

¡TODO ES

BIOLOGÍA!

CARMEN PADILLA

@PolliPadilla

ÍNDICE

Capítulo 1	
La vida en todos lados, todo el tiempo	9
Capítulo 2	
Biología “básica”: el origen	47
Capítulo 3	
Los procariontes.....	73
Capítulo 4	
Los protistas y chromistas, ¿o cómo era?	93
Capítulo 5	
Los hongos dominaron, dominan y dominarán el mundo	121
Capítulo 6	
Las plantas: ni tan verdes, ni tan autónomas	153
Capítulo 7	
Los animales: los más numerosos y diversos	183
Capítulo 8	
Chismes y gente chida: lo que muchas veces se nos olvida contar	217
Capítulo 9	
Tu abuelita descubrió una nueva especie y nunca lo supo	243
Capítulo 10	
Hay mucha vida aquí, pero ¿y afuera?	253
Ámonos a dormir.....	265
Bibliografía	267

CAPÍTULO 1

LA VIDA EN TODOS LADOS, TODO EL TIEMPO

¡Hola! Qué bueno que te animaste a venir a hojear estas páginas, ya que todo lo que nos rodea tiene vida y yo podría pasar horas hablando sobre ello. ¿Alguna vez habías reparado en que todo tiene vida?, ¿no?, bueno, imagina que estás en una habitación que aparenta estar vacía, las paredes no tienen ni un póster, en el techo no se ve ni una mancha y sólo hay una ventana que está cerrada. Eres el único ser vivo en el sitio, ¿verdad? En realidad, no; contigo, entre esas cuatro paredes, hay millones de bacterias en tus intestinos, unos cuantos hongos viviendo en algunas de tus cavidades, pequeños ácaros limpiando tu piel; en el aire que estás respirando flotan esporas de muchos otros hongos que quizá nunca veas en tu vida, algunos pedacitos de protozoarios que estaban en lo último que quedaba de un charco que pisaste en la calle, y en tu ropa hay polen del pasto que estaba en la acera. Te rodean, vives, coexistes con una gran cantidad de seres vivos casi invisibles...

Es asombroso cómo en una habitación aparentemente vacía, te podrías encontrar con casi todos los grupos de seres vivos clasificados, muchos de ellos ya han sido estudiados a fondo y otros aún no se han descrito, así que siempre es conveniente echarles un vistazo.

Cuando somos pequeños, siempre queremos saber el porqué de las cosas. Estamos descubriendo el mundo y necesitamos respuestas, aprender y conocer todo alrededor. Es probable que esto provoque a

más de un adulto una sensación de desasosiego y cansancio por tener que buscar la forma de dar una solución a lo que estamos preguntando, y muy seguramente ellos tampoco saben la respuesta. Algunos optan por contestar “porque sí”, y ya, fin del cuento; otros, en cambio, se dan a la tarea de investigar o guiar para encontrar la respuesta por sus propios medios. Y eso es lo que los científicos hacen cuando se dedican a la investigación: preguntarse el porqué de todo lo que quieren estudiar.

¿Por qué las plantas son verdes? ¿Los hongos son plantas? ¿Cómo se hace la digestión? ¿Existen animales que no tengan ojos? ¿Qué comía un dinosaurio? ¿Podré calcular cuándo llegará un pato de hule a una playa si lo dejo en el mar? Las preguntas, por más tontas que puedan llegar a parecer, son el inicio de un viaje hermoso al mundo de las ciencias usando el método científico como guía. Podríamos responder (o al menos intentarlo con lo que tengamos disponible en tecnología y conocimiento) a cualquier pregunta que te puedas llegar a hacer, incluso abrir caminos para el conocimiento en áreas que quizá ni teníamos previstas o que parecieran no tener relación.

Pero, a ver, éste es un libro sobre biología (se supone), así que vamos a centrarnos un poquito en ello. Vamos a sonar como profe de secundaria: la biología es la ciencia que estudia la vida, de *bios* = vida, y *logos* = estudio o tratado. Ahora, la biología es una ciencia, y para que una disciplina pueda ser considerada ciencia debe seguir algunas características y lineamientos.

A grandes rasgos, es necesario que exista una metodología de trabajo; siempre debe planearse lo que se va a hacer y justificar la razón para iniciar una investigación. La metodología debe ser racional, sistemática y objetiva; es decir, hay que describir los hechos que sean observados y registrados tal y como son de una manera clara y precisa, así como verificable. Si alguien hace el mismo experimento que tú con tus mismas variables, debería poder confirmar los resultados que obtuviste; si algo sale mal, no puedes reportar que un niño voló sobre ti y voló un auto con su *rasbo* láser (a no ser que efectivamente haya sido así).

Es importante que la investigación sea abierta, sin barreras que limiten la obtención de nuevo conocimiento; éste puede ser predic-

tivo y trascendente sin llegar a ser dogmático, debe estar abierto al cambio, ya que, con nueva información, el conocimiento alcanzado puede terminar siendo incorrecto y debemos dejarlo atrás; de lo contrario, seguiríamos creyendo que en medicina, por ejemplo, las sangrías son una buena idea para purgar las enfermedades del cuerpo, aunque éstas terminaran por *desuscribir* a la persona del plano terrenal. Siempre hay conocimiento nuevo y siempre podemos aprender más.

Aunque no lo creas, la biología, como una ciencia bien definida, no existía como tal hasta el siglo xix, pero mejor tarde que nunca. Aún sin nombre, muchas personas se dedicaron al estudio de los seres vivos de la misma forma en que un infante lo hace: observando.

Y como toda historia de las ciencias, adivina por dónde vamos a empezar.

Adivina.

Anda.

¿Ya?

Así es: ¡los griegos! En especial el padre de la biología: Aristóteles.

