

Wikidata para enseñanza de la biología: la coloración en los felinos

Wikidata for Teaching Biology: Coloration in Felines

Delia González Marín¹, Layla Michán^{1,2}

¹Laboratorio de Bioinformación, Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, UNAM. Ciudad de México. México.

¹deliagonzalezmarin@bioinformacion.org ; ²lma@bioinformacion.org

Recibido 30/08/2023 – Aceptado 20/12/2023

Para citar este artículo:

González Marín, D. y Michán, L. (2024). Wikidata para enseñanza de la biología: la coloración en los felinos. *Revista de Educación en Biología*, 27(1).
<https://doi.org/10.59524/2344-9225.v27.n1.42375>

Resumo

En esta propuesta presentamos Wikidata, un proyecto asociado a Wikipedia, una herramienta abierta, colaborativa y políglota lo que la hace innovadora e interesante para manejar datos biológicos *in silico*, los invitamos a usar esta plataforma web como un recurso didáctico para el aprendizaje de la biología. En este ensayo nos enfocaremos en dar un ejemplo de su uso en la biología del color en los felinos, creando declaraciones conformadas por propiedades y elementos que permiten producir y visualizar información relacionada con diferentes características de los organismos como coloración, sexo, especie, origen del color, tonos y patrón del color, que facilita a los estudiantes desarrollar habilidades biológicas, informáticas e informacionales en un contexto dinámico y entretenido.

Palabras clave: Wikidata; Enseñanza; Felinos; Patrón de coloración

Abstract

In this proposal we present Wikidata, an associated project of Wikipedia, an open, collaborative and polyglot tool, which makes it innovative and interesting for managing biological data *in silico*. We invite you to use this web platform as a didactic resource for learning biology. In this essay we will focus on the biology of color in felines, creating statements made up of properties and elements that allow us to produce and visualize information related to different characteristics of organisms, such as coloration, sex, species, color origin, shades and color hues pattern, which facilitates students to develop biological, computational and informational skills in a dynamic and entertaining context.

Keywords: Wikidata; Teaching; Felines; Color Pattern

Creative Commons 4.0 Internacional (Atribución-No Comercial-Compartir igual)
a menos que se indique lo contrario



INTRODUCCIÓN

La coloración es un fenómeno en los seres vivos, constituye un rasgo biológico de importante porque está involucrada en la supervivencia individual, la señalización social, la termorregulación, la selección sexual, el camuflaje, el mimetismo, el aposematismo y el reconocimiento (Duarte et al., 2017). El color se produce por tres mecanismos: pigmentos, color estructural y bioluminiscencia, que pueden combinarse para generar tonos y patrones de coloración que son percibidos por el sistema nervioso de los animales al interpretar la luz registrada en la retina (Bhushan, 2018) por la descomposición de la luz blanca a través de la absorción y la emisión de la luz (Johansen et al., 2017). La coloración en los animales abarca una gama amplia de defensas morfológicas, fisiológicas y conductuales como la ocultación, la comunicación y la regulación de procesos fisiológicos (Howell et al., 2021). El camuflaje parece ser la fuerza evolutiva principal para explicar la coloración general en los mamíferos, después está el aposematismo que es la estrategia que usan los organismos para advertir con colores llamativos su peligrosidad, con la finalidad de alejar a los depredadores alertando sobre su toxicidad química (Caro, 2005). La disciplina encargada de estudiar las distintas dimensiones del color en los seres vivos se denomina biología del color, es un campo en crecimiento, interdisciplinario e integrador (Cuthill et al., 2017).

La familia Felidae es conocida comúnmente como felinos o gatos grandes, representa un grupo que comparte varias características morfológicas distintivas, como carnívoros ágiles y sigilosos, de cuerpos musculosos, con garras retráctiles, dientes afilados y cráneos cortos. Su sistema dentario está adaptado para la caza, con dientes caninos prominentes y molares diseñados para desgarrar carne. Muchas especies son solitarias, aunque algunas, como los leones, forman grupos sociales llamados manadas. La caza es una parte crucial de su comportamiento, y su éxito se basa en tácticas de acecho, velocidad y fuerza, por lo que pasar desapercibidos a través de la coloración por camuflaje constituye una adaptación estratégica (Hoekstra, 2006).

