



Biotempo (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

CONSTRUCTION AND USE OF DICHOTOMOUS KEYS FOR THE IDENTIFICATION OF DIFFERENT TAXA OF VERTEBRATES IN CUBA

CONSTRUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE CLAVES DICOTÓMICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE DIFERENTES TAXONES DE VERTEBRADOS EN CUBA

Rafael Armiñana-García^{1*}; Rigoberto Fimia-Duarte²; José Iannacone^{3,4}; Yusimí Guerra-Véliz¹; Freddy Eli Zambrano-Gavilanes⁵ & Julio Leyva-Haza¹

^{1*} Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas, Villa Clara, Cuba. E-mail: rarminana@uclv.cu, yusimig@uclv.cu, haza@uclv.cu

² Facultad de Tecnología de la Salud y Enfermería, Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara, Cuba. E-mail: rigobertofd@infomed.sld.cu / rigoberto.fimia66@gmail.com

³ Escuela Universitaria de Postgrado. Grupo de Investigación Sostenibilidad Ambiental (GISA). Facultad de Ciencias Naturales y Matemática (FCCNM), Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA), Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). Lima, Perú.

⁴ Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma (URP). Lima, Perú. E-mail: joseiannacone@gmail.com

⁵ Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí, Manabí, Ecuador. E-mail: fezambrano@utm.edu.ec
Corresponding author: rarminana@uclv.cu

ABSTRACT

Dichotomous keys are resources or tools that researchers, teachers or other personnel linked to the study of biological sciences use for the determination of different species of organisms, by comparing two exclusive characters. The investigation proposes different dichotomous keys, illustrated in electronic format, for the identification of different aquatic and terrestrial vertebrate taxa present in Cuban fauna that includes orders, families, genera and species, and that are in correspondence with the Zoology Program's General II (Zoology of the chordates), which is taught in the Degree in Biology Education at the Central University "Marta Abreu" of Las Villas, in the Republic of Cuba. Various theoretical and empirical methods were used in the investigation in their dialectical interrelation which allowed identifying the existing deficiencies and proposing the solution. The information for the diagnosis was obtained from the application of different instruments, such as document review, participant observation, pedagogical test, case study, student survey and expert evaluation. In order to mitigate the difficulties detected, and with a view to introducing for the first time the illustrated dichotomous keys for vertebrates in electronic format in the Bachelor's degree in Biology Education, they were developed and subjected to expert criteria that assessed them as relevant.

Key words: dichotomous keys – species – vertebrates – zoology

RESUMEN

Las claves dicotómicas, son recursos o herramientas que los investigadores, docentes u otro personal vinculado al estudio de las ciencias biológicas, utilizan para la determinación de distintas especies de organismos, mediante la comparación de dos caracteres excluyentes. En la investigación se proponen diferentes claves dicotómicas ilustradas en formato electrónico, para la identificación de diferentes taxones de vertebrados, acuáticos y terrestres, presentes en la fauna cubana que incluye órdenes, familias, géneros y especies, y están en correspondencia con el Programa de Zoología General II (Zoología de los cordados), que se imparte en la carrera de Licenciatura en Educación Biología, en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, en la República de Cuba. En la investigación se emplearon diversos métodos teóricos y empíricos en su interrelación dialéctica, los que permitieron identificar las carencias existentes y proponer la solución. La información para el diagnóstico es obtenida a partir de la aplicación de diferentes instrumentos, como revisión de documentos, observación participante, prueba pedagógica, estudio de casos, encuesta a los estudiantes y evaluación de expertos. Para mitigar las dificultades detectadas, y con vistas a introducir por primera vez las claves dicotómicas ilustradas para vertebrados en formato electrónico, en la carrera de Licenciatura en Educación Biología, se elaboran las mismas, las cuales fueron sometidas a criterios de expertos que las valoraron de pertinentes.

Palabras clave: claves dicotómicas – especie – vertebrados – zoología

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad es definida como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y complejos ecológicos de que forman parte: comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (Lahitte *et al.*, 1997; Díaz & Cadiz, 2004; Fontanela, 2007; Lobanov, 2015).

El Caribe insular es uno de los puntos calientes de biodiversidad más importantes del planeta producto de la elevada concentración de especies y endemismos (Mittermeier *et al.*, 2011). Sin embargo, la alta densidad poblacional y otras presiones de origen socioeconómico, hacen que esta región presente uno de los más altos niveles de pérdida de hábitats naturales y de amenazas para la conservación de la biodiversidad (Shi *et al.*, 2005; Mathger *et al.*, 2010; Ramírez & Oakley, 2015).

Uno de los primeros objetivos de la Biología fue establecer amplias generalizaciones acerca de los organismos vivos, de forma tal que los conocimientos pudieran ser transmitidos y utilizados por diferentes generaciones. Todos los organismos están relacionados entre sí en mayor o menor grado por vías evolutivas descendentes, que permiten que puedan ser fácilmente identificados y agrupados dentro de categorías diferenciales y reconocibles (Blanco, 1999; Armiñana, 2017; Armiñana & Banasco, 2018).

