

REFLEXIONES SOBRE CÓMO LLEGAR A SER UN BUEN TAXÓNOMO

✉ Sergio I. Salazar-Vallejo
ECOSUR, Chetumal
Savs551216@hotmail.com, ssalazar@ecosur.mx





Cuando cursaba el cuarto semestre de la carrera de Biólogo en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en el curso de Zoología de invertebrados no artrópodos, me llamaron mucho la atención los poliquetos. En las prácticas de laboratorio vimos a los gigantescos anfinómidos, los abundantes eunícidos y nereídidos, y los muy espectaculares serpúlidos. El profesor responsable era el Biól. Carlos Briseño de la Fuente[†] y cuando le pregunté si eran difíciles de identificar, me dijo que no había especialista en el país, y que los gusanos eran demasiado difíciles para mí, por lo que era mejor que no me metiera con ellos. Picó mi orgullo. Ahora podría ser considerado bullying, pero no podría serlo entre un veterano de la segunda guerra y un jugador de fútbol americano. Ambos sabíamos que en los entrenamientos se dicen cosas peores para motivar a los jóvenes. Una de las consecuencias fue que solicité ser estorbante en su laboratorio; la otra, tratar de conocer mejor al grupo, pero mis avances eran muy lentos. Pese a mis limitaciones, pensé que era buena idea tratar de ser taxónomo de poliquetos.

En una plática de pasillo, el Dr. Fernando Jiménez me recomendó buscar un entrenamiento con un especialista, por lo que le escribí al Dr. Kristian Fauchald[‡], especialista en el grupo, quien se acaba de mudar de la Fundación Allan Hancock, de la Universidad del Sur de California (USC), al Museo Nacional de Historia Natural de la Institución Smithsonian en Washington. En el verano de 1979 asistí al curso sobre taxonomía de poliquetos del Dr. Fauchald en la isla de Santa Catalina, en el sur de California. La estación de USC estaba en el poblado de Two Harbors, al otro extremo del popular resort de Avalon. Mediaba la segunda semana del curso cuando nos anunciaron que una expedición a las Galápagos pararía por unas horas en Two Harbors y que podríamos subir al buque RV *Lulu* del Instituto Oceanográfico de Woods Hole y ver el submarino *Alvin*. El ecosistema hidrotermal acaba de ser descubierto; era tan espectacular que lo habían denominado jardín de rosas por el colorido de unos poliquetos gigantes tubícolas y había mucha curiosidad e interés por el tipo de organismos que podrían hallarse en sitios tan distintos a todo lo conocido.

Al subir a cubierta, le entregaron al Dr. Fauchald un frasco de vidrio con un poliqueto escamoso de varios

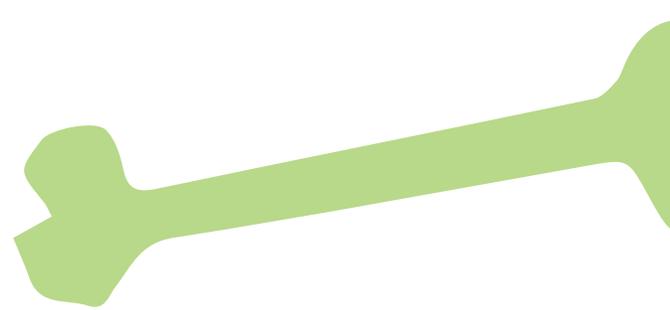
centímetros de longitud; lo observó unos instantes y exclamó: 'nuevo género.' Sus ojos brillaban y era evidente su entusiasmo, por lo que no pude evitar preguntar: ¿Cómo sabe que es un género nuevo? Su respuesta fue desconcertante: 'Porque lo sé.'

Me asaltaron varias dudas: ¿cómo opera el cerebro de un taxónomo?, ¿cómo se distingue tan rápidamente una novedad?, o ¿cómo puede saberse el nivel taxonómico de la misma? Regan (1926) había indicado que un taxón cualquiera era definido por un buen taxónomo, dependiendo de que los organismos tuvieran caracteres morfológicos suficientemente distintivos para esa categoría. Muy bien, pero la cuestión sigue, ¿cómo se consigue llegar a eso? O su derivada, ¿Cómo se forma un buen taxónomo?

No hay respuestas sencillas ni breves ante estas cuestiones. Al volver a la facultad, le pregunté al Dr. Salvador Contreras[†] qué hacía falta para ser taxónomo. Respondió que son indispensables una mente fotográfica, buena capacidad de observación, conocimiento de la literatura, así como pasar buen tiempo estudiando los organismos para entender las variaciones y sus rangos. Tenía razón.

Lineo lo había expuesto en cuatro aforismos metodológicos de su *Genera Plantarum: Ratio Operis*, publicado en 1737. Dichos aforismos son el 1, el 6, el 10 y el 20. El primero decía que todo nuestro conocimiento depende de un método comparativo (colación); el sexto indicaba que géneros y especies son naturales; el décimo indicó que "cada género está circunscrito por límites y términos reales, que denominamos caracteres genéricos"; y el vigésimo resaltó que para establecer un carácter natural deben considerarse todas las especies conocidas (Müller-Wille y Reeds, 2007). Este método fue lamentablemente poco conocido, pese a haber traducciones antiguas al inglés por Rose (1775) y al español por Palà y Verdèra (1778).

Confieso que 40 años después del curso mencionado no he conseguido ser buen taxónomo, y que me ha costado mucho trabajo atenuar mis deficiencias. Me atrevo a compartir estas reflexiones esperando resulten de alguna utilidad para los interesados en iniciar, o en consolidar, sus afanes como taxónomos. Cierto que mi deformación académica me obliga a una perspectiva limitada desde los anélidos marinos, y también es cierto que la disciplina no



es tan popular como lo era hace un siglo, pero su relevancia sigue vigente. La taxonomía es el 'estudio de los resultados de la evolución, y de dicho estudio uno puede esperar comprender el significado de la evolución' (Regan, 1926). Lamentablemente, la falta de claridad sobre la forma cómo opera el cerebro del taxónomo para determinar novedades motivó críticas. El procedimiento parecía caprichoso o subjetivo, lo que motivó rechazos y propinó el surgimiento de mecanismos alternos, cuantitativos y supuestamente objetivos para delinear los taxa.

PATRONES

La naturaleza se organiza en regularidades de forma y de función, mismas que son conocidas como patrones. La investigación científica se enfoca al descubrimiento o comprensión de los patrones de la naturaleza (Ahumada, 1995; Hong, 2013); en la taxonomía morfológica, dichos patrones son configurados por el conjunto de los caracteres morfológicos de los organismos. Por su parte, Rogers y Appan (1969) enfatizaron que "la habilidad para percibir patrones es la cualidad más distintiva que distingue un taxónomo competente de uno ineficaz."

Debemos conocer las hipótesis de Kemp (2016) sobre los taxa: 1) los organismos forman grupos discretos por morfología similar y difieren de otros grupos a pesar de la continuidad ambiental que ocupen; 2) Estas unidades morfo-espaciales incluyen todos los caracteres que representan grupos de especies; 3) Las agrupaciones se determinan por nichos ecológicos similares; y 4) La progresión correlacionada es el mecanismo más importante para mantener la integración y permitir transiciones evolutivas.

