---

---

## CONCLUSIONES

Con las siguientes preguntas elabora tus conclusiones.

1. ¿Qué es una clave dicotómica y cuál es su utilidad?
2. ¿Hasta qué jerarquía taxonómica pudiste determinar?
3. ¿Qué importancia tienen las colecciones biológicas?

---

---

---

---

---

---

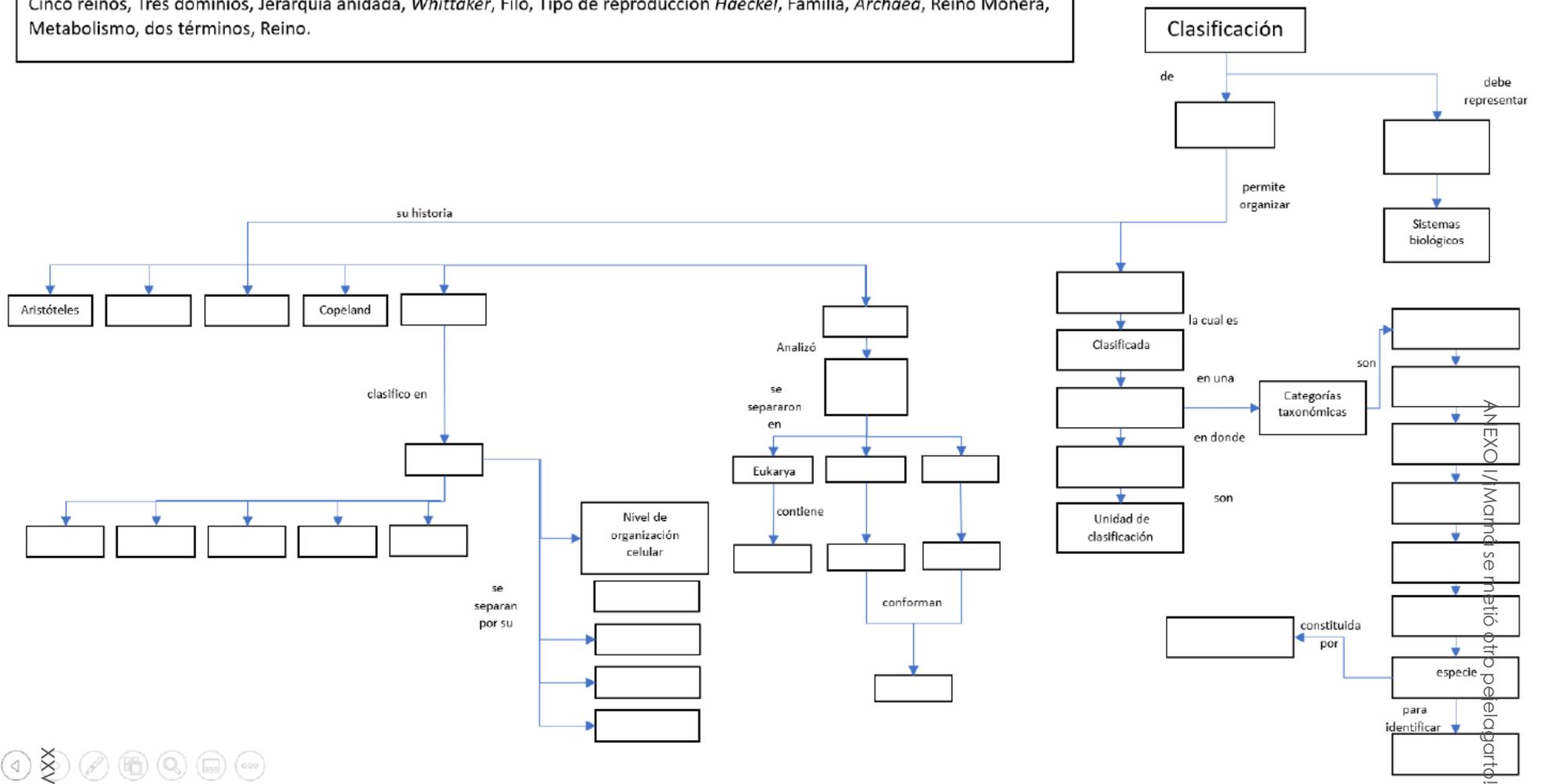
---

---

### III. Cierre

#### ACTIVIDAD 8. Mapa conceptual guiado de los sistemas de clasificación.

**Instrucciones:** con la siguiente lista de palabras completa el esquema sobre clasificación:  
 Historia evolutiva, *Woese*, Clave dicotómica, Especies, *Linneo*, Tipo de pared celular, Género, cuatro reinos, Sistemas biológicos, Eubacteria, Nutrición, Biodiversidad, *Plantae*, Orden, Monera, Animal, Secuencia de RNA, ribosomal, *Fungi*, Protista, Clase, Cinco reinos, Tres dominios, Jerarquía anidada, *Whittaker*, Filo, Tipo de reproducción *Haeckel*, Familia, *Archaea*, Reino Monera, Metabolismo, dos términos, Reino.