Se concuerda con Lanteri *et al.* (2004), que los organismos vivos poseen características comunes entre sí, las que

permiten que puedan ser agrupados en un sistema de clasificación. Por su parte, clasificar implica organizar en grupos o conjuntos a distintos elementos u organismos que compartan uno o más caracteres, y que a su vez, puedan diferenciarse de los miembros de otros grupos (Jaafar *et al.*, 2009; Yu *et al.*, 2014; Van *et al.*, 2017).

Mittermeier *et al.* (2011) aseveran que, al aplicar reglas de clasificación a los seres vivos, se establece un sistema jerárquico, es decir, un sistema de grupos dentro de grupos. La naturaleza jerárquica de la clasificación biológica surge como una consecuencia del proceso de evolución de las especies.

Identificar un ejemplar, consiste en adjudicarlo al grupo o taxón al que pertenece, de acuerdo con un modelo clasificatorio elaborado con anterioridad (Lanteri *et al.*, 2004; Vilches *et al.*, 2012).

Tradicionalmente el uso de las claves dicotómicas, ha estado limitado al ámbito científico y a la enseñanza superior debido a la complejidad que estas presentan en relación con la terminología utilizada y a las características biológicas a las que hacen referencia. Son numerosos los intentos para hacer más sistemático el proceso de la identificación de los organismos, y dentro de ellos, las claves dicotómicas son uno de los recursos más utilizados (Leyva-Barceló *et al.*, 2008; Randler, 2008; Watson, 2009; Tofilski, 2018).

Diferentes investigadores sostienen que la utilización de las claves dicotómicas no debe centrarse sólo en la determinación o identificación de un ejemplar, sino

como material didáctico para el reconocimiento de las características distintivas o diagnósticas que permitan la identificación de cada uno de los grupos de organismos tratados. Mediante el uso de ellas, también se estimula el aprovechamiento de los recursos del entorno, destacando la importancia que poseen para el estudio del medio natural (Chirino *et al.*, 1990; García *et al.*, 2009; Semsar & Casagrand, 2017; Armiñana, 2019).

Para Lahitte *et al.* (1997), una clave dicotómica consiste en un modelo o esquema que permite la determinación de distintas especies, mediante la comparación de dos caracteres excluyentes. Armiñana (2019) afirma que una clave dicotómica consiste en una serie de afirmaciones referentes a caracteres diagnósticos concretos. De cada par, el analista escoge el que más íntimamente refleja la morfología del ejemplar examinado. La selección lo conduce a otro par de afirmaciones y así sucesivamente hasta la identificación final de un determinado taxón.

Según Lanteri *et al.* (2004) y Mestres & Torres (2008), no hay un criterio preestablecido para elaborar las alternativas u organizar su secuencia. Sin embargo, es muy útil identificar primero los ejemplares pertenecientes a taxones o grupos con características muy diferentes.

Por otro lado, el impacto social de las Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC), desempeña un importante papel en el Sistema Nacional de Educación en Cuba, lo que propicia modificaciones en las formas tradicionales de enseñar y aprender (Blanco, 1999; Silvestre & Zilberstein, 2000; Olmedo, 2000; Leiva *et al.*, 2007; Armiñana, 2015).

Incorporar las TIC como recurso al proceso de enseñanza - aprendizaje ofrece nuevas posibilidades de apoyo al mismo, de acuerdo a un modelo de formación que asegure niveles de eficiencia superiores. En tal sentido los autores de este trabajo coinciden en que las claves dicotómicas que, en formato electrónico ilustran los caracteres taxonómicos (fundamentalmente de la morfología externa de los vertebrados en este caso), y las claves pictóricas son de gran utilidad ya que permiten comparar los caracteres con precisión, por parte de quien las va a utilizar (Leiva *et al.*, 2007; Armiñana, 2015).

Al analizar el programa de Zoología de los cordados, dos de los objetivos son los siguientes: el número (9) plantea: «identificar y ubicar taxonómicamente a los cordados, mediante sus características morfológicas y el uso de claves dicotómicas», y el (10) «confeccionar claves dicotómicas en formato electrónico que recojan una adecuada selección de los caracteres más notables de las diferentes clases de los cordados».

Sin embargo, los autores de esta investigación han podido constatar, desde una posición crítica, que para poder identificar y ubicar taxonómicamente a diferentes vertebrados de la fauna cubana, mediante sus características morfológicas y el uso de claves dicotómicas, es preciso contar con las claves, y para confeccionar claves es necesario poseer habilidades intelectuales, prácticas e informáticas, por parte de quien las elabora (Armiñana, 2015; Armiñana & Banasco, 2018; Armiñana, 2019).

Se ha podido constatar, además, mediante la observación participante, que los estudiantes poseen carencias en el manejo de las claves dicotómicas para la identificación de vertebrados de la fauna cubana (Chirino *et al.*, 1990; García *et al.*, 2009; Armiñana, 2015; Armiñana, 2017). Por otro lado, no existen claves dicotómicas para la totalidad de los taxones que se estudian en el programa de Zoología de los cordados. Esto entra en contradicción con los objetivos referidos anteriormente y, como consecuencia, surge la situación problemática acerca de ¿cómo favorecer el desarrollo de habilidades en los estudiantes de la Licenciatura en Educación Biología, en la identificación de diferentes vertebrados de la fauna cubana, mediante el uso de claves dicotómicas?