Los Felidae tienen patrones de coloración que están estrechamente relacionados al hábitat (Allen et al., 2011), estos organismos tienen una distribución global y se encuentran en una gran variedad de hábitats, desde las selvas tropicales hasta los desiertos y las tundras (Lamberski, 2015; Zanin y Neves, 2019). Por ejemplo, el León (*Panthera leo*) es originario de África y está presente en partes de Asia y Europa. mientras que el Tigre (*Panthera tigris*) habita en diversas regiones de Asia, desde Siberia hasta la India. En el caso del Leopardo (*Panthera pardus*), presenta una distribución amplia que abarca grandes regiones de los continentes Africano y Asiático, mientras que los leopardos son conocidos por su adaptabilidad y pueden habitar desde selvas hasta áreas semidesérticas. El Guepardo (*Acinonyx jubatus*) es nativo de África y algunas regiones de Irán. En cuanto al Jaguar (*Panthera onca*), su presencia se extiende por América, desde México hasta América del Sur, este felino tiene una fuerte asociación con ambientes acuáticos y selvas tropicales (Figura 1).

Los patrones de coloración del pelaje de los Felidae se clasifican principalmente en cuatro variantes: liso, rosetas, rayas o manchas, siendo el carácter ancestral el pelaje

manchado. De las 37 especies existentes 22 tienen manchas, seis presentan coloración uniforme, dos contienen rayas horizontales, y dos corresponden a rayas verticales. Además, en esta familia aparecen fenómenos asociados a la coloración como las tonalidades atípicas producidas por el exceso de melanina que es caracterizado por un pelaje oscuro de carácter benéfico, el albinismo y el leucismo producidos por una deficiencia en la producción de la melanina que generan una coloración blanca de carácter perjudicial (Schneider et al., 2015). Estas variaciones en el color y en los patrones del pelaje están estimuladas por la diversidad del hábitat y comportamiento, que tienen un papel importante en la comunicación, camuflaje y funciones fisiológicas de los felinos (Rubio-Gutiérrez y Guevara-Chumacero, 2017).

Para asignar el color del pelaje de los felinos, los investigadores usan como referencia las guías de identificación, las bases de datos y las tablas de colores que permiten determinar los tonos en negro, gris o blanco, por ejemplo, e incluso facilitan usar categorías como pelaje uniforme o liso (un solo tono), bicolor como en los pumas. Otro elemento importante de la coloración en los felinos es que permite la identificación de cada uno de los individuos de las especies, como es el caso de los tigres, los jaguares, los leopardos, los ocelotes o los tepezcuintles, quienes tienen patrones de coloración únicos para cada individuo, de tal manera que, las manchas del leopardo son distintivas (Allen, et al., 2011). Dado que estos rasgos permiten reconocer individualmente a los organismos facilitan estudiar aspectos ecológicos como el tamaño poblacional, la longevidad, los patrones de movimientos, las preferencias por ciertos sitios, las interacciones sociales y otros datos útiles para hacer investigación ecológica y proponer estrategias de conservación (Pérez y Santos, 2019).

Como parte de nuestras investigaciones constantemente estamos en la búsqueda de tecnología educativas en la Web que sean amigables, de calidad y de acceso libre que puedan ser usadas en la enseñanza de la biología a nivel superior enfocadas a enseñar temas de biología del color. La coloración en los seres vivos es un tema que resulta muy útil y atractivo para los estudiantes, que además puede ser utilizado en las clases de las materias más tradicionales de la biología, como son la evolución, la ecología, la genética y la zoología, por ejemplo.