Cronquist (1978) seguía a de Candolle (1815) en su definición clásica de morfoespecie, que es particularmente ilustrativa en estos aspectos: 'Las especies son los grupos más pequeños de organismos que son distintivos de manera consistente y persistente y que pueden distinguirse por medios ordinarios. Las diferencias consistentes y persistentes implican aislamiento reproductivo. Dichas diferencias resultan de discontinuidades en la variación.' Por medios ordinarios

debe entenderse los acuerdos al grupo de organismos en cuestión, que a menudo dependen del tamaño de los organismos, o de las necesidades para distinguir sus características diagnósticas.

Debe enfatizarse que algunos taxónomos practicantes no comprenden la diferencia entre diagnóstico y descripción. Por ejemplo, los seguidores de Marian Pettibone entre los poliquetólogos, o algunos cladistas que generan sus caracterizaciones a partir de las matrices, llaman diagnóstico a una acumulación de atributos sin percatarse de que al ser variables, algunos no pueden ser diagnósticos. Winston (1999) aclaró sus diferencias. La diagnóstico es un enunciado breve y comparativo que indica las diferencias con taxa similares (que algunos insertamos en los remarks, *mih!*) y se basan en atributos invariables (o con rango distintivo, podríamos añadir); las diagnósticos pueden hacerse para todas las categorías taxonómicas. La descripción, por su parte, es una caracterización más larga y detallada de los atributos morfológicos que sean relevantes taxonómicamente, invariables o variables, y que se usa para especies y subespecies.

Regresemos a los patrones. El primer aspecto es distinguirlos. Para lograrlo, conjuntamos nuestras observaciones con lo que tenemos en la memoria y si concuerdan, tenemos una identificación. El procesamiento de patrones es la esencia del cerebro humano; los patrones concretos se refuerzan normalmente por las experiencias emocionales y por la iteración (Mattson, 2014). Las observaciones de distintos patrones forman la memoria y es lo que usamos de manera implícita y subconsciente en el reconocimiento de patrones. Hay varios mecanismos involucrados en el reconocimiento de patrones que los psicólogos denominan teorías (Pi et al. 2008):

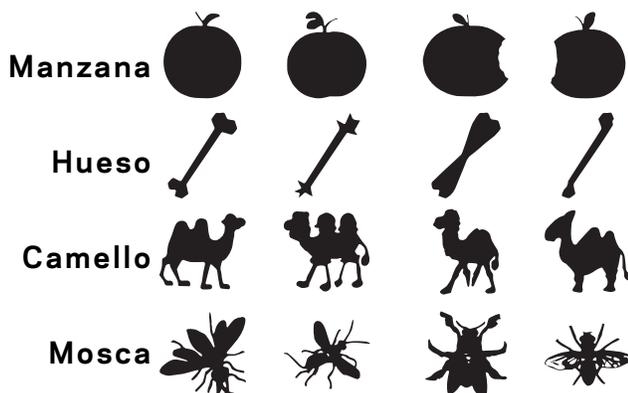
Reconocimiento de modelos. Un objeto se almacena como un modelo. Uno nuevo se compara para buscar coincidencias y de haberlas, se consideran idénticos, aunque haya ligeras diferencias en la forma, el modelo persiste como se muestra con las variaciones en la letra **A** mayúscula a continuación. Por otro lado, algunos objetos complejos pueden tener más de un patrón, y eso puede confundirnos. Dicha confusión ilustra cómo opera nuestro cerebro al reconocer modelos.

A A CA



Fuentes: www.psychologytoday.com/intl/blog/theory-knowledge/201305/perception-and-perceptual-illusions
<https://medium.com/@wallonthe-fly/the-pattern-recognition-5812413c457f>

Ajuste con prototipos. Distintos objetos se agrupan por sus características compartidas o promediadas en un prototipo. Un objeto nuevo se compara con el prototipo para buscar coincidencias y, de haberlas, se consideran afines por sus características generales o similares, aunque la coincidencia no sea exacta.

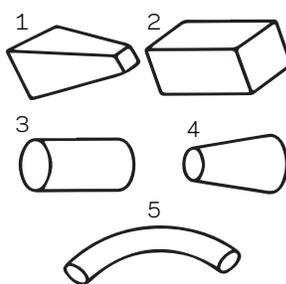


Fuente: <https://medium.com/@wallonthe-fly/the-pattern-recognition-5812413c457f>

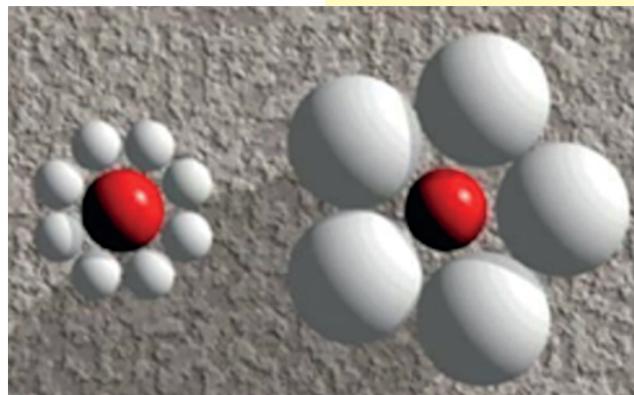
Análisis de estructuras. La mente percibe las estructuras sueltas de manera separada y puede reconocer los organismos de los que proceden, porque recordamos los patrones completos y porque hay coincidencias de la estructura suelta con el organismo. Este enfoque es común en paleontología, así como en biología forense o en estudios de contenido estomacal.

Geometría de componentes. La mente recuerda márgenes y concavidades de un contexto al asimilarlas a patrones geométricos tridimensionales. Se supone que hay unas 36 formas básicas, o geones, que pueden combinarse de manera ilimitada. Este mecanismo también permite reconocer tamaño o proporciones, pero debe atenderse el contexto ya que, como se muestra a continuación, las esferas rojas son del mismo tamaño, pero parecen distintas por su contexto.

Geones



Objetos



Fuentes: <https://medium.com/@wallonthe-fly/the-pattern-recognition-5812413c457f>
www.psychologytoday.com/intl/blog/theory-knowledge/201305/perception-and-perceptual-illusions



Fuente: <https://designculture.com.br/pareidolia-e-apofenia>

Procesamiento predictivo. Descansa en la experiencia (memoria) para reconocer los patrones; a menudo tenemos información incompleta y el cerebro debe adivinar lo faltante. La apofenia es una situación extrema en la que se detectan patrones inexistentes, o que percibimos algo que no existe en realidad, como en la imagen insertada arriba que semeja un caballo hecho de nubes.

Faltaría una teoría adicional, derivada de la combinación de las anteriores, que enfatice la detección de anomalías o discontinuidades. Quiero decir, los mecanismos inherentes a las teorías precedentes enfatizan la semejanza o ajuste entre las observaciones nuevas y la información almacenada en la memoria, pero faltaría una para explicar la detección de las diferencias.