## Actividad 9. Cuestionario RA-P-RP

**Instrucciones:** Retoma el cuestionario (RA-P-RP) y en equipo, contesta sólo en la columna de la derecha las preguntas. Compara tu respuesta anterior con esta nueva respuesta.

## GLOSARIO

**Adaptación**, característica que es común en una población y que proporciona una mejora en alguna función y se mantiene por selección natural.

**Carácter taxonómico**, atributo observable de un organismo que se utiliza para distinguirlo de otros organismos.

**Diversidad**, variedad y diferencias de formas.

**Etológico**, atributo del comportamiento.

**Evolución**, cambio de condición que da origen a una nueva forma.

**Filogenia**, origen y desarrollo evolutivo de las especies y de las genealogías.

**Genealogía**, conjunto de ascendientes y progenitores.

**Sistemática**, ciencia que se encarga de ordenar y clasificar a las especies a partir de su historia evolutiva.

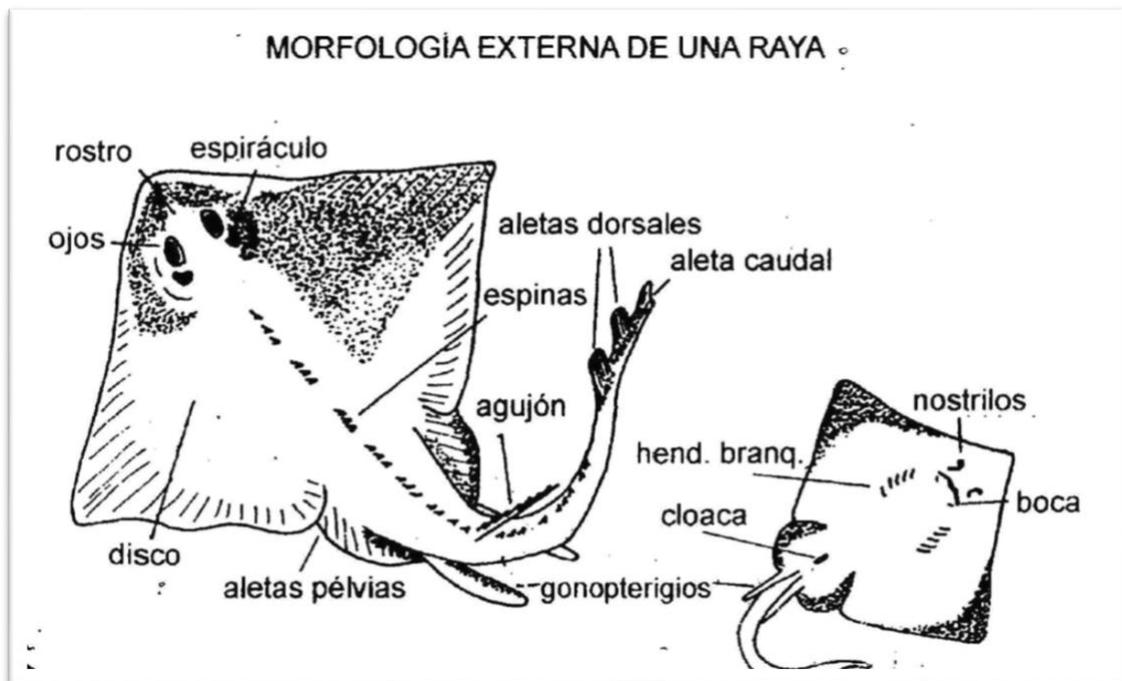
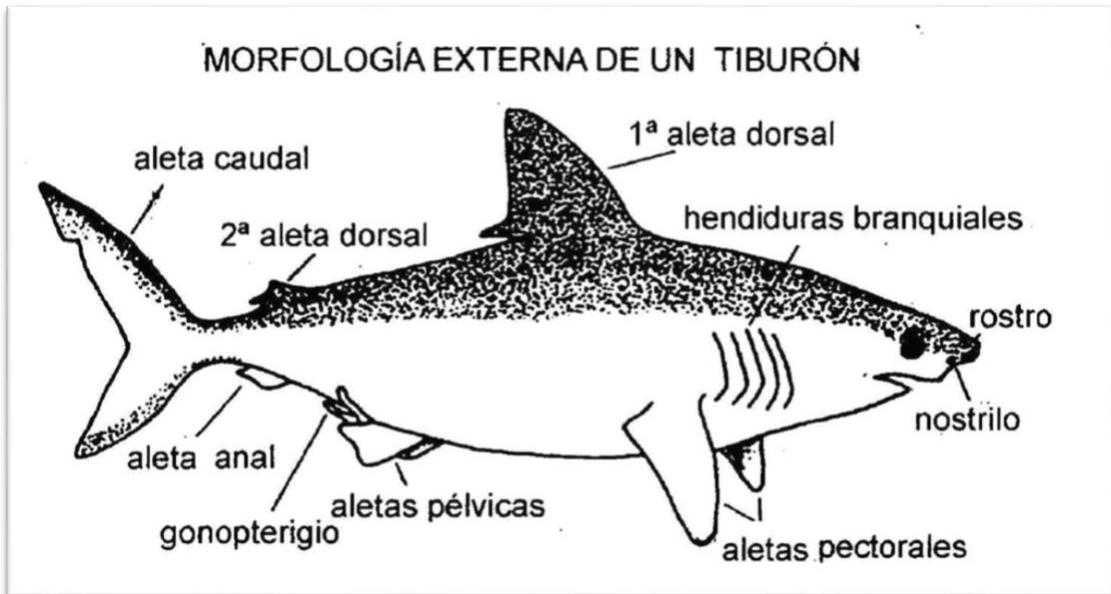
**Taxón**, grupo de organismos emparentados y agrupados en un mismo nivel clasificatorio.