Hay que aclarar que los griegos en sí no fueron los primeros en tener conocimientos científicos, pero sí quienes se encargaron de estudiar ciencia y filosofía como medio de subsistencia, los primeros en tener a personas cuya única preocupación era generar conocimiento y registrarlo. Muchos de estos registros prevalecieron hasta nuestros días y son los que más difusión tienen. Por otro lado, en el antiguo Egipto ya había conocimiento agrícola que permitió alimentar a la población. Gracias a que conocían los ciclos de marea del río Nilo, sabían qué plantar y cómo; además dominaban temas como el maquillaje, la pintura y la medicina. También sabemos que los mesopotámicos eran bastante avanzados en sus conocimientos, e incluso se adelantaron siglos a los griegos en diversos tópicos; sin embargo, mucho de lo que llegaron a descubrir y entender se perdió, o aún no se encuentran registros, por eso vamos a tener que seguir dándoles las gracias a los griegos por mucho de lo que sabemos hoy en día —pero quién sabe cuánto les va a durar el gusto—.

Aristóteles nació en Grecia, en Estagira, una región específica de Macedonia, aproximadamente en el año 384 a. n. e.; podría parecer que ya estaba destinado a ser un gran filósofo, médico y estudioso de

la vida en general, ya que su padre Nicómaco provenía de la dinastía de los Asclepiades, quienes, según las historias, eran descendientes del dios griego de la medicina y la curación. Desde muy pequeño, Aristóteles tuvo acceso a la educación que lo formó y alimentó su curiosidad por el mundo. Cuando cumplió 17 años se unió a la Academia, donde fue discípulo de Platón por más de 20 años. Con el tiempo fundaría su propia escuela y terminaría siendo tutor de Alejandro Magno. Pero ¿qué hizo para ser considerado el padre de la biología? Pues una de sus mayores aportaciones se basa en la observación, registro y entendimiento de los animales principalmente, así como de plantas y otros organismos.

Aristóteles utilizó varias herramientas que aún hoy en día utilizamos quienes nos dedicamos a las ciencias biológicas, como la observación directa, la disección anatómica, la comparación, las analogías y la comprensión de las causas y fines de lo observado. Digamos que un biólogo experto en hormigas está comiendo unas papas fritas en un parque y se da cuenta de que hay un grupo de hormigas ladronas que se empezó a llevar los pedacitos que cayeron al piso. Al ver a estos animalitos, nota que tienen un color café muy particular que no había visto antes, así que decide empezar a estudiarlas. Se lleva unas cuantas para poder describirlas con más detalle: las mide, anota qué características tienen en sus patitas, revisa bien su color, sus ojos, sus antenas, todo lo anatómico lo anota a la perfección y resulta que no hay otra especie igual en el mundo. Entonces las cosas no pueden quedarse así. Comienza a buscar el hormiguero de nuevo y lo observa tanto como puede para identificar el sitio, qué es lo que suelen comer estas hormigas, si es que hay algún alimento determinado que prefieran, o si las que buscan alimento se diferencian físicamente de otras que tienen tareas distintas, si se relacionan con otros organismos, o si pelean contra otras hormigas. Todo esto se debe hacer observando directamente el hormiguero, como si de un *reality show* se tratase. Pero no se queda ahí, no. Hay que saber si existen más en otros sitios. Así que, observando y recopilando toda la información, el especialista en hormigas va a buscar en otros puntos de la ciudad que sean similares a donde encontró a su nueva especie. Y resulta que en otro parque a varios kilómetros pudo hallar otro hormiguero con la misma especie,

y lo logró gracias a que un grupo de niños que suele jugar mucho en ese sitio vio al señor arrastrándose, buscando algo en el suelo, y quisieron ayudarlo. Él les dijo que estaba buscando a estas hormigas, pero que no las había visto aún, entonces uno de los niños le dijo que esas hormigas estaban al otro lado del parque. Para ellos era un hormiguero más; para ojos expertos fue una revelación. Al seguir observándolas, el científico notó que algunas de ellas se comportaban de forma similar a una especie que ya estaba bien estudiada, lo cual le hizo pensar en que quizá lo sucedido dentro de la colonia puede ser parecido a lo que pasa con las otras hormigas. Al final, tras varios años de estudiar a este grupo, resultó que esta especie, además de ser nueva para la ciencia, tenía una predilección por recolectar semillas de una planta que crece bien donde las hormigas se desarrollan, por lo que gracias a ellas esta planta puede vivir más fácil.

Toda la historia que les acabo de contar es ficticia, pero la verdad no me sorprendería que existiera en un par de años un artículo cuya investigación empiece así (o quizá ya existe, pero aún no me he enterado). Para generar nuevo conocimiento del mundo natural siempre tenemos que observar, preguntar, identificar, analizar. Todo lo que Aristóteles hizo en su momento.

Además de darnos escritos muy interesantes y completos donde describía a más de 500 especies diferentes, lo cual para su época era mucho, también se encargó de estudiar y registrar cómo se desarrollaban los embriones de aves, así como la identificación de diversas analogías o similitudes anatómicas entre el ser humano y otras especies animales como, por ejemplo, la disposición y semejanza entre los huesos, órganos internos y otras estructuras. Sus estudios anatómicos fueron tan completos que gracias a ellos tenemos información precursora de múltiples disciplinas actuales.

Otro de sus grandes aportes a la ciencia de la biología fue la categorización de los seres vivos que estudió en la *Scala naturae* (o Escala natural), la cual, como el nombre indica, acomodaba en una escala jerárquica a todos los seres vivos que él mismo había estudiado, iniciando desde abajo con los más simples y que, según él, no generaban tanto calor, como las plantas, y subía en complejidad hasta llegar al ser humano en la jerarquía más alta. Algo curioso es que, aunque

ponía al ser humano como el “ser superior”, lo proponía como un animal más. Incluso en la actualidad, a muchas personas les cuesta aceptar que somos un animal más en este mundo.

Este sistema de categorización fue precursor de otros sistemas posteriores que fueron base para la clasificación de los seres vivos; sin embargo, en la actualidad es considerado rudimentario y bestialmente incorrecto, pero ¡hey!, nadie le va a quitar el mérito a Aristóteles por haberlo creado. Siempre la primera propuesta es la más difícil de hacer.