El primero que apuntó en esta dirección fue el ornitólogo inglés Strickland (1841) que rechazaba que las clasificaciones fueran simétricas, que el contenido de los grupos taxonómicos fuera equivalente, que 'la variación era una grandiosa y hermosa ley de la naturaleza' (p. 187), y que entre géneros y especies 'deben hacerse brinco (o discontinuidades) entre una parte y otra' (p. 191). Antes de extender este punto, debemos pasar a considerar la memoria.

MEMORIA

Como se comprenderá con la información precedente, el reconocimiento de patrones depende de la

información almacenada en la memoria. Así como aprendemos el patrón de la secuencia del alfabeto, por iteración, es cómo llegamos a reconocer los patrones de los nuevos objetos con lo disponible en la memoria. De hecho, como indicaron Pi et al. (2008), hay tres tipos progresivos de memoria: sensorial, de corto plazo, y de largo plazo. También mencionaron que para que la información almacenada alcance la mayor duración hace falta que la información sea procesada meticulosamente, y que el proceso sea repetido. De otra manera, desaparecerá.

Entonces, para mejorar nuestras capacidades para reconocer patrones dependemos de las observaciones repetidas, o iteración, así como del optimizar los sentimientos que experimentamos sobre la relevancia de nuestro quehacer, y el gusto por hacerlo (Hillman 2016). Es posible que por el rechazo de la taxonomía sea muy difícil potenciar los sentimientos de los jóvenes interesados en formarse en ese terreno, por lo que el respaldo de sus maestros será fundamental, y hay recomendaciones en otra parte (Salazar-Vallejo et al., 2018). Dos herramientas son particularmente portentosas para formar la memoria de largo plazo: correr las claves de identificación y realizar dibujos de los organismos o de sus estructuras

Las claves de identificación son a menudo dicotómicas y presentan opciones alternas. Fueron usadas por primera vez por Waller en 1689, aunque su uso fue popularizado por Lamarck en su *Flore Française* en 1778 (Griffing, 2011). La presentación

original era a modo de tabla sinóptica y lo que engloba los enunciados era un símbolo llamado llave o *key*, que explica su nombre. Con el tiempo pasaron a ser dilemas progresivamente indentados, o con secuencia numérica sin indentación, pero con indicaciones de la secuencia para seguirlas incluso de manera regresiva.

Duméril (1805) enfatizó que la manera como adquirimos y desarrollamos el conocimiento es siempre como consecuencia de una comparación, y que el principal mérito de las tablas sinópticas o claves era que, al disponer a los organismos en una serie por sus caracteres, mejoramos la calidad de las comparaciones al elegir entre dos proposiciones.

Las claves son herramientas analíticas en las que por nuestras observaciones escogemos uno de dos enunciados contrastantes, o dilemas, hasta llegar a un punto terminal para la identificación. Los dilemas están redactados de forma telegráfica y deben leerse con cuidado. En las rutas a seguir, a menudo los atributos siguen una secuencia de lo general a lo particular y es deseable que las ramificaciones sucesivas sean acordes a la misma secuencia de atributos. Correr las claves de manera repetida genera una memoria de largo plazo para tres cuestiones relevantes: 1) el conjunto de atributos que caracterizan un patrón, 2) la relevancia de algunos atributos para separar grupos semejantes, y 3) las discontinuidades entre los atributos o patrones que sirven para reconocer lo que no cabe en las claves.

Eso de no caber en las claves es siempre interesante. A veces corresponde con anomalías por el contenido de las claves ya que todas tienen limitaciones. A menudo las claves se generan para las especies de una región geográfica, o para un grupo de especies. Entonces, encontrar un grupo que no quepa puede deberse a que la especie ya esté conocida pero que no fue incluida en la clave, probablemente porque es rara, porque es migratoria y no se había hallado antes, o porque se trata de una especie indescrita.

Sin embargo, debe tenerse cierta precaución. Al faltar trabajos regionales, podemos llegar a forzar la secuencia de las claves para aterrizar en un nombre dado, aunque sea remoto que ocurra en la región. Esto genera los registros cuestionables en los que la prisa por conseguir un nombre, o el mal estado de preservación de los organismos, genera ese tipo de conclusiones. También es frecuente que cuando

estamos empezando a usar las claves tengamos la impresión de que todo lo que hallamos es nuevo; no obstante, frecuentemente esto es reflejo de nuestra poca comprensión de la terminología o de que no encontramos las estructuras críticas para seguir las claves. No porque falten, necesariamente, sino porque no hemos aprendido a observarlas. Hay que ser pacientes y avanzar en el dominio de la terminología y en la capacidad de detección de los atributos o sus conformaciones alternas.

Entre los malacólogos hay otras tradiciones. La mayoría de las obras en faunística no tienen claves, por lo que los interesados dependen de su memoria para retener las imágenes y reconocer los patrones, de modo que puedan distinguir cuando encuentran formas afines o diferentes a lo ya conocido.

En cualquier caso, todo este entrenamiento tan importante tiende a perderse ahora que campea la supuesta identificación automática de los organismos de un sitio, a veces sin tener que colectarlos o estudiarlos directamente, como propala el enfoque del DNA ambiental (Thomsen y Willerslev, 2015). Es decir, si no tenemos que confrontar los problemas de comprender la terminología para las estructuras corporales, o seguir claves escritas en lenguaje extraño, esta experiencia tan relevante para la memoria de largo plazo tenderá a desaparecer.

El dibujar es la otra herramienta poderosa para generar una memoria de largo plazo sobre los organismos y sus estructuras. En taxonomía, lo mismo que en otras áreas en las que los patrones espaciales son importantes, son fundamentales las habilidades para la observación (Landin, 2015). Se trata de ver sin sesgos, de enfocarse en los detalles y patrones, así como en las proporciones entre las estructuras observadas. Incluso sin talento, pueden hacerse buenos dibujos que reflejen las características y sus proporciones, pero debe haber entrenamiento frecuente. Quizá por ello se enfatiza tanto en el último año de la licenciatura en Biología en la Lomonosova de Moscú.

Cierto que ahora es más práctico el hacer fotos digitales, así sea con un teléfono, y editar una serie para mostrar tridimensionalidad. No obstante, es de la mayor importancia que se hagan dibujos para asimilar las diferencias en tamaños y formas, así como otros detalles que se aprecian por el entrenamiento más



que por el entusiasmo. En efecto, como decían los maestros de antaño, hay que dibujar para aprender a ver. No creo que se haya evaluado, pero siempre que sea reflexivo y no automático, es posible que se pueda mejorar la retención de las estructuras si con base en una foto digital, se hacen dibujos con un programa como PhotoShop, o Adobe Illustrator.

No obstante, reconozco que contar con fotografía digital fue un alivio en varios sentidos. Uno de ellos, quizá el principal, es que generar una lámina para publicación con unas 6-8 fotos requiere apenas un día de trabajo, mientras que hacerlo con tinta china me tomaba por lo menos una semana completa. Sin embargo, reconozco la importancia de hacer dibujos para mejorar la capacidad de observación y para detectar los detalles y aunque no incluya más dibujos en mis contribuciones, sigo recomendando la actividad para los que empiezan en este terreno.