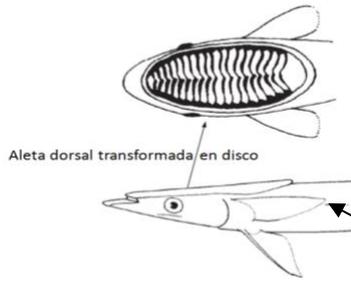
**Taxonomía**, ciencia que se encarga de la descripción y clasificación de los seres vivos.

## BIBLIOGRAFIA

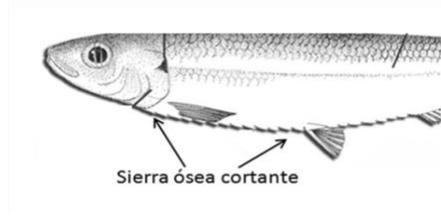
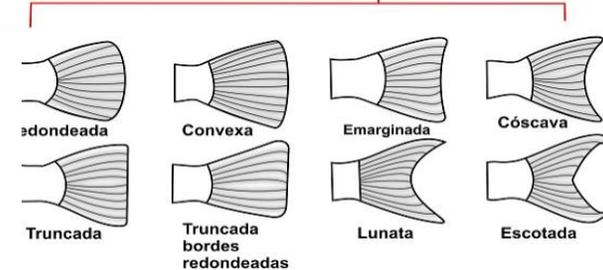
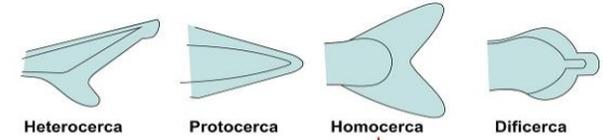
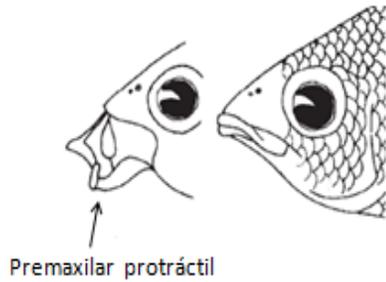
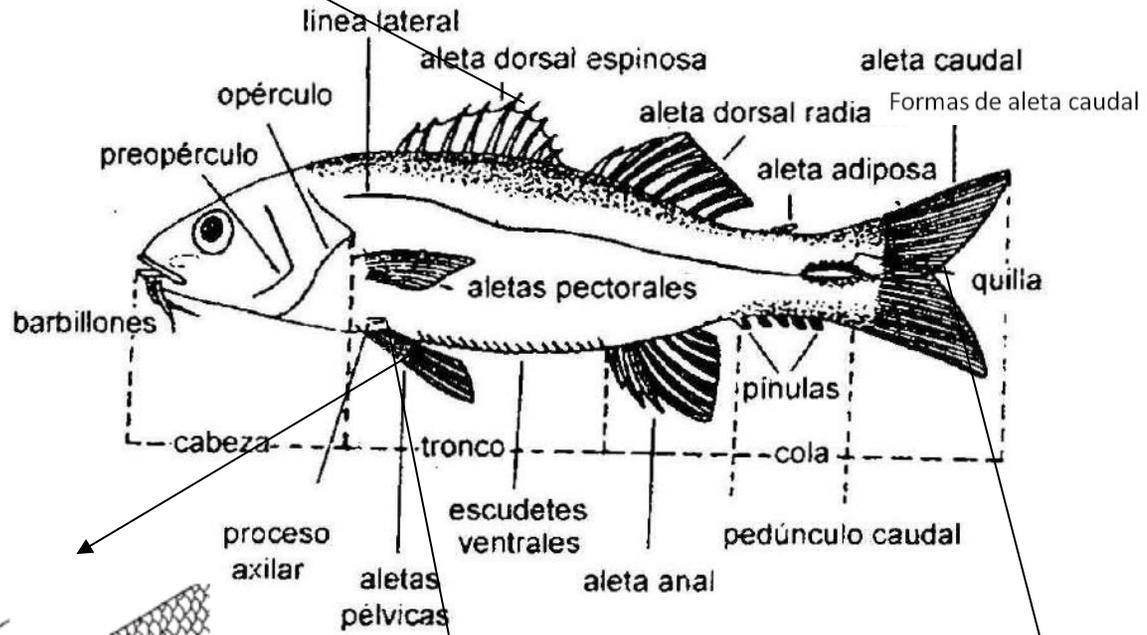
- FAO. (2002). Species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Vol. 1, 2 & 3. FAO, Rome. ISSN 1020-6868.
- Goyenechea I., Bueno-Villegas J., Manríquez N. L. y Márquez J. (2009). Sistemática: La base del conocimiento de la biodiversidad. Herreriana Revista de divulgación de la ciencia. Vol. 5 No. 2., pp 1-4. Consultado el 20/03/2014. Disponible en: <http://www.uaeh.edu.mx/campus/icbi/investigacion/biologia/herreriana.htm>
- Zimmer C., (2008). ¿Qué es una especie? Investigación y Ciencia. Madrid España, No 383, pp 66-73.
- Navarro A. (2015). Monstruario. Ed. Combels. Barcelona. Esp.64 pp.

