

Laboratorio 1 CONSTRUCCIÓN Y MANEJO DE CLAVES TAXONÓMICAS

Las claves en taxonomía

Entre las funciones más importantes de la taxonomía, para cualquier usuario, está la de proveer una rápida y precisa manera de identificar los organismos. Una **clave taxonómica**, algunas veces llamada **clave diagnóstica** o **clave artificial**, es básicamente una serie de interrogantes sobre las características de un organismo desconocido. Siguiendo (“corriendo”) la clave y respondiendo a cada interrogante en su orden, el usuario llegará a una correcta identificación del organismo desconocido. Las claves más típicas son las claves dicotómicas (Tabla 1), pero también existen otras similares que en conjunto se conocen como **claves secuenciales de único acceso**.


Tabla 1. Clave taxonómica para géneros de topos (Mammalia: Eulipotyphla: Talpidae).

1. Ámpula auditiva completa; narinas abiertas sobre la superficie superior	2
1'. Ámpula auditiva incompleta; narinas abiertas sobre la superficie lateral o la superficie superior	3
2 (1). Número total de dientes 36; patas traseras palmeadas	<i>Scalopus</i>
2'. Número total de dientes 44; patas traseras no palmeadas	<i>Scapanus</i>
3 (1'). Cúspide basal accesoria en el primer incisivo superior; longitud de la cola menos de 1/4 de la longitud total del animal	<i>Parascalops</i>
3'. Cúspide basal accesoria ausente en el primer incisivo superior; longitud de la cola mayor de 1/4 de la longitud total del animal	4
4 (3'). Número total de dientes 36; narinas abiertas lateralmente	<i>Neurotrichus</i>
4'. Número total de dientes 44; narinas abiertas anteriormente	<i>Condylura</i>

Las claves taxonómicas en biología son usadas para dos propósitos: **1)** reconocimiento de las principales divisiones dentro de grupos; y **2)** dar una identificación detallada de los taxones hasta género o especie. Las claves usualmente vienen acompañadas de ilustraciones (Fig. 1), las cuales permiten al lector darse una idea gráfica de lo que está escrito en la clave y evitar, en lo máximo, las subjetividades. Por lo tanto, las claves se diseñan con el fin de ser usadas aún por personas no experimentadas con la sistemática del grupo que trata en la clave.


Clave para las familias de tortugas

a. Extremidades en forma de paleta de remo, sin dedos visibles y con un número reducido de uñas (1-2); **hábitats marinos. 2**




2- Tortugas marinas

a. Caparazón sin grandes escudos córneos (cubierto por piel lisa de color negro, excepto en las crías y juveniles que tienen pequeñas escamas granulares); extremidades sin uñas o garras.....
Dermochelyidae



b. Extremidades no modificadas en forma de remos; dedos bien formados y provistos de 4-5 uñas; **tortugas terrestres y/o dulceacuícolas. 3**



b. Caparazón cubierto por grandes escudos epidérmicos; escudo intergular presente; miembros con 1 o 2 uñas....
.....**Cheloniidae**




Figura 1. Clave para tortugas de Colombia, en la que se usan inicialmente caracteres morfológicos para distinguir familias de tortugas marinas de aquellas de tortugas dulceacuícolas o terrestre y posteriormente, el uso de los caracteres para identificar familias (modificado de Rueda-Almonacid *et al.* 2007¹)

Sin embargo, el uso de claves taxonómicas tampoco es algo tan arbitrario y que funciona para todos los casos. Es importante tener en cuenta esto cuando los especímenes que se tienen son muy “atípicos” y pueden pertenecer a una especie de difícil identificación o aún se sospeche que pertenecen a una especie no descrita. Cuando se tienen disponibles las claves taxonómicas de distintas regiones donde el biólogo está trabajando, la solución más pronta es utilizar claves del grupo de interés de alguna