Debe enfatizarse la importancia de enriquecer la memoria de largo plazo porque nuestra mente opera en dos sistemas excluyentes (Kahneman, 2011); el que usamos más frecuentemente es automático, rápido, estereotipado y flojo, mientras que el otro es reflexivo, lento, se usa raramente, es lógico y necesita mayor esfuerzo. Por ello, nuestras ideas, análisis o conclusiones dependerán de la memoria, por lo que es deseable que su contenido sea tan vasto como sea posible.

La forma cómo hacemos reconocimientos instantáneos de diferencias, o de un conjunto de atributos que salen de los patrones reconocidos como un salto o discontinuidad en lo que conocemos, también se explica por la integración y simultaneidad de los mecanismos mencionados. Este mecanismo se condensa en la expresión: 'Nunca había visto algo como esto.' Parece ser un chispazo, que podría ocurrir en el mismo lapso de un parpadeo, y que consideramos como intuición o inteligencia intuitiva, porque surge sin reflexión (Gladwell 2007). Para explicar estas respuestas tan rápidas, se considera que la operación automática del cerebro sería haciendo comparaciones rapidísimas con la información retenida en la memoria, y una predicción sobre los detalles faltantes, si fuera el caso, en lo que se denomina inconsciente adaptativo. No porque ocurra cuando estemos inconscientes, sino porque es automático; adaptativo, porque la información

referencial va cambiando conforme aumenta nuestra experiencia.

Por ello, no sorprende que la propuesta de Greene (2013) enfatice que para dominar una disciplina al punto de transformarla o realizar descubrimientos o innovaciones relevantes, deben transcurrir unas 10,000 horas o 10 años de trabajo, lo que ocurra primero. Estos plazos equivaldrían, como mencioné en otra parte, al lapso entre la licenciatura y el doctorado (Salazar-Vallejo 2014).

GESTALT Y DISCONTINUIDADES

Cuando el Dr Fauchald explicó la forma como Olga Hartman[†], su maestra, consideraba que tenía una novedad ante ella, se refirió al *gestalt* (Fauchald y Reish, 1977). De Hoog (1981) indicó que "la mente humana ... tiene la capacidad de producir clasificaciones intuitivamente al percibir la configuración (*gestalt*) holísticamente" porque la intuición "opera desde el primer vistazo de los organismos y madura durante toda la compilación de los datos."

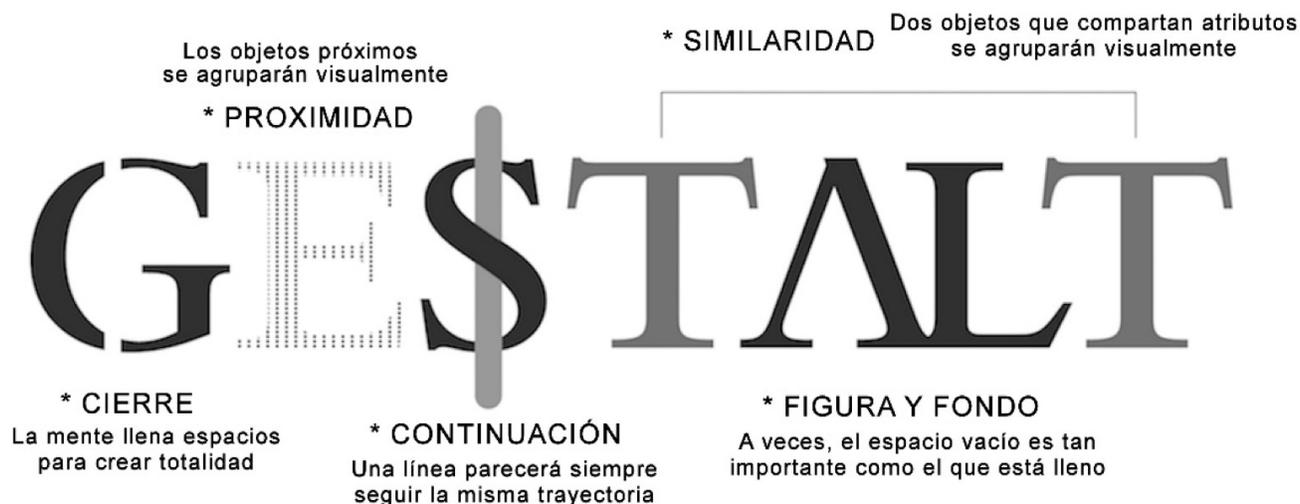
Una historia detallada y completa del concepto está disponible en línea (Sabar 2013) y para los detalles generales puede seguirse a Brigas-Hidalgo (2012). La psicología del *gestalt* o de la configuración o unidad organizada se basa en el axioma de que 'el todo es diferente a la suma de las partes,' y tiene una serie de postulados o leyes, los más relevantes para esta discusión son los siguientes.

Buena forma, del cierre o simplicidad. Figuras aparentemente confusas se cierran o ajustan a su forma más sencilla. Es equivalente al procesamiento predictivo mencionado arriba.

Semejanza. Agrupa elementos similares en una entidad. Equivalente a reconocimiento de modelos indicado arriba.

Igualdad o equivalencia. Al concurrir elementos de distintas clases, hacemos grupos con los que sean iguales y también reconocemos los desiguales. Este postulado equivale al ajuste con prototipos ya mencionado.

Entonces, no es sencillo comprender cómo siguiendo este enfoque podrían alcanzarse las conclusiones ya



Fuente: <https://blog.interactius.com/leyes-gestalt-en-el-dise%C3%B1o-de-interfaces-digitales-168e82c1475f>

mencionadas sobre novedades recién descubiertas. Falta otro detalle y ese radica en el análisis de discontinuidades, algo que había mencionado Strickland. En el plano formal, Mayr y Ashlock (1991) recomendaron tomar en cuenta varios aspectos para delimitar los taxa y determinar su nivel en la jerarquía, y los principales serían: 1) unicidad o tamaño de la discontinuidad entre grupos; 2) grado de diferencia entre los grupos; 3) zona evolutiva (unicidad) y 4) tamaño del grupo.