Apéndice 1. Morfología externa de peces.

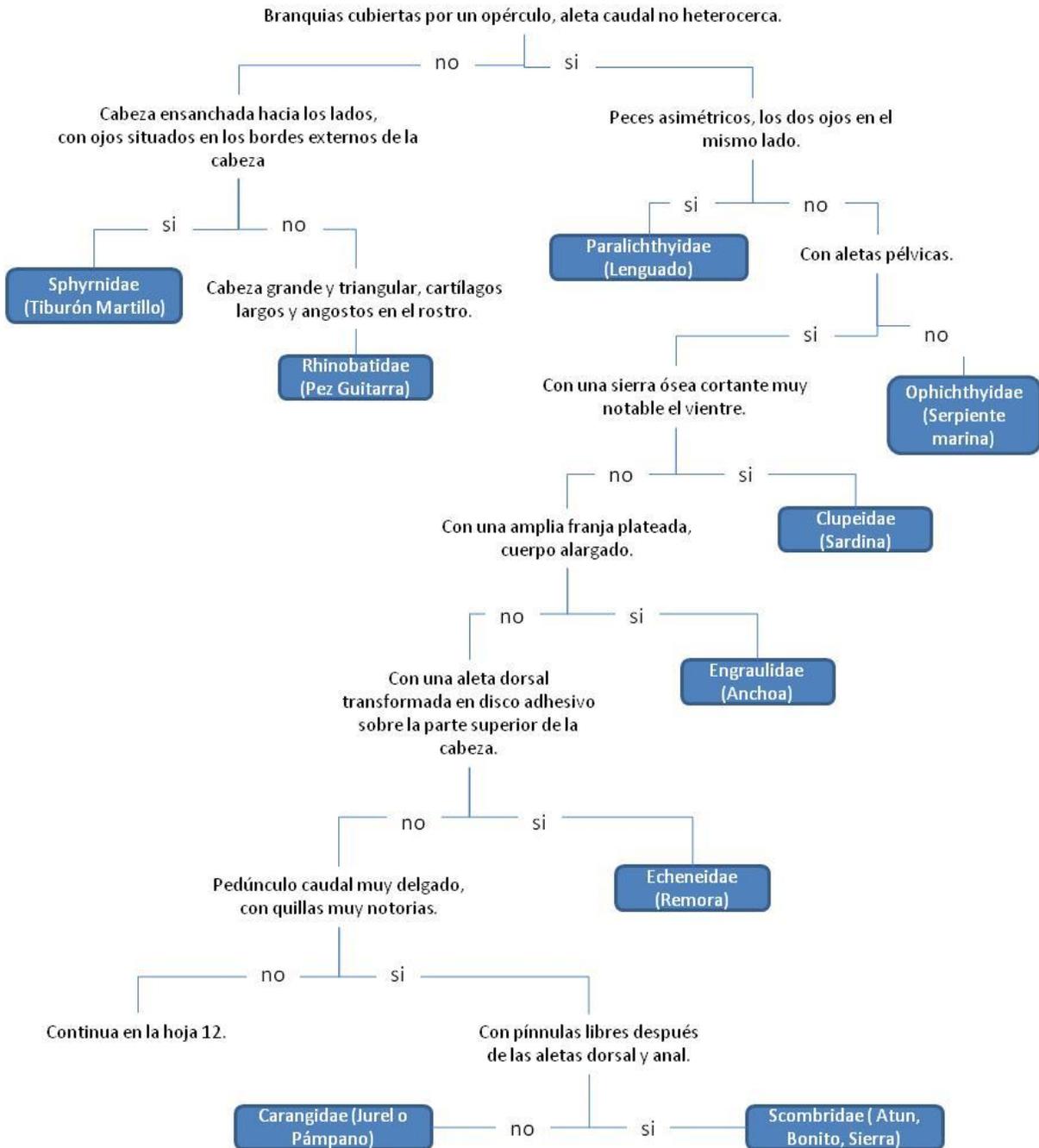


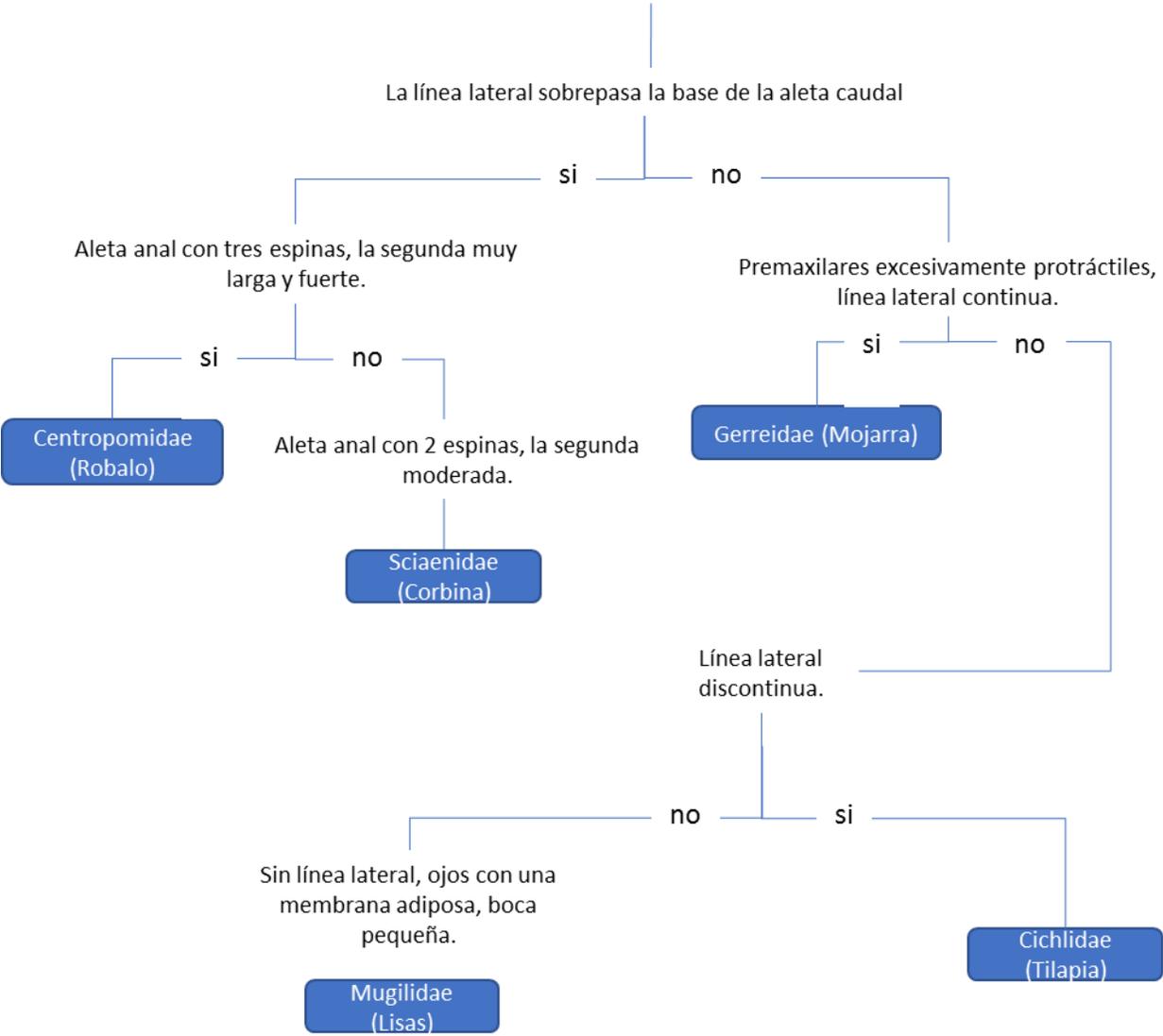


## PECES ÓSEOS MORFOLOGÍA EXTERNA



**Apéndice 2. Clave de identificación para familia de peces (continúa en la siguiente página).**





## IV. Rúbricas de evaluación<sup>4</sup>

*Rúbrica RA-P-RP (Respuesta anterior- Pregunta – Respuesta posterior) para el profesor.*