Las tecnologías educativas

La revolución de la era digital ha sido un proceso tecnológico, social, cultural, educativo y creativo que involucra la adopción y la proliferación de los registros, circuitos, computadoras y redes digitales, así como de los especialistas y las comunidades que interaccionan, participan y enriquecen la información y mejoran la tecnología para procesarla. La educación actual está desarrollándose como audiovisual-tele interactiva, los maestros del nuevo milenio necesitan formarse para el procesamiento de la información, con la posibilidad de facilitar el aprendizaje y enseñanza mediante el uso de materiales didácticos interactivos, así como la utilización de gran cantidad de herramientas digitales y recursos informáticos en línea y virtuales disponibles en la Web (Kingsley y Kingsley, 2009).

Las tecnologías educativas son un conjunto de recursos que permiten el acceso, la producción, el tratamiento y la comunicación de información que se presentan en diferentes formatos y contenido como el texto, la imagen y el sonido que se aplican en el proceso enseñanza-aprendizaje para facilitar la adquisición, la construcción y la apropiación del conocimiento que en su mayoría actualmente están disponibles en línea (Searls, 2012). Mediante estas tecnologías se incorporan recursos en línea a los ambientes de aprendizajes para provocar una dinámica de aprendizaje autodirigido, interactivo y de impacto para el desarrollo de la educación digital (Cavazos Salazar y Torres Flores, 2016).

La aplicación de las tecnologías educativas en la enseñanza de la biología y la generación de herramientas didácticas para la biología en la actualidad ha sido enorme, crece a pasos agigantados y representa un gran potencial (Labov et al., 2010). Se han propuesto el uso de distintas tecnologías como las bases de datos, los entornos interactivos, los modelos en tercera dimensión, los videos, los juegos, las wikis, los clubs de lectura, la telepresencia, los seminarios en línea, el uso de cámaras en vivo, hacer documentos y anotaciones colaborativas, incluir salas de estudios, blogs, podcast y wikis (Shim et al., 2003; Boulos et al., 2006; Sadler et al., 2015; Burley et al., 2021).

Los proyectos de la fundación Wikimedia han sido muy utilizadas en la enseñanza, en especial Wikipedia (Logan, 2010). Wikidata es de creación más reciente y ya existen propuestas interesantes para utilizarla como una plataforma de enseñanza (Evenstein y Nachmias, 2023).

Wikidata

En este ensayo queremos presentar a la comunidad de biólogos y profesores de biología, Wikidata una plataforma digital de la fundación Wikimedia y proyecto hermano de Wikipedia. Se trata de una herramienta gratuita, colaborativa, políglota y abierta, que facilita la descripción, recuperación y transferencia de información con significado (Shafe et al., 2023).

Esta plataforma sirve también como una base de datos secundaria que recopila datos estructurados para dar soporte a Wikipedia, Wikimedia Commons, así como a otras wikis del movimiento Wikimedia y a cualquier persona en el mundo. Es una base de datos, que puede ser leída y editada tanto por seres humanos como por máquinas, que permite la edición pública en tiempo real, es mantenida por la comunidad, se ha ensamblado a partir de la información disponible en la Web y está enlazada a otros sitios, servicios y bases de datos. Está constituida por dos piezas fundamentales que relacionan los elementos (Q) y las propiedades (P). Por medio de las declaraciones se describen las características detalladas de cada elemento y constan de una propiedad y un valor, de tal manera que se asocian a ese elemento propiedades con otros elementos, generando así mapas de conocimiento, que pueden ser muy útiles para organizar conceptos biológicos. (Waagmeester et al., 2020).

Los elementos son identificados de manera única por un prefijo Q seguido por un número, como en el caso del jaguar es Q35694 y el enlace es <https://www.wikidata.org/wiki/Q35694> (Wikidata, 2023). Cada elemento está formado por una etiqueta, una

descripción, distintos alias y declaraciones. En la figura 1 se muestra el elemento de la especie jaguar (Q35694) ejemplificando sus componentes en Wikidata. Para registrar el color referencia la base de datos Animal Diversity Web (https://animaldiversity.org/accounts/panthera_onca/) (Myers et al., 2023).