RECONOCIMIENTO DE ROSTROS

El estudio del mecanismo cerebral para reconocer rostros puede aclarar la situación. Doris Tsao utilizó en monos un escáner cerebral para la formación de imágenes por resonancia magnética funcional (fMRI por sus siglas en inglés). Encontró que los rostros activan varias áreas en el lóbulo temporal (corteza inferotemporal), que se reconocen 6 regiones faciales en los dos hemisferios, que las neuronas presentes se especializan en esta función y que pueden activarse incluso al percibir caricaturas de rostros (Tsao 2019). También halló que el reconocimiento se realiza por los contrastes entre las distintas regiones del rostro y que, sorprendentemente, las neuronas muestran preferencias por ciertos contrastes, aunque los distintos grupos neuronales tienen funciones diferentes y complementarias. En suma, se considera que hay 25 características de la forma como la

anchura de la cabeza o distancia interocular, y otras tantas para la apariencia como la complexión o el color del cabello, por lo que se considera que hay un patrón 50-dimensional en el reconocimiento de los rostros, en donde participarían unas 205 neuronas. También agregó la Dra. Tsao que debe haber en las regiones de la memoria (hipocampo y asociadas) neuronas que faciliten reconocer rostros vistos en el pasado. Por supuesto que el reconocimiento de los organismos podría ser más complejo que el correspondiente a los rostros humanos si se consideran las variaciones ontogenéticas, sexuales, o las debidas al tratamiento de los organismos (fijación, preservación). No obstante, estos avances son de utilidad para comprender cómo opera la mente de los taxónomos para tener el sentimiento de ¡Eureka! que acompaña a todos los descubrimientos.

LITERATURA

Olga Hartman empezó a publicar nuevos taxa en 1936, incluyendo un nuevo género (*Rhynchospio* Hartman, 1936). Siguió los procedimientos mencionados arriba, formalizados medio siglo después, aunque los mecanismos mentales de agrupación/segregación operan, aunque no podamos explicarlos, o si ignoramos los detalles.

Apenas empezaba a trabajar en el grupo y su experiencia y literatura eran limitadas. De hecho,

Hartman comparó su nuevo género con *Scolecopsis* de Blainville, 1828 y lo distinguió por tener branquias en el setígero 2, no en el primero como en *Scolecopsis*. Entonces, para proponer un género nuevo le bastó una discontinuidad (posición) en un atributo (segmentos con branquias). En una clave posterior (Fauchald, 1977) se muestra que *Rhynchospio* es muy próximo a *Mesospio* Gravier, 1911, y que se distinguen sólo por el nivel de fusión de las branquias con los lóbulos notopodiales, un atributo que era poco conocido en la época de la propuesta de *Rhynchospio*.

En el mismo sentido puede ubicarse el desempeño del Dr. Fauchald. El primer género que propuso fue *Inermonephtys* Fauchald, 1968. Los 30 años que mediaron entre estas dos propuestas implicaron varios cambios importantes en el contenido de las publicaciones taxonómicas, aunque la dinámica intelectual era la misma. Primero, la publicación del Dr. Fauchald era su tercera en los néftidos (Fauchald, 1968). Segundo, hizo un tratamiento detallado y estandarizado de los atributos morfológicos para distinguir los géneros. Tercero, presentó una clave para géneros y una tabla con los atributos diagnósticos. Para *Inermonephtys* los atributos únicos son tener un par de antenas (dos en los demás), y faringe sin papilas subterminales (papiladas en los demás).

En realidad, este estilo para los trabajos taxonómicos en poliquetos había sido formalizado por Grube (1851), quien había estandarizado la caracterización morfológica de los atributos de estos gusanos y generado claves para la identificación de familias, géneros y especies. El enfoque fue muy general dado que incluyó a todos los taxa conocidos, y seguía el estilo de Savigny (1822) que había estado limitado a las especies de Egipto y del Mediterráneo oriental y a algunas de los litorales de Francia.

El Dr. Fauchald (1989) pensaba que deberíamos mejorar nuestro trabajo. Afirmó que 'una fracción mayor de las publicaciones contemporáneas son descripciones rutinarias de unos pocos nuevos taxa, generalmente con un referente de un artículo de revisión para justificar las propuestas; el material examinado es mínimo y raras las comparaciones con tipos de especies conocidas.' Sirva esa afirmación para considerar la importancia de la literatura y del material de referencia.

LITERATURA Y COLECCIONES

REFERENCIAS

El acervo bibliográfico necesario para emprender una formación como taxónomo depende mucho del grupo de organismos de nuestro interés, así como de la región geográfica en la que estemos ubicados o en la que nos interese investigar. Es fácil comprender que otros factores que modulan esta situación deriven del tamaño de los organismos, de la importancia ecológica o económica que el grupo tenga, y de su distribución geográfica. Entonces, conocemos mejor los detalles de los organismos más grandes, importantes como recursos pesqueros o alimenticios, o de amplia distribución. Esto último incluso cuando no se hayan estudiado en nuestra región, es posible que se hayan atendido en otra región. Con este panorama, también debemos asimilar el hecho que muchos nombres fueron propuestos por Lineo por lo que la literatura que deberíamos tener debe cubrir los casi 300 años que median desde la publicación del *Species Plantarum* (1753) para la taxonomía botánica, o la décima edición del *Systema Naturae* (1758) para taxonomía animal y la actualidad, por lo menos en lo que atañe a los cambios taxonómicos en el grupo.

Este afán de amasar publicaciones es un reto portentoso que los interesados han ido enfrentando de distintas formas. En un inicio, copiando la información y calcando las figuras; luego, fotocopiando las publicaciones y, más recientemente, convirtiéndolos en archivos portátiles (PDF). En este sentido, las bibliotecas digitales son realmente extraordinarias; por ejemplo, la de la Biodiversity Heritage Library (www.biodiversitylibrary.org) tiene al momento de escribir estas líneas unos 240 mil volúmenes o más de 56 millones de páginas disponibles.

Es una maravilla que merece usarse, aunque tiene dos problemas: uno, la información se limita al período inherente a los derechos de autor, que anda en los 75 años en los Estados Unidos, por lo que muchas publicaciones recientes no están disponibles y debe pagarse su consulta y dos, a menudo las figuras no fueron digitalizadas con suficiente resolución de modo que son poco claras. En comparación con lo que tuvimos

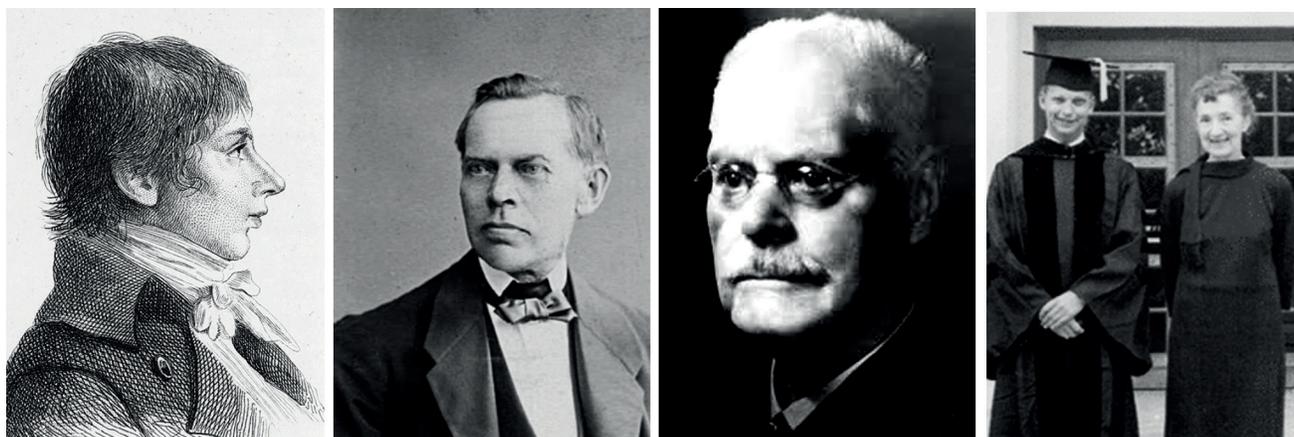
que gastar antaño para comprar originales o hacer fotocopias, el gasto para tener acceso a publicaciones más recientes sería relativamente limitado, y no debiera evitarse porque se trata de una inversión de largo plazo.