Por tal motivo, y como objetivo de la investigación realizada, se decidió elaborar un grupo de claves dicotómicas ilustradas en formato electrónico para la identificación de diferentes taxones, en particular de especies de condriictios, actinopterigios, tanto dulceacuícolas como marinos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (quirópteros), presentes en la fauna cubana, lo cual fue objeto de un minucioso trabajo investigativo de más de un lustro. Además, realizar un aporte metodológico para su elaboración y su uso. En tal sentido, no es preciso solo conocer las características distintivas de las diferentes especies de vertebrados, sino que se requiere, del desarrollo de habilidades para la confección de las claves.

Para abordar los aspectos relacionados con la elaboración de las claves y su implementación, se ha querido tomar como ejemplo a la clase anfibios y en particular los anuros presentes en la fauna cubana, porque en el archipiélago cubano no están presentes ni los urodelos ni los ápodos. En tal sentido estas constituyen un algoritmo de trabajo que se extrapola a los peces, reptiles, aves y quirópteros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de las claves dicotómicas, se utilizaron diferentes materiales y métodos. En primer lugar, es preciso contar con colecciones en líquido, animales

fijados, animales vivos y fotos. Las colecciones de anfibios están depositadas en el laboratorio de la Facultad de Educación Media de la Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas.

Para el montaje de las colecciones en líquido de anuros, fue puntual aplicar diferentes métodos de colectas *in situ*, como las trampas de caída (“pitfall traps”). Este método involucra la colocación de recipientes cilíndricos enterrados en el suelo con la boca hacia la superficie. El tamaño, la forma y la profundidad del recipiente (3 - 20 L) dependerán de las especies a muestrear (Díaz & Cadiz, 2004; Armiñana, 2015).

Las cercas de desvío (“drift fences”) asociadas a trampas (“pitfall” o “funnel traps”), se utilizó fundamentalmente para la captura de bufos. Otro método utilizado fue el

de búsqueda libre y sin restricciones, que según Rueda-Almonacid *et al.* (2006), es el método más eficiente, para detectar el mayor número de especies en el menor tiempo y consiste en buscar anfibios en todos los microhábitats disponibles, durante el día y la noche, sin restricciones de tiempo, distancia o área.

Fue preciso la inclusión de diferentes esquemas con los aspectos más importantes de la morfología externa de anuros que son de vital importancia para la identificación de especies. En tal sentido, las figuras 1 – 6 muestran los detalles. Se seleccionaron los géneros *Eleutherodactylus* Dumeril & Bibron, 1841 y *Bufo* Garsault, 1764, porque en la fauna cubana de anfibios las especies pertenecientes a estos géneros están muy bien representados en la fauna de archipiélago cubano, por encima de un 95% de endemismo.

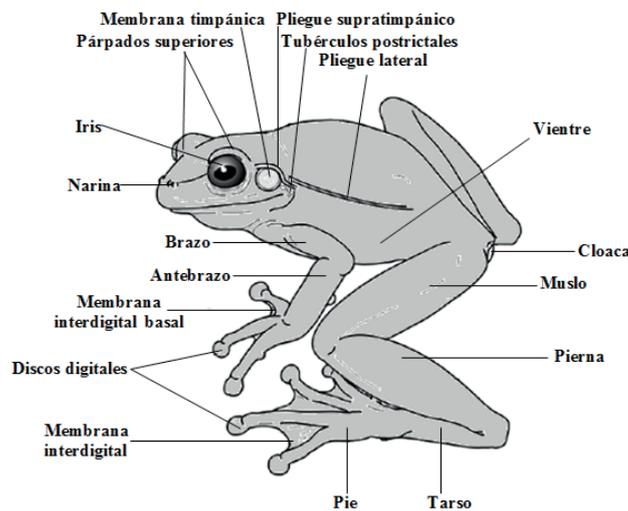


Figura 1. Morfología general de un anuro.

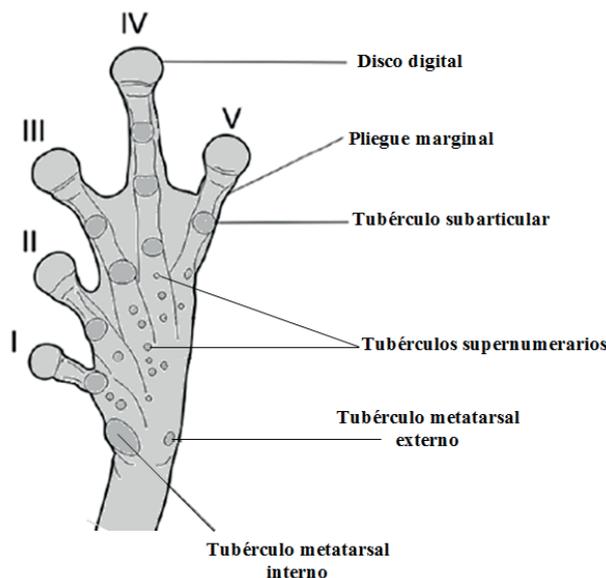


Figura 2. Morfología del pie.