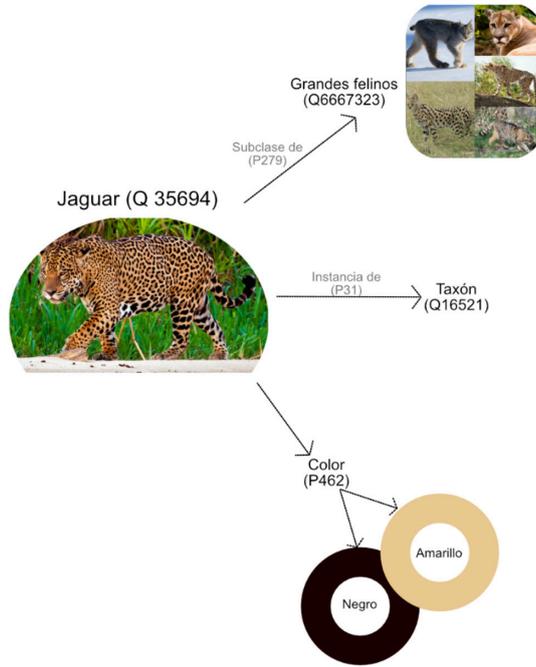


Figura 1: Descripción de los componentes del elemento “jaguar” *Panthera onca* en Wikidata (2023). Ejemplo extraído con la información contenida en el enlace <https://www.wikidata.org/wiki/Q35694> (Wikidata, 2023). Elaboración propia, las imágenes utilizadas provienen de Wikimedia Commons y tienen Licencia Creative Commons.

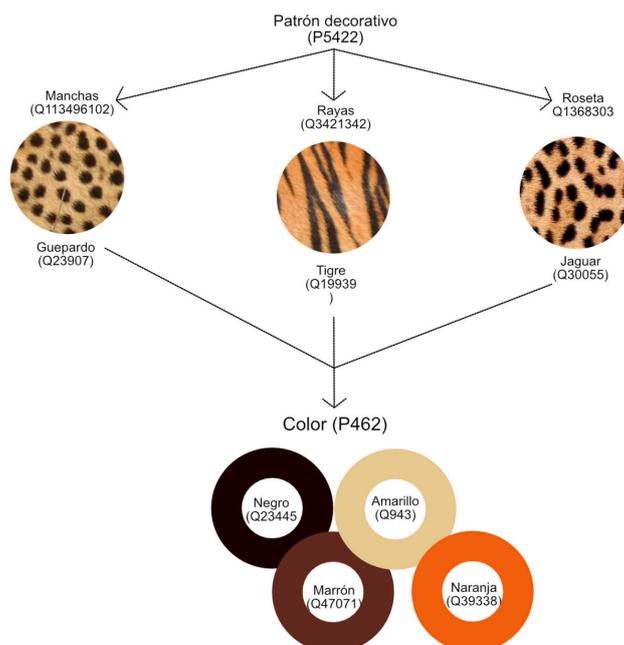


Figura 2: Elementos en Wikidata de los cuatro patrones de coloración (rayas, rosetas, manchas y liso) de los felinos reportados en Rubio Gutiérrez y Guevara Chumacero (2017). Elaboración propia, las imágenes utilizadas provienen de Wikimedia Commons y tienen Licencia Creative Commons.

A continuación enlistamos 16 ejemplos de elementos de Wikidata útiles para describir la coloración en los felinos (Tabla 1), para cada uno se muestra el identificador único para cada elemento formado por una Q y un número (Q35694) para el jaguar, por ejemplo) y el enlace para acceder a través de la Web.

Tabla 1: Ejemplos de elementos en Wikidata útiles para describir el color en los felinos (Wikidata, 2023).
Elaboración propia.