Para el estudio de los poliquetos la búsqueda de información, o la generación de una biblioteca topa con un serio problema adicional. Por lo menos durante casi todo el siglo XX, las especies de poliquetos eran consideradas anómalas porque muchas parecían de amplia distribución o cosmopolitas. Uno de los especialistas más influyentes fue Pierre Fauvel. En una de sus primeras publicaciones (Fauvel, 1897), estudió un ejemplar robusto de la familia Acoetidae recolectado en Nueva Caledonia; luego de un análisis detallado de su morfología, concluyó que se trataba de *Eupolyodontes cornishi* Buchanan, 1894, una especie descrita de la desembocadura del Río Congo en África occidental.

El especialista galo mantuvo la misma perspectiva durante toda su vida y concluyó que las especies tropicales podrían hallarse en todas las cuencas oceánicas (Fauvel, 1925), y que entre la fauna abisal (3000 a 5000 m) del Atlántico había especies de bajamar del Canal de la Mancha o del Mediterráneo (Fauvel, 1925). Este autor fue muy prolífico y realizó varias contribuciones de gran aliento como sus trabajos sobre la fauna de India (Fauvel, 1932, 1953), en los que usó nombres e ilustraciones de sus

precedentes sobre los poliquetos de Francia (Fauvel, 1923, 1927). Enfoques similares fueron hechos para la fauna de Sudáfrica por Day (1967) en cuanto al uso de los nombres, y por Hartman (1968, 1969) para la de California en cuanto al uso de las figuras de otros autores.

En realidad, dependiendo de las monografías consultadas, los nombres a los que se podía llegar correspondían con especies descritas de otras regiones del mundo, a menudo con condiciones ecológicas diferentes de temperatura, salinidad, profundidad e incluso tipo de sustrato. Su horizonte ecológico, en una palabra, como se ha denominado en otra parte (Salazar-Vallejo et al., 2014). El panorama cambió mucho a finales de los años 80 del siglo pasado. Al dudar de la supuesta amplia distribución, los colegas revisaron materiales tipo y los compararon cuidadosamente con los de otras regiones del mundo. La conclusión fue que las supuestas especies eurícoras, o cosmopolitas no lo eran, sino que había varias especies distinguibles con métodos de observación ordinarios, y para las cuales había nombres disponibles, pero considerados como sinónimos menores, que ameritaban reinstalación. En otros casos, hacían falta nuevos nombres para las especies recién descubiertas. Empero, las inercias culturales son difíciles de romper, y varios de nosotros seguimos en la confusa faunística tradicional por varios años más.



Fuentes (de izquierda a derecha):

https://napoleon.lindahall.org/sacred_ibis.shtml

<http://www.muzeum-przyrodnicze.uni.wroc.pl/en/index.php?go=history>

Gillet, 1994:18; Rouse, et al. 2005:141.



COLECCIONES

Una de las soluciones implica el estudio de colecciones de otras regiones. Durante muchos años, los materiales de herbarios o museos podían moverse por correo sin problemas, pero cambios en la normativa ambiental y de importaciones fueron haciendo más problemática la situación. Por ello, la alternativa es visitar museos o instituciones en las que puedan estudiarse sus colecciones. No exagero al afirmar que nada se compara al estudio directo de los organismos, sean tipos o no, y aunque hay una tendencia creciente a poner imágenes disponibles en línea, para los grupos como los poliquetos en los que se requieren observaciones de distinta resolución, es remoto que se cuente con toda la información en línea. Por ello, hay que visitar las colecciones.

Hay fondos modestos en algunos museos y, a partir del 2019, habrá fondos en museos europeos para visitantes de países no miembros de la Unión Europea (<http://www.synthesys.info/home.html>). También hay fondos disponibles en el Servicio Alemán de Intercambio Académico o DAAD por sus siglas en alemán (<https://www.daad.mx/es/>) para estancias en Alemania, que cuenta con muchos museos con materiales de diversas partes del mundo.

Lamentablemente, la inercia cultural mencionada no se ha abandonado y la interpretación de las especies pasó de cosmopolitas a exóticas. Por lo anterior, el reto taxonómico en los poliquetos confronta una penosa tradición de considerar a muchas especies como de amplia distribución (cosmopolitas o exóticas). Por ello, los interesados están obligados a comprender la literatura en una perspectiva planetaria, aunque la probabilidad de las colonizaciones trans-oceánicas sean raras o muy raras.

De hecho, si hay interés en resolver problemas y confusiones, la mejor estrategia es la de hacer revisiones planetarias. Son muy importantes, y al mismo tiempo, no tan atendidas porque implican mucho tiempo y esfuerzo para ser terminadas. Debo aclarar que tampoco pueden ser ejercicios de tesis de licenciatura. Hay algunas recomendaciones en dos publicaciones precedentes (Salazar-Vallejo, 2018; Salazar-Vallejo y González, 2017) y los interesados podrían asomarse a esas observaciones.

Valga la pena terminar estas notas con un exhorto a los interesados para pensar que sus esfuerzos son muy importantes, que hay que disfrutar los plazos para el entrenamiento y dominio del grupo en cuestión, y que hacen falta muchos más interesados por el tamaño del problema. No sólo me refiero a las especies por conocer, que son una mayoría abrumadora dado que ignoramos el 90% de la biodiversidad marina (Mora *et al.*, 2011), sino de resolver las que ya conocemos y que parecen estar presentes en muchos sitios.

Al momento de remitir esta reflexión, se anunció la cancelación del programa de Cátedras del CONACYT. Penoso porque era la única opción más o menos masiva para el reclutamiento de nuevos investigadores. Peor, que no se haya propuesto alternativa alguna. Si unos 2000 jóvenes alcanzan el doctorado cada año y se contrataron a 1500, es fácil comprender que hay un gran rezago pendiente. Al mismo tiempo, imaginar que uno deberá invertir unos 5-6 años adicionales al término de la licenciatura para alcanzar el doctorado, y entonces buscar empleo, brinda un panorama incierto. Pese a la situación, debemos seguir impulsando a los jóvenes a que sigan mejorando y superándose, en particular en taxonomía porque serán indispensables incluso ahora en la metagenómica (Bik, 2017). Vendrán tiempos mejores. Debemos involucrarnos para cambiar la situación vigente en la dirección de mejorar el mercado laboral y transmitir a los jóvenes la importancia de la taxonomía, así como la necesidad de esforzarse para hacerla de la mejor calidad posible.