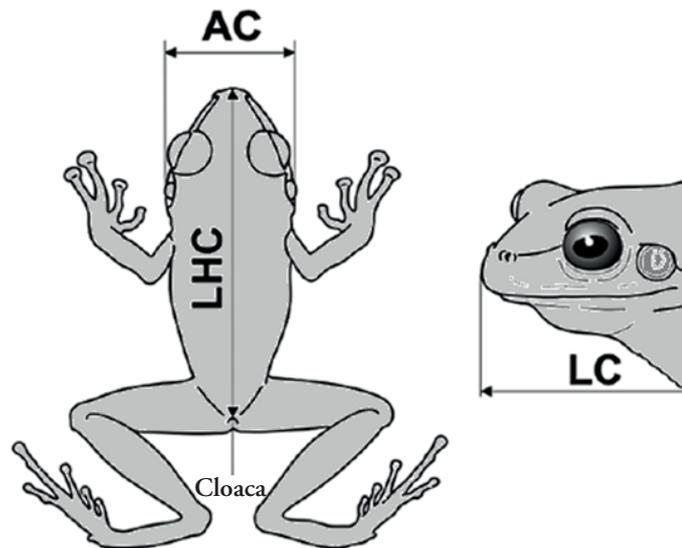


Figura 3. Medidas de mayor interés en los anuros: AC = ancho de la cabeza: se mide entre los bordes más prominentes. LC = largo de la cabeza: entre el ángulo de la mandíbula y el extremo del hocico. LHC = longitud hocico – cloaca: desde la punta del hocico hasta el borde anterior de la cloaca.

Discos digitales desarrollados

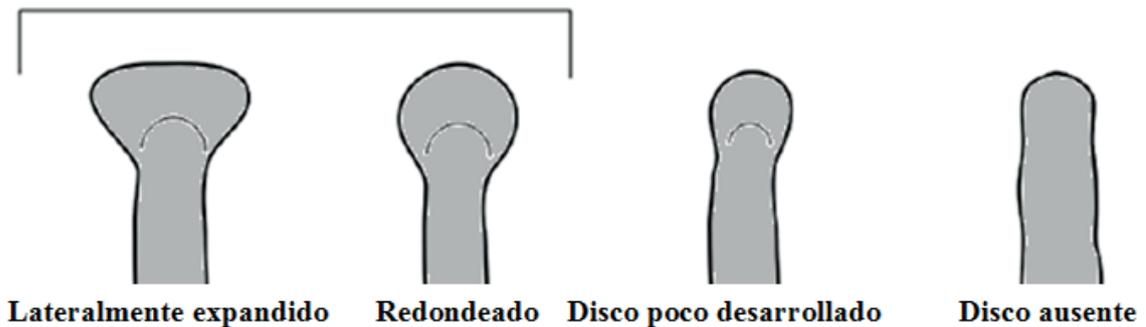


Figura 4. Tamaño y medida de los discos digitales.

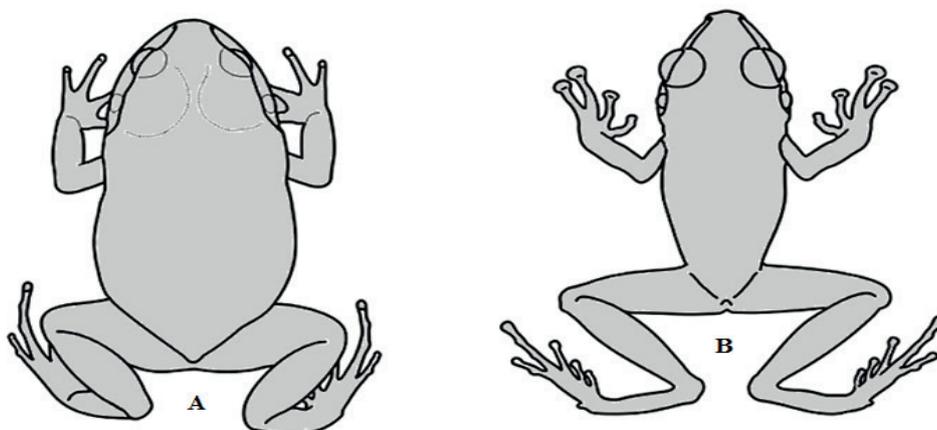


Figura 5. Apariencia general del cuerpo. A: Robusto B: Estilizado.



Figura 6. Patrones de coloración del iris.

Para el trabajo con las claves dicotómicas fue indispensable utilizar diferente instrumental de laboratorio; como, por ejemplo, bandejas de disección, guantes, pinzas, agujas enmangadas, microscopio estereoscópico y lupa.

Aspectos éticos

La investigación estuvo sujeta a normas éticas que posibilitaron reducir al mínimo el daño posible al ambiente, así como a la biodiversidad de los dos géneros objeto de estudio *Eleutherodactylus* y *Bufo*, para poder generar nuevos conocimientos sin violar los principios éticos establecidos para estos casos. Por otra parte, todos los autores involucrados en la investigación, publicación y difusión de los resultados/clave dicotómica propiamente dicha, somos responsables de la confiabilidad y exactitud de los resultados mostrados (Declaración de Helsinki AMM, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la elaboración de la clave, se tuvo en consideración

la modelación de esta, la cual permitiría la determinación de las distintas especies de anuros pertenecientes a los géneros *Eleutherodactylus* y *Bufo* respectivamente, mediante la comparación de dos caracteres excluyentes.