¹ Rueda-Almonacid, J.V., Carr, J.L., Mittermeier, R.A., Rodríguez-Mahecha, J.V., Mast, R.B., Vogt, R.C., Rhodin, A.G.J., de la Ossa-Velasquez, J., Rueda, J.N. & Mittermeier, C.G. 2007. Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del Trópico. Serie de Guías Tropicales de Campo No 6. Conservation International. Editorial Panamericana, Formas e Impresos, Bogotá, D. C., Colombia. 538 pp.

región cercana. Es muy común, en particular para muchos taxones zoológicos de Colombia, que se utilicen claves de los países cercanos como Brasil, Costa Rica Ecuador, Panamá, Perú y Venezuela, con los cuales se tienen muchas especies en común. Sin embargo, el uso de estas claves foráneas puede conducir a dos tipos de errores:

1. Que se concluya que los especímenes observados no corresponden a ninguna de las especies nombradas en la clave.
2. Que se asigne (“se haya forzado”) los especímenes a alguna de las especies en la clave.

En el primer caso, el error se puede cometer porque las características usadas en la clave no son similares a las de los especímenes analizados; pero en realidad, los especímenes sí pueden ser de alguna de las especies en la clave, pero presentan variaciones interpopulacionales, y más cuando son de áreas alejadas. El segundo error, debido a las similitudes entre especímenes, se comete porque se están confundiendo los especímenes analizados con alguna de las especies en la clave. Cuando lo anterior es el caso, las claves taxonómicas disponibles no son un buen medio de identificación y es mucho más preferible utilizar la estrategia de apareamiento, comparando los especímenes con aquellas presentes en museos y las descripciones publicadas. De esta forma, el investigador tratará de comparar tantas características como sea posible, sin que exista la presión de forzar la asignación de los especímenes a alguna especie en particular en la clave.

El uso de las descripciones de especies de regiones aledañas a la región de donde provienen los especímenes analizados permitirá asignar la especie indeterminada a algún género o grupo de especies. Sin embargo, las diferencias mínimas en la morfología pueden indicar que esos especímenes no pertenecen a ninguna de las especies nombradas en las descripciones. Entonces, el trabajo que se inicia es buscar, y si es necesario, examinar todas las especies descritas del género, llegando al punto que se confirmará que ellos sí son una especie ya descrita o se confirma que es una especie no conocida (no descrita). Con base en lo anterior, se resaltan dos de las debilidades del uso de las claves taxonómicas:

1. Ellas no funcionan si la especie a la cual los especímenes desconocidos no está incluida en la clave.
2. Ellas pueden conducir a una mala identificación si los especímenes desconocidos comparten algunas características con las especies de la clave.

Las claves también fallan si:

1. El espécimen es un híbrido entre dos especies (algo más común en botánica y no en zoología).
2. El espécimen está fragmentado (algo frecuente en paleontología) o no posee las características necesarias para correr la clave.
3. El espécimen posee características ambiguas que no permiten definir si es una especie u otra.

No obstante, si los anteriores inconvenientes no se presentan, las claves taxonómicas funcionan perfectamente y permiten ahorrar mucho tiempo.

Selección de caracteres clave

Usted probablemente ya ha utilizado algunas claves taxonómicas y, por lo tanto, entiende cuáles son los caracteres necesarios o útiles para la identificación de especies. Por el contrario, si lo que necesita es construir una clave, debe comprender cuáles son los caracteres necesarios o informativos para su construcción. En taxonomía, un carácter clave es aquel que provee alguna característica clara y distinguible que ayuda a la identificación de un organismo.

La escogencia de caracteres debe ser estrictamente práctica. Los caracteres usados en las claves deben ser los más claros y diagnósticamente distintivos, aunque no sean los más filogenéticamente significantes. De hecho, pueden ser caracteres muy superficiales y por eso es que a las claves las llaman claves artificiales. En sí, los caracteres deben ser escogidos para lograr la identificación de los especímenes en los menos pasos posibles. Dado que la escogencia de los caracteres lo hace un taxónomo especialista en el grupo para el cual construye la clave, es muy posible que ellos sean para el taxónomo muy claros y evidentes, pero para el lector (aquel que está siguiendo la clave para identificar sus especímenes) no lo es así. Igualmente, la clave sería confusa si el lector de la clave posee unos especímenes de sexo diferente al que el taxónomo utilizó para hacer la clave o presenta variaciones morfológicas relacionadas con la edad. Debido a esto, se considera que los mejores caracteres son aquellos que:

1. Apliquen a todos los miembros del taxón, sin importar si son machos, hembras, adultos o juveniles. Cuando se incluyen características para un sexo o para una clase etárea, se debe especificar.
2. Sean cualitativos y absolutos (discretos).
3. Son observables sin equipo especial (cámara de rayos X, microscopios), disección, preparación histológica. Se acepta solo aquellos caracteres macro, visibles a simple vista o con el uso de estereoscopios. Solo para animales microscópicos se utiliza microscopio.

4. Son medianamente constantes y que no muestren una gran cantidad de variación individual o temporal.
5. Son medianamente indestructibles, es decir, no se rompan o pierdan fácilmente (en vida, durante la preparación o en el almacenamiento).

Sin embargo, no siempre son posibles estos caracteres, pero en lo máximo se debe depender de caracteres distintivos y convenientes. **Caracteres continuamente variables** (e.g. medición de las partes del cuerpo) son difíciles de incluir en una clave. No obstante, ellos dan una valiosa identificación para muchos grupos y no pueden ser siempre eliminados. Por ejemplo, “4-6 mm de longitud” versus “8-15 mm de longitud” es más preferible que “más corto” versus “más largo” (más si el lector no sabe que significan este tipo de conceptos en el grupo taxonómico que trabaja). Lo importante, también en lo posible, es que las mediciones no se solapen entre sí (e.g. “4-8 mm de longitud” versus “7-15 mm de longitud”).

Claves secuenciales de único acceso

Casi todas las claves de único acceso son **claves dicotómicas**: dividiendo en parejas. Las claves dicotómicas consisten de parejas o duplas de oraciones (guías). Cada oración lleva a otra pareja de oraciones, secuencialmente reduciendo la búsqueda del lector hasta que una oración final identifica el organismo que se está analizando (usualmente por su nombre científico). Las claves dicotómicas pueden ser diseñadas en dos estilos: 1) **agrupada** (abierta; Tabla 2) y; 2) **en multinivel (endentada) o en sangría** (cerrada). En la mayoría de claves, las duplas de oraciones están numeradas (con letras o con números) para ayudar al usuario a seguir la secuencia; además se puede incluir en las duplas el número (entre paréntesis) de donde proviene la secuencia. En las **claves agrupadas** (Tabla 2), las dos oraciones (series de declaraciones) de la dupla son paralelas y mutuamente excluyentes y cada una indica al usuario que dupla debe luego seguir sucesivamente hasta lograr la correcta identificación de los especímenes. En el ejemplo a continuación, se inicia leyendo la primera dupla (numerales A y A') y si se decide con base en los especímenes que la primera frase es la adecuada (Elapidae), entonces se pasa a la dupla con el numeral B; si se decide que la segunda opción (B') de esta dupla es la correcta, entonces se pasa a la tercera dupla (C y C') y en esta, si se decide que la segunda oración (C') es la adecuada se ha determinado que el espécimen es de la especie *Micrurus sangilensis*.

Tabla 2. Clave (parte y con modificaciones) de las serpientes venenosas de Colombia.