AGRADECIMIENTOS

María Elena García-Garza, Christopher Cruz-Gómez, Luis F. Carrera-Parra y Tulio F. Villalobos-Guerrero leyeron una versión previa y encontraron algunos detalles oscuros, por lo que recomendaron acciones para mejorarlo, incluyendo cambiar una figura. Gracias a todos los jóvenes que me han padecido, en particular a los participantes del curso en la Estación de la Institución Smithsonian en Bocas del Toro, Panamá, en 2018, que tuvieron que soportar estas ideas. Espero que pronto superen mis deficiencias y sean los mejores mentores de taxónomos que el país, o sus países, ameritan.



LITERATURA CITADA

- Ahumada, J.V. 1995. Descubrimiento científico y búsqueda de patrones (patterns). *Jornadas Epistemología e Historia de la Ciencia*. 5: 30-33 <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/4360>
- Bik, H.M. 2017. Let's rise up to unite taxonomy and technology. *PLoS Biology*. 15 (8): e2002231, 4 pp. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2002231>
- Brigas-Hidalgo, A. 2012. *Psicología. Una Ciencia con Sentido Humano*. Esfinge, México, 151 pp.
- Cronquist, A. 1978 Once again, what is a species? Pp 3-20. En: Romberger, J.A., Foote, R.H., Knutson, L. & Lents, P.L. (Eds). *Beltsville Symposia in Agricultural Research, 2. Biosystematics in Agriculture*. Wiley, Montclair
- Day, J.H. 1967. *A Monograph on the Polychaeta of Southern Africa*. British Museum (Natural History), London, 2 vols. <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/8596#/summary>
- de Blainville, H. 1828. Vers (Entomoz.). *Dictionnaire des Sciences Naturelles*. 57: 365-625. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/81595#page/370/mode/1up>
- de Candolle, A.P. 1815. *Théorie Élémentaire de la Botanique, ou Exposition des Principes de la Classification Naturelle et de l'Art de Décrire et d'Etudier les Végétaux*. Déterville, Paris, 500 pp (+ 25 unnumb pages for Index). <http://www.biodiversitylibrary.org/item/193841>
- Duméril, A.M.C. 1805(1806). *Zoologie Analytique, ou Méthode Naturelle de Classification des Animaux rendue plus facile a l'aide de Tableaux Synoptiques*. Allais, Paris, 344 pp. <http://www.biodiversitylibrary.org/item/44011#page/9/mode/1up> (1806 es la fecha de la segunda impresión y es la que tiene BHL; ver Gregory SMS 2010 The two 'editions' of Duméril's Zoologie analytique, and the potential confusion caused by Froriep's translation Analytische Zoologie. *Zoological Bibliography* 1: 6-8 http://www.iucn-tftsg.org/wp-content/uploads/file/Articles/Gregory_2010.pdf
- Fauchald, K. 1968 Nephtyidae (Polychaeta) from the Bay of Nha Trang, South Viet Nam. *Scientific Results of Marine Investigations of the South China sea and the Gulf of Thailand 1959-1961, Naga Report* 4 (3): 5-34. <https://repository.si.edu/handle/10088/3443>
- Fauchald, K. 1977. The polychaete worms: Definitions and keys to the Orders, Families and Genera. *Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series*. 28: 1-188. <https://repository.si.edu/handle/10088/3435>
- Fauchald, K. 1989. The Second Annual Riser Lecture: Eclecticism and the study of polychaetes. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 102: 742-752. <https://repository.si.edu/handle/10088/3429>
- Fauchald, K. & Reish, D.J. 1977. Olga Hartman. Pp. 1-23. En: Reish, D.J. & Fauchald, K. (Eds.). *Essays on Polychaetous Annelids in Memory of Dr. Olga Hartman*. Allan Hancock Foundation, Los Angeles, 604 pp.
- Fauvel, P. 1897. Observations sur l'*Eupolyodontes cornishi* Buchanan (Annélide polychète errante). *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie, 5e série*. 1: 88-112, Pl. 1. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/17688#page/188/mode/1up>
- Fauvel, P. 1923. Polychètes errantes. *Faune de France*. 5: 1-488. [https://faunedefrance.org/bibliotheque/docs/P.FAUVEL\(FdeFr05\)Polychetes-errantes.pdf](https://faunedefrance.org/bibliotheque/docs/P.FAUVEL(FdeFr05)Polychetes-errantes.pdf)
- Fauvel, P. 1925. Bionomie et distribution géographique des annélides polychètes. Pp. 307-317. En: *Livre du Cinquantenaire de l'Université Catholique d'Angers*. Societé Anonyme des Éditions de l'Ouest, Angers.
- Fauvel, P. 1927. Polychètes sédentaires et Addenda aux Errantes, Archiannélides, Myzostomaires. *Faune de France*. 16: 1-494. [http://www.faunedefrance.org/bibliotheque/docs/P.FAUVEL\(FdeFr16\)Polychetes-sedentaires.pdf](http://www.faunedefrance.org/bibliotheque/docs/P.FAUVEL(FdeFr16)Polychetes-sedentaires.pdf)
- Fauvel, P. 1932. Annelida Polychaeta of the Indian Museum, Calcutta. *Memoirs of the*