En la clave dicotómica elaborada se introducen afirmaciones referentes a caracteres diagnósticos concretos de la especie a identificar. De cada par, el estudiante debe escoger el que más básicamente manifiesta la morfología del ejemplar examinado, de tal modo que la selección lo conducirá a otro par de afirmaciones y así sucesivamente hasta la identificación final de la especie.

A continuación, se muestra el resultado de la clave elaborada para la identificación de algunas especies presentes en la fauna cubana de la familia Eleutherodactylidae, y otra para separar las principales especies cubanas del género *Bufo*.

CLAVE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ALGUNAS ESPECIES CUBANAS DE LA FAMILIA ELEUTHERODACTYLIDAE

- 1 (a). Vientre granulado _____ 2
- (b). Vientre no granulado _____ 3
- 2 (a). Vientre groseramente granulado, series vomerinas cortas, discos digitales bien desarrollados, saco vocalgular presente
 _____ *Eleutherodactylus auriculatus*
- (b). Vientre granulado, series vomerinas cortas, discos digitales no desarrollados, una línea dorsolateral de verrugas, saco vocal llega hasta el pecho, macho 14 mm, hembra 17 mm _____
 _____ *Eleutherodactylus varleyi*
- 3 (a). Vientre liso _____ 4

- (b). Vientre liso o debidamente granulado _____ 5
- 4 (a). Series vomerinas largas, discos digitales no desarrollados, liso arriba exceptuando el pliegue dorsolateral; una mancha negra en la mejilla, patas más largas, talón llega hasta el ojo, nariz más larga, sin rojo en la ingle, hembra 45 mm _____ *Eleutherodactylus dimidiatus*
- (b). Series vomerinas largas, discos digitales no desarrollados, liso arriba exceptuando el pliegue dorsolateral, una mancha negra en la mejilla, patas más cortas, talón no llega al tímpano, nariz más corta, color rojo en la ingle, hembra 27 mm _____ *Eleutherodactylus emiliae*
- 5 (a). Patas inferiores palmeadas en la base _____ 6
- (b). Patas inferiores no palmeadas _____ 7
- 6 (a). Dientes digitales no desarrollados; pliegue escapular en forma de W _____
_____ *Eleutherodactylus cuneatus*
- (b). Discos digitales pequeños, Dorso variablemente cubierto por gránulos y tubérculos, vientre liso, figura supraescapular en forma de "V" invertida, debajo de los ojos dos o tres manchas _____
_____ *Eleutherodactylus planirostris*
- 7 (a). Aspecto uniformemente afelpado por arriba _____ 8
- (b) Aspecto no uniformemente afelpado por arriba _____ 9
- 8 (a). Vientre no granulado; color uniforme _____ *Eleutherodactylus greyi*
- (b). Vientre débilmente granulado; indicaciones de fajas transversales o líneas claras dorsolaterales _____
_____ *Eleutherodactylus pinarensis*
- 9 (a). Verrugas dorsales bien desarrolladas, sin línea dorsolateral _____ 10
- (b). Verrugas dorsales débilmente desarrolladas excepto en la línea dorsolateral, discos digitales no desarrollados, color pardo rojizo, ingle roja _____ *Eleutherodactylus atkinsi*
- 10 (a). Verrugas dorsales no alargadas, sin rojo en la ingle _____ 11
- (b). Verrugas dorsales alargadas; ingle roja, patas largas _____ *Eleutherodactylus gundlachi*
- 11 (a). Patas cortas, talones no se superponen; talón llega al ojo; sin marca en V, ni verrugas en la región escapular, sin barras oblicuas en los lados; discos de los dos dedos externos de la parte superior desarrollados; longitud máxima 30 mm _____ *Eleutherodactylus ricordii*
- (b). Patas largas, talones se superponen; talón llega a la nariz _____ 12
- 12 (a). Discos digitales no desarrollados, una V invertida en la región escapular, tres barras negras oblicuas en los lados, tamaño pequeño, largo máximo 21 mm _____
_____ *Eleutherodactylus casparii*
- (b). Dientes digitales desarrollados, tamaño pequeño, tamaño mayor, largo 38 mm _____
_____ *Eleutherodactylus maestrensis*

CLAVE PARA SEPARAR LAS PRINCIPALES ESPECIES CUBANAS DEL GÉNERO *BUFO*

- 1 (a). Parte superior de la cabeza dura y osificada, con grandes crestas que rodean una honda depresión entre las órbitas _____ *Bufo empusus*
- (b). Parte superior de la cabeza llana o cóncava con o sin crestas notables _____ 2
- 2 (a). Tegumento de la cabeza sin crestas _____ *Bufo longinasus*
- (b). Tegumento de la cabeza con crestas _____ 3
- 3 (a). Tegumento de la cabeza osificado con el cráneo, crestas presentes, pero no altas; dos o tres prominencias óseas en las regiones supraorbital y cantal _____ *Bufo taladai*
- (b). Tegumento de la cabeza osificada con el cráneo, crestas presentes, pero no altas; dos o tres prominencias óseas en las regiones supraorbital y cantal, esta última con una muesca _____ *Bufo peltocephalus*

Las figuras 7 y 8 muestran fotos de las especies de anuros que aparecen en la clave.



Figura 7. *E. auriculatus*, *E. varleyi*, *E. dimidiatus*, *E. emiliae*, *E. cuneatus*, *E. planirostris*, *E. greyi*, *E. pinarensis*, *E. atkinsi*, *E. gundlachi*, *E. ricordii*, *E. casparii*, *E. maestrensi*.