Elemento	Número de Elemento (Q)	URL	Categoría
Albinismo	Q81867	https://www.wikidata.org/wiki/Q81867	Condición genética
Aposematismo	Q619751	https://www.wikidata.org/wiki/Q619751	Mecanismo de defensa
Biología del color	Q105582462	https://www.wikidata.org/wiki/Q105582462	Subdisciplina de la biología
Vertebrados	Q25241	https://www.wikidata.org/wiki/Q25241	Subfilo de cordados
Camuflaje	Q196113	https://www.wikidata.org/wiki/Q196113	Mecanismo de defensa
Cripsis	Q196327	https://www.wikidata.org/wiki/Q196327	Mecanismo de defensa
Leucismo	Q1146789	https://www.wikidata.org/wiki/Q1146789	Condición genética
Mancha	Q113496102	https://www.wikidata.org/wiki/Q113496102	Patrón de color en los mamíferos
Melanismo	Q725450	https://www.wikidata.org/wiki/Q725450	Condición genética
Pelaje liso	Q113496395	https://www.wikidata.org/wiki/Q113496395	Patrón de color en los mamíferos
Raya	Q3421342	https://www.wikidata.org/wiki/Q3421342	Patrón de color en los mamíferos
Roseta	Q1368303	https://www.wikidata.org/wiki/Q1368303	Patrón de color en los mamíferos
Caracal	Q30847	https://www.wikidata.org/wiki/Q30847	Especie de mamífero
Tigre	Q19939	https://www.wikidata.org/wiki/Q19939	Especie de mamífero
Guepardo	Q23907	https://www.wikidata.org/wiki/Q23907	Especie de mamífero
Puma concolor	Q35255	https://www.wikidata.org/wiki/Q35255	Especie de mamífero

Wikidata facilita la generación de declaraciones que después pueden ser usadas para analizar y visualizar la información de una manera dinámica y didáctica.

En el siguiente diagrama observamos cómo se describen en Wikidata las propiedades con el prefijo (P) y elementos con el prefijo (Q) para el jaguar (Figura 3).