A. Sin fosa loreal entre el ojo y la nariz; escama loreal ausente; escamas en el dorso de la cabeza agrandadas formando placas; escamas dorsales lisas; colmillos permanentemente erectos	Elapidae (corales) - B
A'. Con fosa loreal entre el ojo y la nariz; escama loreal presente; escamas dorsales de la cabeza pequeñas y numerosas; escamas dorsales quilladas; colmillos retractiles	Viperidae (víboras) - D
B (A). Cola fuertemente comprimida lateralmente; hábitat marino; patrón longitudinal amarillo-negro o amarillo-café	Hydrophis platurus
B'. Cola redonda en sección transversal; hábitat no marino; patrón consistente de alguna combinación de anillos (organizados en triadas o no) o manchas de color negro, amarillo (o blanco), o rojo	serpientes de coral - C
C (B'). Menos de 14 triadas corporales; quillas supraclocales presentes en machos	Micrurus dumerilii
C'. Mas de 14 triadas corporales; quillas supraclocales ausentes en machos	Micrurus sangilensis
D (A'). Manchas dorsales marcadamente en forma de diamante; a mitad del cuerpo con espacios medios pálidos laterales a manchas dorsales pálidas, como del mismo tono que el color base; superficie caudal ventral mayormente pálida	Lachesis muta
D'. Manchas dorsales irregulares, no distinguiblemente en forma de diamante; a medio cuerpo con espacios medios a los lados de las manchas dorsales de color castaño oscuro, conspicuamente más oscuros que el color base; superficie ventral de la cola mayormente con grandes manchas o barras oscuras, a veces extendiéndose casi a la línea medio ventral	Lachesis acrochorda

En una **clave multinivel** (Tabla 3), las cuales son comúnmente cortas, la primera oración de una dupla no lleva a una nueva dupla al mismo nivel (si es el caso), sino que dentro de ella hay otras posibilidades de búsqueda (multiniveles), también organizadas en duplas y su vez, una de las oraciones de esas duplas tiene otra dupla. Entonces, si se responde “sí” a la primera opción, el usuario puede seguir con los multiniveles subsiguientes (las duplas internas). Este estilo de clave tiene ventajas si la clave es corta, debido a que muestra claramente el patrón lógico de la clave y tiende a reunir conjuntamente las formas relacionadas. Sin embargo, si la clave es muy larga, si el usuario responde “no” a la primera oración, la clave lo puede llevar lejos hasta encontrar la opción adecuada y en muchos casos confundir al usuario. Además, otra desventaja de esta presentación de las claves es que los multiniveles (las duplas internas) se van corriendo hacia la margen derecha, dejando poco espacio para describir las opciones finales.

Tabla 3. Clave en multinivel (endentada).

1. Cuerpo elíptico u oblongo	A
A. Pelaje con pigmento	I
I. Pelaje negro	a
II. Pelaje moteado	Taxón 1
a. Pelaje negro	Taxón 2
b. Pelaje café rojizo	Taxón 3
B. Pelaje blanco	Taxón 4
2. Cuerpo redondeado	Taxón 5

Debido a que los usuarios no especialistas tienen dificultades para correr las claves tradicionales exitosamente, los taxónomos han tratado de crear claves basadas en figuras de las especies o esquemas, haciendo la tarea más fácil:

1. **Claves pictóricas:** son diseñadas especialmente para guías de campo que utilizan los no especialistas o aun, no biólogos. Ellas pueden ilustrar los caracteres diagnósticos o aun el organismo entero (Fig. 1).
2. **Claves en diagrama de flujo:** diseñadas para facilitar la observación de las opciones (Fig. 2), pero los usuarios deben tener en cuenta que los patrones de ramificación no son realmente filogenéticos (debido a su similitud con cladogramas). Las ramas de las opciones en este tipo de claves pueden basarse en caracteres superficiales y pretenden solo conducir al usuario rápidamente a la identificación.

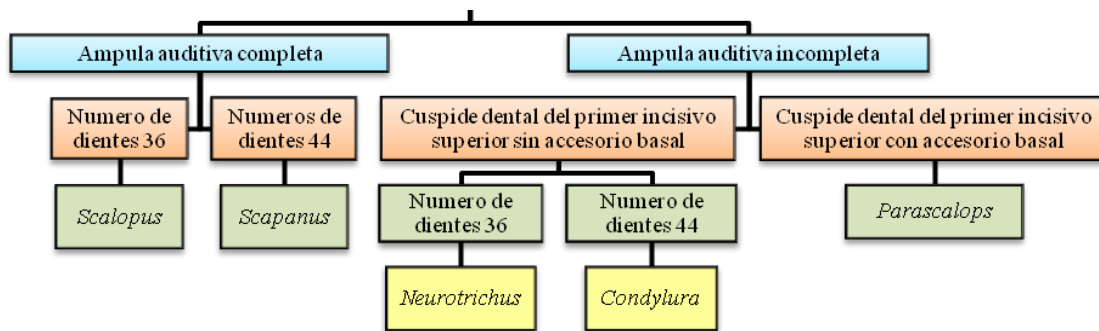


Figura 2. clave taxonómica en diagrama de flujo para géneros de topos.