Ahora, si nos vamos más adelante en el tiempo podríamos pensar que en la Edad Media no se estudió nada por ser la época del “Oscurantismo”, pero ¡qué equivocación! Hay que aclarar que, en efecto, la época está marcada por la superstición y el arraigo al fervor religioso que generó la idea de que todo fue creado por Dios a su capricho, pero esto no frenó por completo la adquisición de conocimientos. En esta época, en los monasterios, únicos lugares donde se podía obtener conocimiento formal, se generaron manuscritos conocidos como bestiarios, en los que se realizaban descripciones de diferentes animales, así como los lugares donde se habrían podido encontrar, características interesantes de dichos organismos y usos que las personas les daban. No siempre eran tan exactos, ya que se elaboraban con descripciones orales de otras personas que podían haberlos visto en persona, pero a pesar de que se intentaba englobar toda la información disponible, no era tan estricta y detallada como lo que llegaron a hacer los griegos en su momento.

No sólo en los monasterios europeos se desarrolló conocimiento, en los poblados de todo el mundo las personas pasaban de generación en generación el conocimiento de las plantas comestibles, venenosas y medicinales que podían usarse. También en otros sitios como América, las civilizaciones que ya existían habían desarrollado su propia medicina y conocimiento agrícola y durante el inicio de la Conquista se generaron registros al respecto. Mientras tanto, en Persia y otros países islámicos de Medio Oriente habían desarrollado un gran avance en medicina, de hecho para el siglo x eran los más adelantados en conocimiento, dado que tradujeron del griego la información disponible con respecto a la biología y medicina, además de utilizar expe-

rimentación científica y comprobar de la manera más estricta posible las hipótesis médicas que planteaban. Estas condiciones les permitieron refutar desde entonces, siglos antes de la llegada del microscopio, la teoría de los cuatro humores de Galeno, la cual plantea que el cuerpo humano está sano cuando los considerados “humores básicos” (sangre, bilis negra, bilis amarilla y flema) están balanceados; en consecuencia, la enfermedad se presenta cuando alguno de éstos se desequilibra. Durante este periodo oscurantista, en otros lados del mundo, dicha teoría estaba muy arraigada y llevaba a las personas a hacer prácticas nada viables para mejorar su salud, pero, como hemos visto, la creencia no era generalizada, así que, si revisamos con detalle, vemos que el Oscurantismo no es sinónimo de desconocimiento, al menos no a nivel mundial.

Dejando atrás el medievo, pasamos al *boom* del nuevo conocimiento en Europa (porque, como ya vimos, en otros sitios se adelantaron). Durante el Renacimiento, la ciencia y las artes obtuvieron una bocanada de aire fresco, ya que la gente empezó a obsesionarse con las culturas griega y romana, retomando sus características de pensamiento. Los científicos de esa época trataron de estudiar su entorno, observar otra vez y dar importancia a los hechos comprobables. Una gran cantidad de nuevos (o no tan nuevos) descubrimientos sobre anatomía tomaron relevancia, pero lo más importante para nosotros fue la invención del microscopio.

No sé si en algún momento de tu existencia escolar te obligaron a leer un libro de casi 400 páginas con 12 biografías científicas que habla de un grupo de señores que a través de la historia se dedicaron a investigar y experimentar en torno a bichos tan pequeños que parecían ser invisibles. Ese libro, si te das la chance de leerlo sin obligación, te hace pasar un buen rato y le da sentido a su título: *Los cazadores de microbios*. Dicho libro tiene como personaje de apertura al padre de la microbiología, un comerciante de telas que se empeñó tanto en construir un microscopio tan bueno como los materiales de la época se lo permitieran, que terminó descubriendo un mundo nuevo imposible de observar a simple vista: Anton van Leeuwenhoek. (Cabe aclarar que él no es el creador del microscopio, como mucha gente cree, pues este instrumento ya existía. Se piensa que el creador del

primer microscopio pudo ser Zacharias Janssen, un fabricante de lentes, pero es algo que no se puede comprobar al cien por ciento).

Leeuwenhoek, cuando comenzó a descubrir lo que su microscopio podía ayudarle a ver, se obsesionó. Día y noche tomaba muestras de lo que fuese para saber qué bichos podía encontrar. Logró ver algunos en gotas de lluvia que recolectó un día cualquiera, protozoarios que nadaban felizmente. Para él era algo increíble porque antes había logrado ver detalles minúsculos de muchos insectos en maderas, telas, pero ¿animales diminutos? Su asombro e interés lo llevaron a mejorar los lentes de su microscopio para tener imágenes más nítidas que le permitieran observar y describir los bichitos que buscaba en todos lados. Cuando había hecho suficientes observaciones envió cartas a la Real Sociedad de Ciencias donde explicaba lo que había visto. Al principio lo tildaron de loco, pero esto no lo desanimó. Para él, observar en el microscopio era su pasión, así que siguió trabajando, revisando el sarro de sus dientes, su sudor, los alimentos, el agua potable, todo. Tras muchos descubrimientos y descripciones de un mundo totalmente desconocido, la Real Sociedad al fin se interesó y quiso ser parte de esto, fue entonces que lo aceptó como miembro y le solicitó la donación de algunos de sus microscopios para que fueran usados en investigaciones, pero nuestro buen Leeuwenhoek había trabajado años en sus herramientas y no las iba a regalar tan fácilmente. Hasta que abandonó este plano fue que les dejó algunos y que conste que *sólo algunos*.

El conocimiento generado por Leeuwenhoek sobre el mundo microscópico fue muy importante para la ciencia, ya que dio pauta para saber que no estamos solos, sino que otros seres vivos que no podemos ver están en nosotros y nuestro alrededor, viviendo sin ningún problema o, a veces, generándonos. Así, les dio visibilidad a algunos bichos que nunca nadie pensó que existieran.

En esta misma época aparece otro personaje importante para la biología: John Ray.

Una de las frases favoritas de los biólogos alrededor del mundo es “depende de la especie”. Hasta hay ya un sinnúmero de memes en internet que la replican una y otra vez con una plantilla distinta, videos burlándose de ésta porque parece que es lo único que sabemos decir cuando hay una interrogante sobre algún bicho que aparece, por

ejemplo, en un Tiktok. Pero es que esta frase tiene algo muy importante: el concepto de *especie*, cuya definición debemos a John Ray.