Aspectos a evaluar/ valor	2 puntos	1 punto	0 puntos	Valor (respuesta posterior)
<b>Contenido</b>	Presenta todos los temas con profundidad y de manera sintetizada.	Presenta la mayor parte de los temas, pero no sintetiza lo suficiente.	No presenta el contenido completo. Su capacidad de síntesis fue insuficiente.	
<b>Conclusión</b>	Incluye un análisis y el desarrollo del trabajo. Da su opinión sustentada.	No elabora su conclusión correctamente.	No realiza la conclusión	
<b>Redacción</b>	Redacta de manera clara y precisa.	Su redacción carece de claridad y precisión.	Su redacción no es buena, le cuesta trabajo expresar sus ideas de manera escrita.	
<b>Ortografía</b>	No tiene faltas de ortografía	Tiene de una a tres faltas de ortografía	Tiene más de tres faltas de ortografía por cuartilla	
<b>Calificación de la actividad</b>				Total, de puntos

<sup>4</sup> Rúbrica modificada de Catálogo de rúbricas para la evaluación del aprendizaje.

Disponible en línea en: [www.redalyc.org/pdf/447/44722178006.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/447/44722178006.pdf)

*Rubrica para Actividad 6 “Categorías taxonómicas”*

Aspectos a evaluar/ valor	15 puntos	10 punto	5 puntos	0 puntos	Valor
<b>Contenido</b>	Realizó la clasificación de 6 organismos desde reino hasta especie	Realizó la clasificación de 4 organismos desde reino hasta especie	Realizo la clasificación de 2 organismos desde reino hasta especie	No realizo la clasificación de 6 organismos desde reino hasta especie	
<b>Tabla comparativa</b>	Realizó 2 tablas comparativas	Realizó 1 tabla comparativa	----- ---	No realizó la tabla comparativa	
<b>Calificación de la actividad</b>					Total, de puntos

*Rubrica para la Actividad 7. Experimental*

Aspectos a evaluar/ valor					Valor
<b>Resultados (determinación de 3 ejemplares)</b>	Determinó hasta familia, realizó una descripción morfológica de tres ejemplares <b>(6 puntos)</b>	Determinó hasta familia, realizó una descripción morfológica de 2 ejemplares <b>(4 puntos)</b>	Determinó hasta familia, realizó una descripción morfológica de 1 ejemplar <b>(2 puntos)</b>	No determinó hasta familia, ni realizó una descripción morfológica de 3 ejemplares <b>(0 puntos)</b>	
<b>Exposición de un ejemplar en plenaria</b>	Explicó la forma en que llego a la determinación con ayuda de la clave de identificación y describió las características morfológicas <b>(3 puntos)</b>	Explicó la forma en que llego a la determinación con ayuda de la clave de identificación, pero no explicó las características morfológicas <b>(2 puntos)</b>	Solo explicó las características morfológicas <b>(1 punto)</b>	No expuso el ejemplar asignado <b>(0 puntos)</b>	
<b>Variaciones de la aleta caudal</b>	Identificó las variaciones de la aleta dorsal de tres ejemplares <b>(3 puntos)</b>	Identificó las variaciones de la aleta dorsal de dos ejemplares <b>(2 puntos)</b>	Identificó las variaciones de la aleta dorsal de un ejemplar <b>(1 punto)</b>	No identificó las variaciones de la aleta dorsal de tres ejemplares <b>(0 puntos)</b>	

<b>Conclusiones</b>	Resaltó la importancia de las colecciones biológicas, claves de identificación y sus criterios utilizados para clasificar a los organismos ( <b>3 puntos</b> )	No Resaltó la importancia de las colecciones biológicas, claves de identificación y sus criterios utilizados para clasificar a los organismos ( <b>0 puntos</b> )			
<b>Clave de identificación</b>	Utilizó la clave de identificación señalando la determinación de tres ejemplares ( <b>3 puntos</b> )	Utilizó la clave de identificación señalando la determinación de dos ejemplares ( <b>2 puntos</b> )	Utilizó la clave de identificación señalando la determinación de un ejemplar ( <b>1 punto</b> )	No utilizó la clave de identificación señalando la determinación de tres ejemplares ( <b>0 puntos</b> )	
<b>Calificación de la actividad</b>					Total, de puntos

*Rúbrica Mapa conceptual.*

<b>Aspectos a evaluar/ valor</b>	<b>15 puntos</b>	<b>10 punto</b>	<b>5 puntos</b>	<b>0 puntos</b>	<b>Valor</b>
<b>Contenido</b>	Clasificó todos los conceptos incluidos en el mapa conceptual con base en las relaciones existentes entre ellos	Clasificó la mayoría de los conceptos incluidos en el mapa conceptual con base en las relaciones existentes entre ellos	Clasificó pocos conceptos incluidos en el mapa conceptual con base en las relaciones existentes entre ellos	No clasificó conceptos incluidos en el mapa conceptual con base en las relaciones existentes entre ellos	
<b>Conclusión</b>	Agregó varios ejemplos	Agregó algunos ejemplos	Agregó pocos ejemplos	No agregó ejemplos	
<b>Calificación de la actividad</b>					Total, de puntos



# ANEXO II

## Instrumento de evaluación



Pre-test.....	xxxiv
Post-test.....	xxxvi



## MADEMS, FACULTAD DE CIENCIAS Y CCH

Estrategia didáctica basada en el uso y aprovechamiento de una colección biológica de peces, para el estudio del tema Diversidad de los sistemas biológicos en el bachillerato.