Figura 8. De izquierda a derecha: *Bufo empusus*, *Bufo longinasus*, *Bufo taladai* y *Bufo peltcephalus*.

Las claves dicotómicas elaboradas para la identificación de diferentes especies de anuros presentes en la fauna cubana, se introdujeron en dos colectivos de estudiantes del 3^{er} año del Curso Regular Diurno (CRD) y del Curso por Encuentros de cuatro años (CE) de la Carrera Licenciatura en Educación, Biología en la Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas. Estos colectivos están conformados por ocho estudiantes en el caso del primer colectivo y 15 estudiantes del segundo.

Con el objetivo de constatar la efectividad de las claves elaboradas, se entregó a cada estudiante 10 especies de anuros del género *Eleutherodactylus* y cuatro del género *Bufo*, en diferentes momentos y espacios según la planificación de las actividades prácticas y para cada tipo de curso.

Los animales entregados habían sido sacrificados

(eutanasia) mediante su inmersión en una solución de clorobutanol (1 cdta/galón), se utilizó también una solución de hidrato de cloral (1 cc de una solución saturada en alcohol etílico 70%/ 1 L). Posteriormente se colocaron en frascos de cristal con una solución de etanol 70%, para su conservación, solución por excelencia para adultos y juveniles. Se utilizaron además imágenes virtuales de los anuros en las que se muestran diferentes partes por separado; como por ejemplo, cabeza, tronco, manos y pie y en otras posiciones (ventral y dorsal), lo cual permitió realizar comparaciones con los animales conservados y algunos vivos.

En las tablas 1 y 2, se exponen los resultados obtenidos por cada uno de los estudiantes, en la identificación de las especies de anuros presentes en la fauna cubana, con el uso de las claves dicotómicas y según los cursos académicos.

Tabla 1. Resultados obtenidos por los estudiantes de la Carrera de Licenciatura en Educación. Biología (CRD), en la identificación de las especies de anuros.

Estudiante N°	N° de especies identificadas con el uso de las claves	Especies identificadas según los géneros		Por ciento por estudiantes	
		<i>Eleutherodactylus</i>	<i>Bufo</i>	%	%
1	11	8	3	80	75
2	9	6	3	60	75
3	13	9	4	90	100
4	14	10	4	100	100
5	11	8	3	80	75
6	14	10	4	100	100
7	12	9	3	90	75
8	14	10	4	100	100

Tabla 2. Resultados obtenidos por los estudiantes de la Carrera de Licenciatura en Educación. Biología (CE), en la identificación de las especies de anuros.

Estudiante N°	N° de especies identificadas con el uso de las claves	Especies identificadas según los géneros		Por ciento por estudiantes	
		<i>Eleutherodactylus</i>	<i>Bufo</i>	%	%
1	14	10	4	100	100
2	11	8	3	80	75
3	14	10	4	100	100
4	14	10	4	100	100
5	8	6	2	60	50
6	7	5	2	50	50
7	14	10	4	100	100
8	13	9	4	90	100
9	11	8	3	80	75
10	14	10	4	100	100
11	6	5	1	50	25
12	13	10	3	100	75
13	14	10	4	100	100
14	4	2	2	20	50
15	14	10	4	100	100

La escala evaluativa (cualitativa), empleada para calificar a los estudiantes en la identificación de las especies con el uso de las claves fue la siguiente:

El estudiante que identificara entre 12 y 14 especies

obtiene la máxima calificación que es de 5, los que lograran identificar 10 u 11 especies recibían la calificación de 4, aquellos que lograran identificar 8 o 9 especies aprobaban con la mínima calificación que es 3, por debajo de ocho desaprubaban la actividad práctica.

Si se realiza un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos por los estudiantes y tomando en consideración ambos cursos académicos (23 estudiantes), el 60,9% (o sea 14) de los estudiantes obtiene la máxima calificación, cuatro alcanzan la evaluación de 4 que representa el 17,4%, dos reciben 3 de calificación, para un 8,7% y tres estudiantes desaproveban la actividad práctica para un 13%.

De los 23 estudiantes que trabajaron con las claves dicotómicas, 20 aprueban la actividad práctica para un 87%, resultado que a juicio de los autores es positivo y demuestra la validez de las claves como recurso didáctico.

Se realizó un estudio de caso a los tres estudiantes desaprobados en el que se involucró al profesor de la asignatura Zoología y al profesor responsable del colectivo de estudiantes. Este estudio arrojó, primero, que dos de los estudiantes vienen mostrando dificultades en el uso de claves dicotómicas desde el segundo año de la carrera, cuando se trabajó con taxones de invertebrados, como moluscos, artrópodos y equinodermos, y, segundo, que estos estudiantes poseen un nivel bajo de rendimiento. Tales antecedentes exigen continuar dándoles atención diferenciada para solventar tal dificultad.