Ray era un gran estudioso de las plantas y los animales. Se encargó de clasificarlos según las características físicas de cada uno en diferentes grupos, explicando varios fenómenos naturales como la caída de las hojas de los árboles o los años de vida de un árbol, tomando en cuenta los anillos de su tronco.

Ahora bien, durante bastante tiempo había discordancia en el ámbito científico para definir lo que podría ser una especie, pero para Ray ésta debía definirse como un grupo de individuos semejantes con ancestros en común. Y ésta es una definición bastante cercana a la que tenemos en la actualidad. También hay que darle más crédito a este señor, tomando en cuenta que desarrolló su vida científica a mediados del siglo xv, una época en la que sabemos que, aunque las personas estaban muy animadas con la idea de las ciencias y los nuevos descubrimientos, aún tenían muy arraigada la creencia espiritual, por lo que para todo debía de estar involucrado un creador supremo responsable de cuanto ser vivo, planeta y constelaciones existieran. Era común escuchar a gente estudiosa de la biología afirmar que los fósiles encontrados debían ser tomados como restos de animales que existieron mucho tiempo atrás, pero que no quedó ninguno porque se extinguieron “por la voluntad de Dios”.

Durante el Renacimiento hubo muchos naturalistas (personas que practicaban las ciencias naturales). Generalmente eran aristócratas que tenían recursos y tiempo para dedicar sus ratos de ocio a la búsqueda de más conocimiento. Y aunque la cantidad de personas dedicadas a las ciencias fue muy grande, no vamos a abordar a todos porque nada más no acabamos, así que nos vamos a saltar a la siguiente parte de la historia: La Ilustración.

Una materia con la que siempre batallé muchísimo estando en primaria y secundaria fue Historia, en cambio Matemáticas me gustaba bastante. En primaria tenía clase de Matemáticas más de cuatro horas a la semana, con más de 30 niños en un mismo salón, y, como me gustaba, terminaba muy rápido los ejercicios y me quedaba tiempo libre para leer los cuentos infantiles que tenían en la biblioteca del salón. Los libros de esta biblioteca eran generalmente donados por

diferentes instituciones o, en ocasiones, los conseguían las mismas escuelas o padres de familia, con el objetivo de tener material para leer en el aula, aunque a veces los profesores los guardaban en unos armarios metálicos bajo llave; si esto sucedía, debía meterme a buscar otros libros en mi mochila con rueditas. Entre ellos estaba el de Historia de quinto grado de primaria, que tanto me hizo bolas en sexto, ya que iniciaba desde la Edad de Piedra y terminaba a mediados del Renacimiento, así que cuando en sexto nos hablaban sobre la Revolución mexicana, que se vio influenciada por los pensamientos de la Ilustración y la Revolución francesa, así como la invasión napoleónica a España, yo me quedaba en ceros, y el profe se enojaba porque “debimos ver eso el año pasado”. Pero no, profe, no fue así.

Como sea, para darle un poco de contexto y entender por qué mi pequeño cerebro de 11 años se atrofiaba tratando de darle sentido a la Historia, tomando por referencia lo que duró el Renacimiento, hay que tomar en cuenta que la Edad Media duró bastante tiempo, desde el siglo v hasta el xv, ¡ésos son casi 1 000 años! En 1 000 años mucho de lo que se habría podido aprender en diferentes épocas de ese tiempo se perdió, lo perdieron a propósito o, en dado caso, sobrevivió pasando de generación en generación, cuando no había un método de escritura accesible para todos.

En el Renacimiento la cosa cambió mucho, ya que fue un *renacer* del ser humano ante la necesidad de entender el mundo, además de que el sistema feudal se fue debilitando gracias al surgimiento de la burguesía, un grupo social que empezó a generar dinero suficiente para obtener mayor estatus social y con ello demasiado tiempo libre que podía dedicar a investigar o crear arte (o pagarles a personas para que lo hicieran). En esta época, las personas tenían curiosidad por todo, pero no querían dejar de lado sus creencias al momento de trabajar sobre sus observaciones, hasta que al fin llegó la Ilustración. Este otro periodo de la historia abarca, aproximadamente, desde el 1700 hasta el 1800 y se distingue por hacer prioritario el conocimiento basado en la razón más que en las ideas religiosas, lo que da pie en Europa a la destitución de las monarquías, con lo cual inicia una ola de revoluciones, pero también de avances científicos más rápidos, ya que el empirismo y el racionalismo eran lo más viable para desarrollar el co-

nocimiento. Además, en esta época muchas más personas tenían acceso a educación por medio de foros, universidades, enciclopedias (porque para ese entonces ya existía la imprenta... ¡y vaya que la usaron mucho!), conferencias e incluso conversaciones en las nuevas casas de café; curiosamente esta bebida fue parte importante en el gran avance de las ciencias y el arte, pero eso es algo que hablaremos más adelante (porque claro que iba a terminar hablando de café).

Gracias a que las noticias y nuevos avances científicos se podían expandir con mayor facilidad, fue más sencilla la llegada de la Ilustración a América, aunque con algún tiempito de rezago. Aparte de estas ideas nuevas nacidas en Europa, las revoluciones independentistas fueron posibles en la Nueva España gracias a líderes que tenían nociones mínimas o amplias de los pensamientos ilustrados desarrollados y afianzados del otro lado del mar algunos años antes.

(Tardé unos años en entender cómo se habían desarrollado los hechos históricos que les acabo de contar, pero ya puedo estar en paz después de casi reprobar Historia en más de una ocasión, pero de salvarme al fin en Historia Universal en preparatoria, gracias a que la maestra nos contaba todo como si fuera un chisme personal).

Ahora que tenemos contexto, hablemos de uno de los mayores contribuyentes de la biología que apareció y se destacó en este periodo: Carl von Linnaeus.