### (Pre-test)

Nombre: \_\_\_\_\_ No. Cta. \_\_\_\_\_  
 Grupo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones: La siguiente información permitirá identificar tus conocimientos de la temática diversidad de los sistemas biológicos. Elige la opción correcta.**

- Es la ciencia que se encarga de buscar afinidades entre los sistemas biológicos, para clasificarlos.
  - Biogeografía
  - Paleontología
  - Taxonomía
  - Genética
- Los nombres comunes de muchos organismos no son útiles para los científicos por que con frecuencia
  - varían entre diferentes regiones.
  - se escriben en latín.
  - solo los científicos lo saben.
  - toman en cuenta un solo aspecto del organismo.
- Los organismos reciben un nombre universal asignado a través de un sistema conocido como
  - clasificación tradicional.
  - nomenclatura binomial.
  - los tres dominios.
  - cladística.
- El segundo término de un nombre científico es único para cada
  - orden de su clase
  - género de su familia
  - familia de su orden
  - especie de su género
- ¿Cuáles son los dos reinos que reconoció Linneo?
  - bacterias y animales
  - vegetales y animales
  - vegetales y hongos
  - protistas y animales
- Las clasificaciones tradicionales solo tomaban en cuenta
  - los organismos extintos.
  - las similitudes en el ADN.
  - las similitudes en el ARN.
  - similitudes de apariencia en general.
- El dominio que contiene organismos unicelulares que viven en medio ambientes extremos es
  - Eubacteria*.
  - Archaea*.
  - Eukarya*.
  - Protista.
- los humanos y los hongos de la levadura
  - tienen genes similares que codifican para ciertas proteínas.
  - tienen la misma estructura celular.
  - no tienen nada en común.
  - no pueden ser evaluados según su grado de relación.

9. Los científicos clasifican a los sistemas biológicos en cinco reinos considerando cuatro aspectos importantes, estos son
- a) el metabolismo, morfología, evolución y tipo celular.
  - b) el ADN, tipo celular, tipo de nutrición y reproducción.
  - c) el ARN, tipo celular, tipo de nutrición y reproducción.
  - d) el tipo celular, nivel de organización, tipo de nutrición y reproducción.
10. El sistema de tres dominios reconoce diferencias fundamentales entre dos grupos de
- a) procariontas.
  - b) protistas.
  - c) eucariotas.
  - d) organismos multicelulares.
11. Los biólogos emplean un sistema de clasificación para agrupar a los sistemas biológicos porque
- a) se están extinguiendo.
  - b) son muy numerosos y diversos.
  - c) se parecen mucho entre sí.
  - d) tienen en común demasiados rasgos derivados.
12. En la nomenclatura binaria, ¿Cuál de los dos términos se escribe con mayúscula?
- a) sólo el primer término
  - b) el primero y el segundo términos
  - c) sólo el segundo término
  - d) ni el primero ni el segundo términos
13. Los genes similares son evidencia de
- a) nomenclatura binaria.
  - b) ancestría común.
  - c) mutaciones.
  - d) anatomía diferente.
14. Todos los organismos de los reinos *Protista*, *Plantae*, *Fungi* y *Animalia* son
- a) organismos multicelulares.
  - b) eucariotas.
  - c) organismos fotosintéticos.
  - d) procariontas.
15. El sistema de tres dominios surgió cuando los científicos agruparon a los sistemas biológicos según su:
- a) forma actual.
  - b) evolución.
  - c) genoma.
  - d) ARN ribosomal.



## MADEMS, FACULTAD DE CIENCIAS Y CCH

Estrategia didáctica basada en el uso y aprovechamiento de una colección biológica de peces, para el estudio del tema Diversidad de los sistemas biológicos en el bachillerato.

### Post-test.

Nombre: \_\_\_\_\_ No. Cta. \_\_\_\_\_  
 Grupo: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones: La siguiente información permitirá identificar tus conocimientos de la temática diversidad de los sistemas biológicos. Elige la opción correcta.**

1. Es la ciencia que se encarga de buscar afinidades entre los sistemas biológicos, para clasificarlos.
 

a) Biogeografía	b) Paleontología
c) Taxonomía	d) Genética
  
2. Los nombres comunes de muchos organismos no son útiles para los científicos por que con frecuencia
 

a) varían entre diferentes regiones.	b) se escriben en latín.
c) solo los científicos lo saben.	d) toman en cuenta un solo aspecto del organismo.
  