Otro resultado del estudio de casos se obtuvo al analizar los datos de la tabla 2. Los estudiantes que no lograron identificar la cantidad de especies requerida para aprobar la prueba pedagógica y alcanzar los objetivos propuestos, son estudiantes de la Licenciatura en Educación. Biología del Curso por Encuentros, que reciben la asignatura una vez a la semana durante 19 encuentros semipresenciales. Al profesor le resulta muy difícil realizar una atención diferenciada en esas condiciones, lo cual coincide con investigaciones realizadas al respecto en otros países (Vollbrecht *et al.*, 2013; Ramírez & Oakley, 2015; Grilli, 2016; Van *et al.*, 2017; Tofilski, 2018).

Nótese en la tabla 1, que el 100% de los estudiantes del Curso Regular Diurno, aprueban la prueba pedagógica, cuyo objetivo es el de identificar las especies de anuros dadas mediante el uso de las claves dicotómicas, resultado que concuerda con los de otros autores (Jaafar *et al.*, 2009; Mathger *et al.*, 2010; Van *et al.*, 2017; Tofilski, 2018).

Otro aspecto que emergió del estudio de casos fue que el tercer estudiante desaprobado le tiene repugnancia a los anfibios y en particular a las ranas; quizás, y a modo de conjetura, este pudo ser un factor determinante, pues a pesar de ser considerado de alto rendimiento, solo pudo lograr identificar cuatro especies de las 14, lo cual está descrito e identificado en la literatura internacional, y casi

siempre, asociado a un componente psicológico (Martínez, 2003; Tribó, 2006; Heller, 2008; Armiñana & Banasco, 2015; Grilli, 2016).

A modo de conclusión se puede afirmar que las claves dicotómicas ilustradas en formato electrónico para la identificación de diferentes vertebrados de la fauna cubana, resultaron ser válidas, no solo por los resultados obtenidos por parte de los estudiantes, sino también por su estructura y manera de presentarse, donde los componentes textuales y extratextuales jugaron un rol importante, a la evaluación dada por los estudiantes según encuesta aplicada y la valoración realizada por los expertos que la consideraron necesaria, pertinente, novedosa, original y generalizable.

Las claves dicotómicas ilustradas para vertebrados, se encuentran disponibles en la sede «Félix Varela Morales» de la Universidad Central «Marta Abreu» de las Villas, en la dirección <ftp://cienciasnaturales/biología/zoología>. Puede ponerse en contacto con rarminana@uclv.cu

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armiñana, G.R. 2015. *Sistema de Medios de Enseñanza Asistido por Computadoras, para el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Zoología General I*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas. Villa Clara, Cuba. 215 pp.
- Armiñana, G.R. 2017. *Programa de Zoología General II*. Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas. Facultad de Educación Media. Villa Clara, Cuba. 11 pp.
- Armiñana, G.R. & Banasco, A.J. 2018. *Zoología de los no cordados. [Inédito], en proceso editorial*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba 512 pp.
- Armiñana, G.R. 2019. *Temas seleccionados de Zoología de los no cordados*. Editorial Académica Española. Alemania. Latvia, European Union. 312 pp.
- Blanco, R. 1999. *Hacia una escuela para todos y con todos*. Boletín Proyecto Principal de Educación. Santiago de Chile. UNESCO. (s/p)
- Chirino, F.N.; Armiñana, G.R.; Arredondo, A.C. & Garcés J.F. 1990. *Claves dicotómicas de cordados*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 145 pp.