Linnaeus o Linneo (depende de quién lo escriba y de dónde sea, pero es el mismo nombre, así que para facilitarte la lectura y evitarme problemas con la dislexia, lo dejaremos como Linneo) nació en 1707 en Suecia. Su padre fue un pastor luterano, pero también un amante de las plantas enfocado en la jardinería, de quien Linneo heredó esta pasión. Desde muy pequeño aprendió tanto sobre plantas que algunas personas cercanas le llamaban el “Pequeño Botánico”. Al acercarse su época estudiantil, Linneo quiso estudiar algo que le interesara, pero su padre lo obligó a iniciar su formación como clérigo. Ser un líder espiritual en aquella época suponía una solvencia económica favorable, así que no era algo que podían discutir, sí o sí Linneo debía ser pastor.

Con 17 años comenzó sus estudios, pero sólo duró un par de años en el colegio, ya que al final resultó que, para sorpresa de nadie, Lin-

neo había puesto demasiada atención a materias relacionadas con el área de la botánica mientras que lo demás lo dejaba de lado. Eso de saltarse las clases para estudiar otra materia es necesario en ocasiones, aunque a veces puedes encontrarte con el profe de la materia que habías saltado o de la que estabas repasando. Me llegaron a pasar ambas más de una vez.

El buen Carlitos no estaba rindiendo bien en el colegio, ya que su mayor interés y amor en el momento eran las plantas, conocer bien sus estructuras, cómo crecían, qué diferenciaban los pétalos, hojas o tallos de las flores de diversas especies, revisaba meticulosamente los pistilos de cada flor para saber cuántos había, etcétera. Era tan metódico que llamó la atención de uno de sus profesores de colegio, el doctor Rothman. Este señor había estudiado medicina, pero su interés por la botánica era tal que podía compararse con Linneo. Muy probablemente se vio reflejado en el adolescente que tenía todo el potencial de convertirse en un gran científico, aunque muchos de sus otros profesores realmente lo dudaran.

¿Alguna vez te ha pasado que estás intentando estudiar y nomás no puedes aprenderte lo que se supone estás leyendo sin importar cuántas veces repases? Una, dos, tres, veinte veces no son suficientes para que se quede en tu cabeza, así que decides hacer un resumen y subrayas todo lo que consideras importante. Al final te quedas con un resaltador seco y diez páginas en amarillo fosfo. Transcribes en un cuaderno las palabras clave, haces mapas conceptuales y mapas mentales, incluso dibujas algunas cosas para entender el tema, pero no importa qué hagas, no recuerdas nada. Eso es muy frustrante, pues aunque te esfuerzas mucho por memorizar el tema, siempre sale mal. Llega el día del examen y recuerdas todos los detalles de tu sesión de estudio, la respuesta a la pregunta que tenías en frente estaba subrayada en resaltador fosfo, recuerdas que la siguiente la tenías en la tercera hoja del cuaderno con tapa azul que casi no usas, el que tiene un doblez muy feo en la esquina porque no lo has

forrado, y la otra pregunta se respondía con las palabras clave escritas en verde ya que tu pluma azul se agotó. Y recuerdas todos los detalles físicos, los colores y formas pero NO LO QUE DECÍA EN ESAS BENDITAS HOJAS. Sales del examen con la frustración al tope, mas te reconforta saber que es una clase que no disfrutas y te hará sufrir de todas formas hasta que termine el semestre. Vas a tu siguiente clase, la favorita a la cual nunca has faltado ya que no quieres perderte nada de lo que vayan a decir, tomas notas que a veces pueden considerarse pocas o muy reducidas, pero entiendes bien lo que te están explicando y te quedas con ganas de saber más sobre el tema del día. Sales de clases, vas a la parada del transporte a esperar y te carcome la necesidad de responderte algunas preguntas del tema expuesto en clase, así que intentas buscar en el celular y no tienes datos; decides esperar ya que no hay de otra. Llegando a casa comes algo, te relajas un poco y después, cuando te dispones a procrastinar viendo Tiktoks, revisas la duda que tenías y, para cuando te das cuenta, ya anocheció. Dicho tema te dejó con tal sensación de querer saber más que terminas buscando en cada página, foro, video de YouTube que consigues, hasta que en parte llega la satisfacción y con ella el día, y toca ir de vuelta a la escuela.

Llegando te enteras de que reprobaste el examen del día anterior y que además tienes examen de tu materia favorita, ipero no habían avisado! En realidad sí avisaron, sólo que lo olvidaste. Te entregan el examen y isorpresa!, las preguntas se responden casi solas. Terminas y te quedas en tu lugar para esperar a que alguien más entregue su examen antes que tú, porque qué pena que después de que supieran que no sabías del examen te vean entregando primero, antes la dignidad que reprobar siendo el primero. Sales y comparas respuestas con tus compañeros; todos le preguntan a la persona más lista del salón y sus respuestas son casi iguales a las tuyas menos en dos. Aunque estás seguro de que se equivocó en ambas, no la quieres corregir, así que ahí lo dejas, no

vaya siendo. El día de entrega de calificaciones, resulta que eres quien obtuvo la calificación más alta, escuchas a algunas amistades felicitándote por acá, ves una mirada de orgullo de tu profe y sientes la mirada asesina de alguien pero no quieres voltear porque probablemente pedirá revisión y querrá que comparen exámenes, así que sólo disfrutas del momento. Te felicita la profe por tu calificación y te dice que hay una competencia de su materia y quiere mandarte a ti como representante de la escuela ya que eres quien más domina el tema, incluso sostiene que aportaste datos no necesarios en el examen, pero que daban más contexto a la respuesta, lo cual demuestra un dominio muy alto. Además de ver talento en ti para ese campo, cree que podrías llegar muy lejos si te lo propones.

Podemos imaginar cómo se sentía Linneo estudiando materias que no le gustaban y tratando de pasar más tiempo en asuntos de su interés. Ahí es donde aparece el doctor Rothman, quien comenzó a adentrar más a Linneo en la botánica, explicándole las formas en que las plantas podían describirse y clasificarse según varios sistemas, principalmente el de Joseph Pitton de Tournefort, un botánico francés autor de *Éléments de botanique*, libro donde registró y clasificó las plantas conocidas en un sistema de grupos que iban de grandes a más simples. El objetivo de este tipo de clasificación era ser una herramienta clave para el entendimiento de la historia natural de las especies, gracias a que podías saber si una planta estaba emparentada o no con otra según sus características.