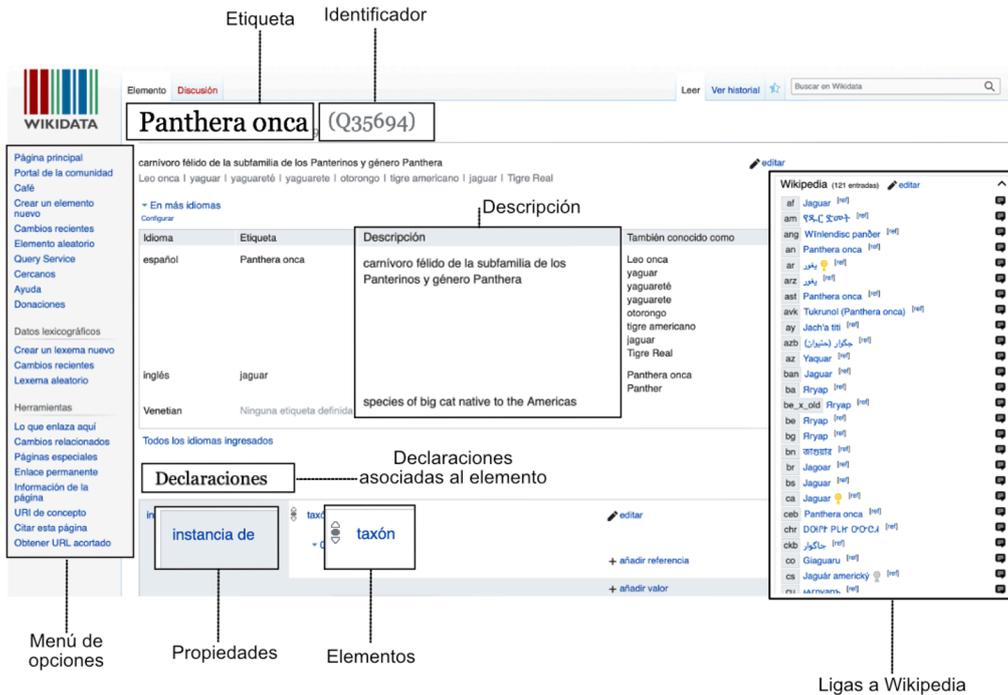


Figura 3: El diagrama muestra ejemplos de declaraciones formadas por elementos relacionados a propiedades en Wikidata para el jaguar basados en <https://www.wikidata.org/wiki/Q35694> (Wikidata, 2023). Elaboración propia, las imágenes utilizadas provienen de Wikimedia Commons y tienen Licencia Creative Commons.

En este caso hemos expuesto ejemplos simples, pero es posible agregar cualquier variable biológica como el color de los ojos, el sexo, origen del color, patrones de color en la piel, pigmentos, coloraciones, tonalidades, etc.

Con toda esta información generada y encontrada en la plataforma se pueden hacer consultas, análisis y visualizaciones en Wikidata sobre el color en los felinos para la enseñanza de la biología (Figura 4).



Figura 4: Ejemplo de visualización obtenida con Wikidata usando una consulta para reunir especies de felinos (<https://w.wiki/6k5p>) (Wikidata, 2023). Elaboración propia.

Wikidata impulsa la ciencia abierta a través de datos simplificados en línea, en distintos idiomas, proporciona el desarrollo del conocimiento y disminuye brechas para todos aquellos que no tienen acceso a infraestructura científica sofisticada. Además, facilita el intercambio de ideas, permite visualizar, exportar y reutilizar la información, y promueve responder preguntas basadas en datos a través de la generación de mapas de información sobre biociencias.

Reflexiones finales

Los felinos tienen una gran variedad de patrones de coloración, por lo que constituyen un excelente modelo para la enseñanza de la biología. De tal manera que, permite entender y aplicar variables útiles para mostrar ejemplos de la biología del color de felinos, entre las que están los patrones de color, la especie, las categorías taxonómicas, sexo, tono, etc.. lo que permitió practicar, integrar y profundizar en temas de zoología, taxonomía y ecología.

Utilizar las especies de felinos para describir su coloración nos permitió interactuar con Wikidata para describir la información, generar preguntas y proporcionar ejemplos para la enseñanza de la biología.

Explorar, editar y usar biodatos sobre la color y los patrones de coloración de los felinos en Wikidata, también es muy útil para integrar otros tipos de información sobre esta familia, de tal manera que, se pueden hacer distintos tipos de ejercicios biológicos para procesar datos, por ejemplo usando los datos de geolocalización se pueden generar análisis de distribución y mapas, usando la información taxonómica y nomenclatural se pueden visualizar las clasificaciones, es factible localizar los especímenes alojadas en las colecciones biológicas mediante los enlaces y procesarlos, y recuperar literatura usando las ligas a las bases de datos bibliográficas.

Wikidata promueve el uso de otras herramientas informáticas utilizadas en biología, en especial las bases de datos biológicas en las que se puede encontrar bibliografía, secuencias de genes y proteínas, enfermedades, información taxonómica, nomenclatural, imágenes, especímenes de colecciones y datos de distribución, por ejemplo. También, usar esta plataforma constituye una buena manera de fomentar la colaboración y la ciencia abierta entre los estudiantes.

Es indispensable proponer y fomentar el uso de las herramientas digitales para la enseñanza de la biología que integren las competencias básicas para los estudiantes del siglo XXI como el uso de datos e información y el pensamiento crítico.

Como hemos expuesto con estos ejemplos de coloración en los felinos, Wikidata resulta muy útil para la enseñanza de la biología, porque ayuda a los estudiantes a comprender contenidos biológicos interactivos, aprender haciendo, de manera entretenida y divertida, y fomenta la obtención de nuevas habilidades digitales, los invitamos a probarla y compartirla.