Construcción de las claves

La construcción de claves es uno de los más avanzados tópicos en la sistemática práctica. El primer paso en la construcción de una clave para los taxones que estás trabajando es crear una matriz (Tabla 4) de datos con base en los caracteres de los taxones analizados. En un eje (filas) de la matriz se listan los taxones y en el otro eje (columnas) los caracteres. Los espacios serán llenados con las características de esos caracteres que presentan los especímenes (no es usual que los caracteres o características usados en la construcción de claves sean los mismos que se utilizan para análisis filogenéticos).

Tabla 4. Matriz de caracteres y características de cinco géneros de topos (Mammalia: Eulipotyphla: Talpidae); *: Incisivo 1 superior.

Género	Caracteres					
	Cantidad total de dientes	Bulla auditiva	Cúspide basal accesorio del II*	Longitud de la cola	Dirección de las narinas	Palmeadura en pata trasera
<i>Scalopus</i>	36	Completa	Ausente	< 1/4 de la longitud total corporal	Superficie superior	Presente
<i>Scapanus</i>	44	Completa	Ausente	< 1/4 de la longitud total corporal	Superficie superior	Ausente
<i>Parascalops</i>	44	Incompleta	Presente	< 1/4 de la longitud total corporal	Lateralmente	Ausente
<i>Condylura</i>	44	Incompleta	Ausente	> 1/4 de la longitud total corporal	Anteriormente	Ausente
<i>Neurotrichus</i>	36	incompleta	Ausente	> 1/4 de la longitud total corporal	Lateralmente	Ausente

El siguiente paso es hacer las duplas no tan ambiguas como sea posible. Por ejemplo, se debe utilizar el mismo sustantivo al comienzo de cada pareja de duplas opuestas: “pico queratinizado presente...” “pico queratinizado ausente” (Tabla 5). Se recomienda que al construir la clave se encuentren diferencias en los caracteres que no sean tan sutiles para los usuarios menos experimentados y usar diagramas o ilustraciones para hacer la terminología y la estructura morfológica más clara.

Tabla 5. Recomendaciones y errores que no se deben cometer al iniciar las duplas en una clave taxonómica.

<p>1. Formula dental 5/6; pelaje gris Taxón A 1'. Dientes mejillares unicúspidos; pelaje abundante .. Taxón B</p> <p>Aunque estas características si pueden corresponder a las de los taxones ahí nombrados, la forma de presentación de esta clave no está de acuerdo a la metodología establecida. Por lo tanto, la clave debe ser escrita de la siguiente manera:</p> <p>1. Formula dental 5/6; pelaje gris Taxón A 1'. Formula dental 4/6; pelaje negro Taxón B</p>

Si se va a construir una clave dicotómica, se recomienda comenzar un carácter fácilmente observable que divida las especies listadas en dos grupos casi iguales. Esto hará la clave más corta (en número de pasos) y, por lo tanto, le dará al usuario la menor oportunidad de equivocarse. También es recomendable que, si hay una o más especies inusuales, aquellas que son realmente distintas de las demás, ponerlas de primero en la clave. En el caso de las especies comunes, también se recomienda colocarlas a éstas de primero, ya que las especies raras siempre tienen algún carácter distintivo y eso requiere ir eliminando (en términos de evacuar primero) los caracteres más comunes.

El paso final en la construcción de claves es su exanimación, preferiblemente por otra persona y utilizando otros especímenes. Esto último con el fin de cumplir con los requisitos estipulados en la página dos de esta guía.