Cuando el padre de Linneo se enteró de su mal desempeño, estaba decidido a sacarlo del colegio y enviarlo a aprender algún oficio, pues era necesario que pudiera asegurar su futuro, pero el doctor Rothman intercedió y dio la opción a Linneo de estudiar medicina, área donde se podría enfocar en el estudio de la botánica tanto como quisiera, además de ver más temas que le podrían interesar.

Nuestro protagonista se matriculó a los 20 años en la Universidad de Lund, acogido por Rothman, quien le ofreció estancia y sus libros.

Tiempo después, Linneo se cambió a la Universidad de Upsala, donde había un enfoque más directo a estudios botánicos. Ahí conoció al teólogo Olof Celsius (no el de la escala de temperatura), quien también vio mucho potencial en él. En esos tiempos publicó su primera obra y al poco tiempo empezó a dar clases, así como a cuidar el jardín botánico de la universidad, donde agregó nuevas especies.

Algo que tenían que hacer sí o sí los naturalistas de la época era expediciones por el mundo, y Linneo no se quedó atrás, hizo una a Laponia y otra a Suecia central, lugares donde obtuvo más datos y nuevos registros de plantas. Al regreso de sus expediciones se dio a la tarea de por fin licenciarse y de obtener el título de médico, así como de publicar, en 1761, su obra más importante y por la cual le hemos dado tanto protagonismo en estas páginas: *Systema Naturae*.

En esta obra, Linneo clasifica más de 10 000 especies, y eso sólo en la primera edición, porque entre más tiempo pasaba más organismos nuevos encontraba, nombraba y clasificaba. Aquí ya podemos ver la base de la clasificación binomial actual, ya que Linneo acomodó a todos los seres existentes en tres grupos básicos: los reinos animal, vegetal y mineral, ya de ahí agregó los grupos de clase, orden, género y especie.

Vamos a explicar un poco esto. Digamos que tienes figuritas de cada uno de los organismos registrados de Linneo frente a ti y él te da tres cajoneras grandotas. Tú pones frente a cada una los organismos que consideres deberían estar ahí. Ahora es necesario acomodar cada cajonera por dentro, así que Linneo te muestra que cada una tiene diferentes cajones y cada uno viene con la leyenda de CLASE. Te explica las características de cada clase de todas las cajoneras y acomodas a tus organismos según las instrucciones que te dieron. Bien, ya tienes a todos en los cajones, pero para Linneo esto no es suficiente, por lo que te da unas cajas con subdivisiones (como esas que tiene tu mamá, tu abuelita o tú para poner las cuentitas de tus pulseras), cada una dice ORDEN y cada subdivisión GÉNERO, así que Linneo te explica que dependiendo de las similitudes que tengan tus organismos debes acomodarlos y, ya que tengas todas las cajas llenas, debes revisar sus diferencias y acomodarlos en las subdivisiones. Ya que están todos los cajoneros llenos, los cajones organizados, las cajas listas y las subdi-

visiones hechas, te das cuenta de que algunos organismos que hay en tus subdivisiones se parecen mucho, pero hay cosas que nomás no cuadran, así que decides hacer bultitos en la subdivisión para así diferenciarlos mejor. Llega Linneo de nuevo y te dice que justamente era lo que te iba a pedir, porque cada bultito es una especie.

Básicamente ésa es la clasificación de Linneo. Quizá te parezca muy metódico y laborioso si piensas que tenías que acomodar 10 000 figuritas e ir agregando las que iban llegando. En algunas ocasiones tendrías que poner un cajón nuevo; otras, una nueva subdivisión en una caja. Así se iba armando el sistema de clasificación que tenemos hasta nuestros días (que ha cambiado bastante desde que lo hizo Linneo) y que nos ayuda a entender a los seres vivos sin confundirnos de nombre, porque en este sistema no hay errores de identidad gracias a los nombres científicos.

Cuando eres un infante en edad escolar, el mejor momento del día es el recreo. Sales con tu almuerzo en tu lonchera o bolsa de plástico y pasas un buen rato intentando despegar el aluminio de tu sándwich de huevo que envolvió tu mamá estando caliente. Comer o jugar era la disyuntiva de esa media hora, pero en ocasiones podías simplemente mirar al suelo y entretenerte por horas si no había una campana lo suficientemente estridente para asustarte y tirar por accidente tu jugueto. Ver al suelo te podía dar la posibilidad de observar toda una historia épica entre las batallas de las hormigas rojas contra las negras por conseguir un trozo de pan que dejaste justo en el punto medio que separaba las entradas a sus guaridas, la forma en que una de ellas podía levantar sobre su cabeza una rama que era el doble de su tamaño y la acarreaba con todo el estoicismo alejándola del camino que sus compañeras seguían sin perderse, o ver a una que sí se perdió intentando regresar a donde debería estar sorteando obstáculos increíbles como una hoja enorme, una roca o tu zapato. También en días de lluvia tenías que prestar atención para ver dónde había caminitos de humedad que te indicaban que habían pasado algunos caracoles pequeños, para verlos intentar subir las bardas de las jardineras o tratar de aguzar el ojo para distinguir cómo se alimentaban de las hojas de los arbustos; también te ganaba la curiosidad y tocabas uno de sus tentáculos cefálicos (al cual muchas veces confundías con ojos, pero

resulta que son órganos sensoriales que le permiten al caracol “oler” y sentir su entorno), el cual, gracias a su sistema muscular bien desarrollado, en una fracción de segundo se retraía. Fascinante.

Otros bichos divertidos aparecen en el suelo debido al ambiente húmedo, bichos importantes que, puedo asegurar, fueron los más maltratados en la historia de los crustáceos: las cochinillas.