Agradecimientos

Las autoras agradecemos las valiosas sugerencias que nos hicieron dos revisores anónimos quienes nos ayudaron a realizar mejoras muy significativas al documento. Israel Muñoz-Velasco y Thalía Garcés-Jurado aportaron ideas importantes, hicieron una lectura crítica del documento y contribuyeron en la realización de las imágenes. También reconocemos la ayuda de Minerva María Romero Pérez, Jacqueline Paredes Sánchez y Maripaz Mejía Elizalde con quienes discutimos muchos de los temas de la curación de la coloración en Wikidata y las dos primeras nos ayudaron a realizar las consultas.

REFERENCIAS

- Allen, W.L., Cuthill, I.C., Scott-Samuel, N.E. y Baddeley, R. (2011). Why the leopard got its spots: Relating pattern development to ecology in felids. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1710), 1373-1380. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.1734>
- Bhushan, B. (2018). Structural coloration. En B. Bhushan (Ed.), *Biomimetics: Bioinspired Hierarchical-Structured Surfaces for Green Science and Technology* (pp. 879-910). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71676-3_22
- Boulos, M.N.K., Maramba, I. y Wheeler, S. (2006). Wikis, blogs and podcasts: A new generation of Web-based tools for virtual collaborative clinical practice and education. *BMC Medical Education*, 6(1), 41. <https://doi.org/10.1186/1472-6920-6-41>
- Burley, S.K., Bhikadiya, C., Bi, C., Bittrich, S., Chen, L., Crichlow, G. V., Christie, C. H., Dalenberg, K., Di Costanzo, L., Duarte, J.M., Dutta, S., Feng, Z., Ganesan, S., Goodsell, D. S., Ghosh, S., Green, R.K., Guranović, V., Guzenko, D., Hudson, B.P., ... Zhuravleva, M. (2021). RCSB Protein Data Bank: Powerful new tools for exploring 3D structures of biological macromolecules for basic and applied research and education in fundamental biology, biomedicine, biotechnology, bioengineering and energy sciences. *Nucleic Acids Research*, 49(D1), D437-D451. <https://doi.org/10.1093/nar/gkaa1038>
- Caro, T. (2005). The Adaptive Significance of Coloration in Mammals. *BioScience*, 55(2), 125. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0125:TASOCI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0125:TASOCI]2.0.CO;2)
- Cavazos Salazar, R.L. y Torres Flores, S.G. (2016). Diagnóstico del uso de las tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje en la educación superior. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 7(13), 273-292. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=498155462014>.
- Cuthill, I.C., Allen, W.L., Arbuckle, K., Caspers, B., Chaplin, G., Hauber, M.E., Hill, G.E., Jablonski, N.G., Jiggins, C.D., Kelber, A., Mappes, J., Marshall, J., Merrill, R., Osorio, D., Prum, R., Roberts, N.W., Roulin, A., Rowland, H.M., Sherratt, T. N., ... Caro, T. (2017). The biology of color. *Science*, 357(6350), eaan0221. <https://doi.org/10.1126/science.aan0221>.
- Duarte, R.C., Flores, A.A.V., y Stevens, M. (2017). Camouflage through colour change: mechanisms, adaptive value and ecological significance. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1724), 20160342. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0342>.