- Declaración de Helsinki de la AMM. 2013. *Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brazil, octubre. World Medical Association, Inc. – All Rights reserved. 9 pp.
- Díaz, M.L. & Cádiz, A. 2004. *Guía taxonómica de los anfibios de Cuba*. Vol. 4 <http://www.abctaxa.be>. Abc Taxa, partim non – African zoology Royal Belgian Institute of natural Sciences, Brusseis. 304 pp.
- Fontanela, R.J.L. 2007. *Islas, biodiversidad y cultura*. En: Biodiversidad de Cuba. Ediciones Polymita. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 330 pp.
- García, A.; Lanata, E.; Arcaría, N.; de Andrea, P.; Gelos, Y.; Menconi, F.; Solari, B.; Legarralde, T.; Vilches, A.; Darrigran, G. & Guadagno, L. 2009. *¿Por qué hacer un trabajo de campo? Experiencia de alumnos del profesorado en ciencias biológicas*. Actas II Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Actas, II: 132138. La Plata. Disponible en: <http://www.jornadasceyn2.fahce.unlp.edu.ar/actas>
- Grilli, J. 2016. Cine de ciencia ficción y enseñanza de las ciencias. Dos escuelas paralelas que deben encontrarse en las aulas. *Revista Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13: 137-148.
- Heller, E. 2008. *Psicología del color. ¿Cómo actúan los colores sobre los sentimientos y la razón?*. Barcelona, Editorial Gustavo Gili.
- Jaafar, I.; Chia, C.T.; Mohd, S.S.M. & Muin, M.M.A. 2009. Checklist and Simple Identification Key for Frogs and Toads from District IV of the MADA Scheme, Kedah, Malaysia. *Tropical Life Sciences Research*, 20: 49-57.
- Lahitte, H.; Hurrell, J.; Belgrano, M.; Jankowski, L.; Mehlreter, K.; Haloua, P. & Canda, G. 1997. *Plantas de la Costa. Las plantas nativas y naturalizadas más comunes de las costas del Delta del Paraná, Isla Martín García y Ribera Platense*. Edición L.O.L.A. (Literature of Latin América), Buenos Aires. 200 pp.
- Lanteri, A.; Fernández, L. & Gallardo, F. 2004. *Nomenclatura Biológica*. pp.21 - 33. En: Lanteri, A. & Cigliano, M. (Eds) *Sistemática Biológica: fundamentos teóricos y ejercitaciones*. EDULP. 241 pp.
- Leyva-Barceló, L.; Méndez-Santos, I.; Guzmán, N.; Guerra-Salcedo, M.; Reyes-Labarcena, B. & Noya-Martínez, I. 2007. El uso de claves dicotómicas automatizadas: una vía para el desarrollo del pensamiento biosistemático en el estudio del reino plantas en la E.G.P.L. *Agrisost*. 9 (2). Disponible en: <http://www.ucp.cm.rimed.cu/uzine/agrisost/index.php>.
- Leyva-Barceló, L.; Méndez-Santos, I.; Guzmán, N.; Guerra-Salcedo, M. & Reyes L. 2008. *Los profesores de biología: una estrategia didáctica para mejorar la práctica docente*. http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.560/ev.560.pdf
- Lobanov, A.L. 2015. The diagnostic value of qualitative and quantitative characters in computer identification keys. *Entomological Review*, 95: 285-288.
- Martínez, Y. 2003. Comunicación animal. Un punto de vista humano. *Revista La Tadeo*, 68: 31-39.
- Mathger, L.; Roberts, S. & Hanlon, R. 2010. Evidence for distributed light sensing in the skin of cuttlefish, *Sepia officinalis*. *Biology Letters*, 6: 600-603.
- Mestres, I.A. & Torres, G.M. 2008. *Algunas pautas para la elaboración de claves dicotómicas y árboles de clasificación*. Disponible en: <http://webpages.ull.es/users/apice/pdf/411002>.
- Mittermeier, R.A.; Turner, W.R.; Larsen, F.W.; Brooks, T.M. & Gascon, C. 2011. *Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots*. pp. 3-22. En: *Biodiversity Hotspots: Distribution and Protection of Conservation Priority Areas* (Zachos, F.E. & Habel, J.C. eds.). Springer. Nueva York.
- Olmedo, S. 2000. *Recomendaciones didácticas para promover una enseñanza y un aprendizaje desarrollador en la asignatura Ciencias Naturales, de los alumnos que cursan el quinto grado de primaria en México*. Tesis de Maestría. CDIP. Instituto Superior Pedagógico «Félix Varela» Villa Clara, Cuba. 80 pp.
- Ramírez, M. & Oakley, T. 2015. Eye-independent, light-activated chromatophore expansion (LACE)

- and expression of phototransduction genes in the skin of *Octopus bimaculoides*. *Journal of Experimental Biology*, 218: 1513-1520.
- Randler, C. 2008. Teaching Species Identification- A Prerequisite for Learning Biodiversity and Understanding Ecology. *Eurasia Journal Mathematics Science & Technology Education*, 4: 223-231.
- Rueda-Almonacid, J.V.; Castro, F. & Cortez, C. 2006. *Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: una compilación*. pp. 135-71. *En: Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina* (Angulo, A.; Rueda-Almonacid, J.V.; Rodríguez, M. & La Marca, E., Eds.). Conservación Internacional, Bogotá.
- Semsar, K. & Casagrand, J. 2017. Bloom's dichotomous key: a new tool for evaluating the cognitive difficulty of assessments. *Advances in Physiology Education*, 41: 170-177.
- Silvestre, M. & Zilberstein, J. 2000. *¿Cómo hacer más eficiente el aprendizaje?*. Ed. CEIDE. México. 12-14 pp
- Shi, H.; Singh, A.; Kant, S.; Zhu, Z. & Waller, E. 2005. Integrating habitat status, human population pressure, and protection status into biodiversity conservation priority setting. *Conservation Biology*, 19: 1273-1285.
- Tofilski, A. 2018. DKey software for editing and browsing dichotomous keys. *Zookeys*, 735: 131-140.
- Tribó, M. 2006. Razones de ser y utilidad de la psicodermatología. *Piel*, 21: 51-53.
- Van, S.N.; Wiemers, M. & Settele, J. 2017. Proposal for an index to evaluate dichotomous keys. *Zookeys*, 685: 83-89.
- Vilches, A. M.; Legarralde, T.I. & Berasain, G. 2012. *Elaboración y uso de claves dicotómicas en las clases de Biología. Facultad de Humanidades y Ciencia de la Educación*. Universidad Nacional de la Plata. Argentina. 12 pp.
- Vollbrecht, L.; Rush, M.T. & Cottenie, K. 2013. Improving dichotomous keys for undergraduate teaching. *Studies by Undergraduate Researchers at Guelph (SURG)*, 7: 23-32.
- Watson, S. 2009. Classification and dichotomous key: Tool for teaching identification. *The Science Teacher*, 76: 50-54.
- Yu, C.; Li, Y.; Zhang, X.; Huang, X.; Malyarchuk, V.; Wang, S.; Shi, Y.; Gao, L.; Su, Y.; Zhang, Y.; Xu, H.; Hanlon, R.T.; Huang, Y. & Rogers, J.A. 2014. Adaptive optoelectronic camouflage systems with designs inspired by cephalopod skins. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111: 12998-13003.

Received January 23, 2020.

Accepted March 23, 2020.