Si decimos cochinillas, al menos en México, hay dos opciones de bichos: 1) la cochinilla algodonosa, aquel insecto que vive pegado a las plantas, el peor enemigo de las abuelitas, jurado villano de los viveros y comida favorita de las catarinas. Este insecto es parásito de las plantas, se pega a sus ramas donde se alimentará de su savia, robándoles nutrientes y dejándolas a merced de algunas enfermedades. Se pueden distinguir fácilmente porque, para protegerse de algunos depredadores, así como de las inclemencias del clima, sueltan una sustancia parecida a la cera que las cubre y les da una apariencia como de algodón; 2) las cochinillas de tierra, las cuales no son insectos, aunque la gente lo cree, en realidad son crustáceos y algo que los distingue muy bien es su exoesqueleto en forma de placas. Algunas especies pueden llegar a moverlo lo suficiente como para hacerse bolita en caso de que se encuentren en peligro. No todas las especies de cochinillas pueden hacer eso, así que si en algún momento te frustró no haber conseguido que se hiciera bolita, no fue porque no la hubieras asustado lo suficiente, sino simplemente porque el bicho no podía hacerlo.

Si digo “cochinilla” es un poco difícil saber a qué bicho nos estamos refiriendo, porque esa palabra no es un nombre que pueda distinguirse entre especies y sólo nos lleva a confusiones si quisiéramos saber una especie en concreto. Entonces, para ello se usa la nomenclatura binomial, la cual es un sistema que da un nombre único a cada especie, y con ello todo el mundo puede nombrarlas sin posibilidad de confusión. Para esto, el nombre científico, único e irrepetible, debe estar conformado por dos partes: el género y el epíteto específico.

Para entender esto hay que volver a la clasificación de Linneo y el ejemplo de las cajoneras. Tenemos dos tipos de cochinillas: la grana cochinilla (un tipo de cochinilla algodonosa, parasitaria de los nopales) y la cochinilla bola de tierra. La primera lleva por nombre cien-

tífico *Dactylopius coccus* y la segunda *Armadillidium vulgare*. Ambos bichos los vamos a encontrar en la cajonera del reino animal, pero van a estar en cajones diferentes porque uno es un insecto y el otro un crustáceo. Dentro de cada cajón, van a estar en una subdivisión particular que corresponde al género. En la subdivisión *Dactylopius*, por ejemplo, hay varios organismos muy parecidos al *Dactylopius coccus*, pero que tienen sus diferencias, de ahí la necesidad de darle un nombre que lo distinga de los demás, como cuando había dos personas con el mismo nombre de pila en un salón y les ponían apodos para no confundirse: Juan *Otaku* y Juan *Fifes*, por ejemplo. Ese nombre que los distingue es el epíteto específico. Así, un nombre científico siempre tiene que estar compuesto por ambas partes, porque si no sería imposible diferenciar, ¿verdad, Juan?

El nombre científico es muy importante en el área de la biología, ya que nos permite nombrar y diferenciar organismos para estudiarlos mejor, además de que se vuelve una forma de homogeneizar el conocimiento, sin importar el idioma, ya que en cualquier parte del mundo el *Armadillidium vulgare* es una especie de cochinilla de tierra, aun en países de habla hispana donde el nombre común de este animal es chanchito, o países con idiomas distintos, para todos los casos la nomenclatura científica es la misma.

El nombre científico siempre va escrito en cursivas para diferenciarlo del resto del texto; si se repite varias veces en todo un escrito, se suele abreviar poniendo sólo la primera letra del género y el epíteto específico completo. Por ejemplo, *Armadillidium vulgare* se escribiría completo sólo una vez y en sus siguientes menciones como *A. vulgare*. También si vamos a hablar de un grupo que tiene varias especies pero no especificamos una, se escribe el género completo siguiendo de la abreviatura "spp." sin cursivas, que significa "species" o "especies", así si hablamos de todas las especies del género *Armadillidium* tendríamos que escribirlo como *Armadillidium* spp.

Linneo no sólo nos dejó el sistema de clasificación que ha perdurado hasta ahora, sino también cómo deben nombrarse las especies: en latín.

En 1745, nuestro buen amigo Carl publica la obra *Olano dska och Gotblänska Resa*, donde instaura la nomenclatura binomial que hemos explicado con anterioridad, así como las primeras reglas donde establece que los nombres deben estar en la lengua muerta de los romanos. Pero ¿por qué latín? Fácil, porque al ser una lengua que no tiene hablantes activos no sufre cambios con el tiempo, así cualquiera que hiciera ciencia, en cualquier época y lugar, podría usarla.

Carl von Linneo murió en 1788 y en ese mismo año se funda, por iniciativa de sir James Edward Smith, la sociedad linneana de Londres con el objetivo de que las futuras generaciones pudieran estudiar y disfrutar de todo su trabajo. Esta sociedad se convirtió en la más importante en el área de la biología a nivel internacional, además de ser la más antigua. Sus miembros se han encargado de la publicación y conservación de escritos científicos dedicados a las ciencias biológicas, así que puedes imaginar lo importante que fue Linneo para la ciencia antes y ahora.

Con la muerte de Linneo parece que también muere el Siglo de las Luces, porque empieza en 1789, junto con la Revolución francesa, la edad contemporánea, una época donde todo se mueve más rápido y hay caos en diversas partes del mundo. Ese caos y velocidad llegarán hasta nuestros días. Pero hablemos de algunos científicos de la época que de seguro ya conoces porque son los más *iconic*, aunque siguen generando controversias en la actualidad: los *evolucionistas*.

Mira, no sé qué edad tengas, pero en mi caso me tocó la época en que *Pokémon* era transmitido por televisión abierta todos los días por la tarde. Llegaba de la escuela, me sentaba un rato y, si me daban permiso, podía ver un capítulo de ese anime clásico, cuyo doblaje hacía resaltar las personalidades de Jessie y James del equipo Rocket, con su memorable salida de villano: "El equipo Rocket ha sido vencido otra vez".