- Evenstein Sigalov, S. y Nachmias, R. (2023). Investigating the potential of the semantic web for education: Exploring Wikidata as a learning platform. *Education and Information Technologies*, 28(10), 12565-12614. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11664-1>
- Johansen, V.E., Onelli, O.D., Steiner, L.M. y Vignolini, S. (2017). Photonics in Nature: From Order to Disorder. En S.N. Gorb y E.V. Gorb (eds.), *Functional Surfaces in Biology III* (Vol. 10, pp. 53–89). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74144-4_3.
- Hoekstra, H.E. (2006). Genetics, development and evolution of adaptive pigmentation in vertebrates. *Heredity*, 97(3), 222-234. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800861>
- Howell, N., Sheard, C., Koneru, M., Brockelsby, K., Ono, K. y Caro, T. (2021). Aposematism in mammals. *Evolution*, 75(10), 2480–2493. <https://doi.org/10.1111/evo.14320>.
- Kingsley, K.V. y Kingsley, K. (2009). A case study for teaching information literacy skills. *BMC Medical Education*, 9(1), 7. <https://doi.org/10.1186/1472-6920-9-7>.
- Lamberski, N. (2015). Felidae. En *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine*, Volume 8 (pp. 467-476). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-7397-8.00047-5>
- Labov, J. B., Reid, A. H. y Yamamoto, K. R. (2010). Integrated biology and undergraduate science education: A new biology education for the twenty-first century? *CBE—Life Sciences Education*, 9(1), 10-16. <https://doi.org/10.1187/cbe.09-12-0092>
- Logan, D.W., Sandal, M., Gardner, P.P., Manske, M. y Bateman, A. (2010). Ten simple rules for editing wikipedia. *PLoS Computational Biology*, 6(9), e1000941. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000941>
- Myers, P., Espinosa, R., Parr, C. S., Jones, T., Hammond G. S., y Dewey, T. A. (2023). The Animal Diversity Web. Consultado en <https://animaldiversity.org>.
- Pérez, I.G. y Santos, M.A. (2019). El mundo colorido de los mamíferos. *Ciencia UANL Revista de Divulgación científica y tecnológica de la Universidad Nacional Autónoma de Nuevo León*, 95. <https://cienciauanl.uanl.mx/?p=8820>.
- Rubio Gutiérrez, I.C. y Guevara Chumacero, L.M. (2017). Variación en la coloración y los patrones del pelaje en los felinos. *Investigación y Ciencia*, 25(71), 94–101. <https://www.redalyc.org/journal/674/67452917012/html/>.
- Sadler, T.D., Romine, W.L., Menon, D., Ferdig, R.E. y Annetta, L. (2015). Learning biology through innovative curricula: A comparison of game- and nongame-based approaches: learning biology through innovative curricula. *Science Education*, 99(4), 696-720. <https://doi.org/10.1002/sce.21171>
- Searls, D.B. (2012). Ten simple rules for online learning. *PLOS Computational Biology*, 8(9), e1002631. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1002631>
- Shim, K.C., Park, J.S., Kim, H.S., Kim, J.H., Park, Y.C. y Ryu, H.I. (2003). Application of virtual reality technology in biology education. *Journal of Biological Education*, 37(2), 71-74. <https://doi.org/10.1080/00219266.2003.9655854>
- Shafee, T., Mietchen, D., Lubiana, T., Jemielniak, D., y Waagmeester, A. (2023). Ten quick tips for editing Wikidata. *PLOS Computational Biology*, 19(7), e1011235. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1011235>
- Schneider, A., Henegar, C., Day, K., Absher, D., Napolitano, C., Silveira, L., David, V.A., O'Brien, S.J., Menotti-Raymond, M., Barsh, G.S. y Eizirik, E. (2015). Recurrent evolution of melanism in south american felids. *PLOS Genetics*, 11(2), e1004892. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1004892>

org/10.1371/journal.pgen.1004892

Waagmeester, A., Stupp, G., Burgstaller-Muehlbacher, S., Good, B.M., Griffith, M., Griffith, O. L., Hanspers, K., Hermjakob, H., Hudson, T.S., Hybiske, K., Keating, S.M., Manske, M., Mayers, M., Mietchen, D., Mitraka, E., Pico, A. R., Putman, T., Riutta, A., Queralt-Rosinach, N., ... Su, A. I. (2020). Wikidata as a knowledge graph for the life sciences. *eLife*, 9, e52614. <https://doi.org/10.7554/eLife.52614>

Wikidata. (2023). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Wikidata>.

Zanin, M. y Neves, B.D.S. (2019). Current felid (Carnivora: Felidae) distribution, spatial bias, and occurrence predictability: testing the reliability of a global dataset for macroecological studies. *Acta Oecologica*, 101, 103488. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2019.103488>