3. Los organismos reciben un nombre universal asignado a través de un sistema conocido como
 

a) clasificación tradicional.	b) nomenclatura binomial.
c) los tres dominios.	d) cladística.
  
4. El segundo término de un nombre científico es único para cada
 

a) orden de su clase	b) género de su familia
c) familia de su orden	d) especie de su género
  
5. ¿Cuáles son los dos reinos que reconoció Linneo?
 

a) bacterias y animales	b) vegetales y animales
c) vegetales y hongos	d) protistas y animales
  
6. Las clasificaciones tradicionales solo tomaban en cuenta
 

a) los organismos extintos.	b) las similitudes en el ADN.
c) las similitudes en el ARN.	d) similitudes de apariencia en general.
  
7. El dominio que contiene organismos unicelulares que viven en medio ambientes extremos es
 

a) <i>Eubacteria</i> .	b) <i>Archaea</i> .
c) <i>Eukarya</i> .	d) Protista.
  
8. los humanos y los hongos de la levadura
 

e) tienen genes similares que codifican para ciertas proteínas.
f) tienen la misma estructura celular.
g) no tienen nada en común.
h) no pueden ser evaluados según su grado de relación.

9. Los científicos clasifican a los sistemas biológicos en cinco reinos considerando cuatro aspectos importantes, estos son
- e) el metabolismo, morfología, evolución y tipo celular.
  - f) el ADN, tipo celular, tipo de nutrición y reproducción.
  - g) el ARN, tipo celular, tipo de nutrición y reproducción.
  - h) el tipo celular, nivel de organización, tipo de nutrición y reproducción.
10. El sistema de tres dominios reconoce diferencias fundamentales entre dos grupos de
- a) procariontas.
  - b) protistas.
  - c) eucariotas.
  - d) organismos multicelulares.
11. Los biólogos emplean un sistema de clasificación para agrupar a los sistemas biológicos porque
- a) se están extinguiendo.
  - b) son muy numerosos y diversos.
  - c) se parecen mucho entre sí.
  - d) tienen en común demasiados rasgos derivados.
12. En la nomenclatura binaria, ¿Cuál de los dos términos se escribe con mayúscula?
- a) sólo el primer término
  - b) el primero y el segundo términos
  - c) sólo el segundo término
  - d) ni el primero ni el segundo términos
13. Los genes similares son evidencia de
- a) nomenclatura binaria.
  - b) ancestría común.
  - c) mutaciones.
  - d) anatomía diferente.
14. Todos los organismos de los reinos *Protista*, *Plantae*, *Fungi* y *Animalia* son
- a) organismos multicelulares.
  - b) eucariotas.
  - c) organismos fotosintéticos.
  - d) procariontas.
15. El sistema de tres dominios surgió cuando los científicos agruparon a los sistemas biológicos según su:
- a) forma actual.
  - b) evolución.
  - c) genoma.
  - d) ARN ribosomal.



# ANEXO III

## Encuesta de opinión



Encuesta de opinión. . . . . xxxvi



## UNAM, MADEMS FACULTAD DE CIENCIAS Y CCH - ORIENTE

### Encuesta de opinión.

El siguiente instrumento permitirá contar con elementos para la evaluación de la estrategia : “Uso de una colección biológica de peces para el conocimiento de la diversidad de los sistemas biológicos” y el desempeño del profesor a cargo (Biol. Celso Miguel Luna Román).

**INSTRUCCIONES:** Elige una opción marcando con una “X” el cuadro que consideres describe mejor tu opinión, argumenta el porqué de tu elección en cada afirmación. Al final de la encuesta, si consideras pertinente, puedes anexar un comentario final sobre tu participación en la puesta en marcha de esta estrategia didáctica.

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1) La actividad “Reconoce a tu monstruo” fue novedosa y aprendí algo nuevo.				
Argumenta tu respuesta:				
2) La actividad “Uso de una colección biológica de peces para el estudio de la diversidad de los sistemas biológicos” fue novedosa y aprendí algo nuevo.				
Argumenta tu respuesta:				
3) La actividad “Mapa conceptual guiado de los sistemas de clasificación” reforzó lo que aprendí en las sesiones anteriores.				
Argumenta tu respuesta:				

4) Las actividades en su conjunto fueron novedosas y aprendí algo nuevo.				
Argumenta tu respuesta:				
5) El profesor mostró dominio de la temática, así como del desarrollo de las actividades durante las tres sesiones de su práctica docente.				
Argumenta tu respuesta:				
6) El profesor guio de forma respetuosa, adecuada, clara y ágil el desarrollo de las actividades.				
Argumenta tu respuesta:				

<b>Comentario final:</b>
--------------------------