- Indian Museum, Calcutta*. 12: 1-262. <http://faunaofindia.nic.in/PDFVolumes/memoirs/012/01/0001-0262.pdf>
- Fauvel, P. 1953. *The Fauna of India, including Pakistan, Ceylon, Burma and Malaya: Annelida Polychaeta*. Indian Press, Allahabad, 507 pp. <http://faunaofindia.nic.in/PDFVolumes/fi/056/index.pdf>
- Gillet, P. 1994. Pierre Fauvel (1866-1958), his life and research on polychaetous annelids. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle*. 162: 17-18.
- Gladwell, M. 2007. *Blink: The Power of Thinking without Thinking*. Penguin, New York, 277 pp. http://www.lequydonhanoi.edu.vn/upload_images/S%C3%A1ch%20ngo%E1%BA%A1i%20ng%E1%BB%AF%Blink-%20The%20Power%20of%20Thinking%20Without%20Thinking.pdf. La conferencia puede verse en <https://www.youtube.com/watch?v=FeegLvAkbYO>
- Gravier, C. 1911. Expédition antarctique française du "Pourquoi-Pas" dirigée par le Dr J.-B. Charcot (1908-1910). Espèces nouvelles d'annélides polychètes. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris*. 17: 310-316. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/106649#page/348/mode/1up>
- Greene, R. 2013. *Maestría*. Océano, México, 406 pp.
- Griffing, L.R. 2011. Who invented the dichotomous key? Richard Waller's watercolors of the herbs of Britain. *American Journal of Botany*. 98: 1911-1923. doi:10.3732/ajb.1100188.
- Grube, A.E. 1851. *Die Familien der Anneliden mit Angabe ihrer Gattungen und Arten: Ein systematischer Versuch*. Nicolai'schen Buchhandlung, Berlin, 164 pp. https://www.zobodat.at/pdf/MON-EV-DIV_0059_0001-0174.pdf
- Hartman, O. 1936. New species of Spionidae (Annelida Polychaeta) from the coast of California. *University of California Publications in Zoology*. 41 (6): 45-52.
- Hartman, O. 1968. *Atlas of the Errantiate Polychaetous Annelids from California*. University of Southern California, Los Angeles, 828 pp.
- Hartman, O. 1968. *Atlas of the Sedentariate Polychaetous Annelids from California*. University of Southern California, Los Angeles, 812 pp.
- Hong, F.T. 2013. The role of pattern recognition in creative problem solving: A case study in search of new mathematics for biology. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. 113: 181-215. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S007961071300031X>
- Hillman, K. 2016. Pattern recognition and your brain. <http://www.psychology24.org/pattern-recognition-and-your-brain/>
- Kahneman, D. 2011. *Thinking, Fast and Slow*. Farrar, Straus and Giroux, New York, 499 pp. https://es.wikipedia.org/wiki/Pensar_r%C3%A1pido,_pensar_despacio
- Kemp, T.S. 2016. *The Origin of Higher Taxa: Palaeobiological, Developmental and Ecological Perspectives*. Oxford University Press, Oxford, 201 pp.
- Landin, J. 2015. Rediscovering the forgotten benefits of drawing. *Scientific American* <https://blogs.scientificamerican.com/symbiartic/rediscovering-the-forgotten-benefits-of-drawing/>
- Mattson, M.P. 2014. Superior pattern processing is the essence of the evolved human brain. *Frontiers in Neuroscience*. 8, 265, 17 pp. doi: 10.3389/fnins.2014.00265.
- Mayr, E. & Ashlock, P.D. 1991. *Principles of Systematic Zoology*. McGraw-Hill, New York, 428 pp.
- Mora, C., Tittensor, D.P., Adl, S., Simpson, A.G.B., Worm, B. 2011. How many species are there on Earth and in the ocean? *PLoS Biology*. 9(8): e1001127, 8 pp. doi:10.1371/journal.pbio.1001127
- Müller-Wille, S. & Reeds, K. 2007. A translation of Carl Linnaeus' introduction to *Genera plantarum* (1737). *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical*



- Sciences. 38: 563-572. doi:10.1016/j.shpsc.2007.06.003
- Palàu y Verdèra, A. 1778. *Explicación de la Filosofía y Fundamentos Botánicos de Linneo, con la que se Aclaran y Entienden Fácilmente las Instituciones Botánicas de Tournefort*. Antonio de Sancha, Madrid, 306 pp, 9 Pls. https://books.google.es/books/about/Explicacion_de_la_filosofia_y_fundamento.html?id=wo1QAzpe5JoC&hl=es
- Pi, Y., Liao, W., Liu, M. & Lu, J. 2008. Theory of cognitive pattern recognition. Pp 433-462. En: Yin, P.-Y. (Ed.). *Pattern Recognition Techniques, Technology and Applications*. InTech, Croatia. <http://cdn.intechopen.com/pdfs/5795.pdf>
- Regan, C.T. 1926. Organic evolution. *British Association for the Advancement of Science, Report 93rd Meeting*. British Association, London, 75-86. <https://www.biodiversitylibrary.org/page/30507292#page/115/mode/1up>
- Rogers, D.J. & Appan, S.G. 1969. Taximetric methods for delimiting biological species. *Taxon*. 18: 609-624. http://www.jstor.org/stable/1218915?seq=1#page_scan_tab_contents
- Rose, H. 1775. *The Elements of Botany: Containing the History of the Science (with Accurate Definitions of all the Terms of Art, exemplified in Eleven Copper-Plates; The Theory of Vegetables; The Scientific Arrangement of Plants, and Names used in Botany; Rules concerning the general History, Virtues, and Uses of Plants, Being a Translation of the Philosophia Botanica, and other Treatises of the celebrated Linnaeus)*. Cadell & Hingeston, London, 471 pp, 11 Pls. <https://archive.org/details/elementsofbotany00rose>
- Rouse, G.W., Gambi, M.C. & Levin, L.A. 2005. Kristian Fauchald: A tribute. *Marine Ecology, An Evolutionary Perspective* 26:141-144. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1439-0485.2005.00070.x>
- Sabar, S. 2013. What's a Gestalt? *Gestalt Review*. 17: 6-34. <http://www.gisc.org/gestaltreview/documents/whatsagestalt.pdf>
- Salazar-Vallejo, S.I. 2014. La esencia de la maestría. *Ecofronteras* 52:36-37.
- Salazar-Vallejo, S.I. 2018. Reseña de libro: The Lost Species: Great Expeditions in the Collections of Natural History Museum. Christopher Kemp. *Biología y Sociedad*. 1: 84-88.
- Salazar-Vallejo, S.I., Carrera-Parra, L.F., González, N.E. & Salazar-González, S.A. 2014. Biota portuaria y taxonomía. Pp. 33-54. En: Low-Pfeng, A.M., Quijón, P.A. & Peters-Recagno, E.M. (Eds.). *Especies Invasoras Acuáticas: Casos de Estudio en Ecosistemas de México*. SEMARNAT, INECC & Univ. Prince Edward Island, México, 643 pp. Available: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=71
- Salazar-Vallejo, S.I. & González, N.E. 2017. Crisis múltiples en taxonomía, implicaciones para la biodiversidad y recomendaciones para mejorar la situación. *Códice, Boletín Científico y Cultural del Museo Universitario Universidad de Antioquia*. 17(29): 42-56. https://issuu.com/muua/docs/c_dice_29_web
- Salazar-Vallejo, S.I., González, N.E., Barrientos-Villalobos, J., Carbajal-Márquez, R.A. y Schmitter-Soto, J.J. 2018. El reto taxonómico de la biodiversidad en México. *Biología y Sociedad*. 1: 65-74.
- Savigny, J.-C. 1822. Système des Annelides, principalement de celles des Côtes de l'Égypte et de la Syrie, Offrant les Caractères tant distinctifs que naturels des Ordres, Familles et Genres, avec la Description des Espèces. *Description de l'Égypte, recueil des Observations et des Recherches qui ont été faites en Égypte pendant l'Expédition de l'Armée Française*. 2nd ed, 21:325-482, Pls 1-5. Primera edición fechada 1809: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/193034#page/7/mode/1up>; plates <https://www.biodiversitylibrary.org/item/133287#page/2/mode/1up>
- Strickland, H.E. 1841. On the true method of



discovering the Natural System in Zoology and Botany. *Annals and Magazine of Natural History, series 3*. 6: 184-194. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/72076#page/198/mode/1up>

Thomsen, P.F. & Willerslev, E. 2015. Environmental DNA: An emerging tool in conservation for monitoring past and present biodiversity. *Biological Conservation*. 183: 4-18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320714004443?via%3Dihub>

Tsao, D.Y. 2019. Face values: Brain regions that process faces reveal deep insights into neural mechanisms of vision. *Scientific American* 320(2):22-29.

Winston, J.E. 1999. *Describing Species: Practical Taxonomic Procedure for Biologists*. Columbia, New York, 518 pp.