La sinopsis de esta serie es bastante simple: seguimos las aventuras de Ash Ketchum, quien al cumplir los 10 años deja su hogar en Pueblo Paleta para iniciar un viaje alrededor de diversas zonas en un mundo donde coexisten unas criaturas llamadas pokémones. Éstos son organismos con características muy variadas que, además, poseen habilidades relacionadas con su forma de vida y que suelen ser clasificados por tipos. Entre ellos está, por ejemplo, el compañero inseparable de Ash, un animalito similar a un roedor de tamaño considerable y color amarillo (muy tierno, por cierto), que tiene la capacidad de generar altos niveles de electricidad y expulsarla y regularla a voluntad, según sea necesario. Durante su viaje, Ash tiene que encontrar la mayor cantidad de pokémones posible y registrarla en un dispositivo electrónico llamado Pokédex, donde se reúne toda la información existente sobre cada uno de los organismos que hay en el mundo. Qué ganas de tener uno así. Lo más cercano a una Pokédex en la vida real sería la app de Naturalista*, pero aún no se ha completado ni es tan exacta como aquel aparato.

Otra parte importante del viaje de cualquier niño que dejan sin supervisión en un mundo de bichos potencialmente mortales y ladrones, es capturar a varios pokémones, entrenarlos correctamente para salir vencedor en diversos enfrentamientos contra otras personas que también tengan bajo su cuidado a otros pokémones, incluidos a los conocidos como líderes de gimnasios y, al vencerlos a todos, toca pelear en un torneo donde al ganador se le reconoce como el mejor: maestro Pokémon. En esta serie que, cabe aclarar, está basada en un videojuego, escuché por primera vez el término *evolución*, incluso antes de verlo en clases, aunque funciona muy diferente. Se supone que un Pokémon nace de un huevo, y tienes a tu bicho todo tierno, todo bebé, que si se mantiene en la naturaleza luchará por su vida y recursos peleando con otros pokémones, pero si termina en manos de algún entrenador éste lo hará enfrentarse a otros para pulir sus habili-

dades. En ambos casos, obtiene experiencia de cada batalla y, al llegar a cierto nivel, podría “evolucionar” cambiando físicamente, momento en el cual se le asigna un nombre nuevo que va más acorde a su nueva forma.

La idea de evolución planteada en el contexto de los pokémones, como un cambio o transformación de un organismo a otro, me quedó resonando por bastante tiempo, y en la actualidad siento que la percepción de ser un maestro Pokémon es muy parecida a la forma en que los naturalistas trabajaron a lo largo de los siglos, así como las personas dedicadas a la biología trabajamos en la actualidad. Sólo piénsalo un ratito: una persona viajando por diversas regiones, buscando algún tipo de organismo que sea de su interés, describiéndolo lo más que puede, registrando dónde lo encontró, en ocasiones llevándoselo para estudiarlo con más tranquilidad y documentar sus descubrimientos.

Ahora bien, uno de los naturalistas de inicios del siglo XVIII es Jean-Baptiste Lamarck. Él fue de las primeras personas que sentó las bases del concepto de evolución dentro de la idea de cambios en organismos a través de generaciones. Antes otras personas habían usado el concepto, pero más enfocado en los cambios de los organismos según su desarrollo, más similar a la idea de una evolución Pokémon.

Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de Monet, caballero de Lamarck, o Lamarck para los amigos, nació en Francia en 1744, en una familia de buenos recursos económicos. Una de las primeras etapas de su vida la vivió en un colegio jesuita en Amiens, donde comenzó su formación. Dado que venía de una familia con historial en el ejército, siguiendo sus pasos, se enlistó para combatir con el ejército francés en la guerra de los Siete Años. Cuando el conflicto terminó, intentó dedicar su tiempo al estudio de la medicina, pero como ocurrió con otros que ya hemos visto antes que él, no se dedicó a ello; en cambio, se la vivió investigando todo sobre la naturaleza, enfocándose bastante en la zoología de invertebrados, la botánica, los fósiles, la anatomía. Era un naturalista muy completo que se daba el tiempo de estudiar a fondo cómo es que los animales que estaban en un sitio en particu-

lar tenían características que los ayudaban a sobrevivir allí. En su estudio *Filosofía zoológica*, da la primera explicación de cómo funciona la evolución. Para él, “cada cambio adquirido en un órgano por un hábito de uso suficiente para haberlo causado se conserva por generación, finalmente este cambio se propaga y pasa a todos los individuos que siguen y que se ven sometidos a la mismas circunstancias”; es decir, según Lamarck, si algunos individuos de una especie presentan un cambio en su cuerpo por un uso determinado, ese cambio se va a heredar y va a hacerse más marcado de generación en generación.

Usemos el clásico y bien quemado ejemplo de las jirafas. Para Lamarck, en algún momento de la existencia había jirafas con cuellito chico, como caballos más o menos. Estas jirafas vivían en un sitio donde había árboles pequeños y mucha hierba en el suelo, pero con el paso del tiempo se fue perdiendo la hierba y los árboles comenzaron a crecer, así que las jirafas tenían que empezar a estirar su cuello para alcanzar las hojas de los árboles. Así, la primera generación de jirafas tenía el cuello ligeramente más largo porque lo habían empezado a estirar; sus hijos ahora tenían el cuello más largo que sus padres, mientras los árboles seguían creciendo, así que tenían que estirar aún más tiempo su cuello, por lo que sus hijos tendrían el cuello todavía más largo e incluso así tenían que estirarse. Al final, después de varias generaciones, los cuellos de las jirafas terminaron siendo muy largos por el uso que le dieron.

Lamarck soportó su idea —algo arriesgada para la época, como siempre— con dos leyes fundamentales. La primera habla de que todo animal que use un órgano más frecuentemente lo fortalecerá y desarrollará de manera proporcional a su uso; pero si no lo usa, se deteriorará hasta que finalmente desaparezca. La segunda ley expresa que todos esos cambios obtenidos o perdidos por las circunstancias a las que han estado expuestos por mucho tiempo se mantendrán por generaciones si son comunes entre los dos progenitores.

Viéndolo así por encima, uno podría pensar que Lamarck tendría razón, ya que nosotros los seres humanos hemos empezado a tener nuevas generaciones sin muelas del juicio; estos dientes eran útiles para nuestros antepasados hace miles de años, para poder masticar de

mejor manera los alimentos crudos, pero cuando desarrollaron la capacidad de usar el fuego, pudieron cocinar los alimentos y esto facilitó la masticación. Esos dientes nos comenzaron a estorbar hasta que nuestra mandíbula se fue haciendo más angosta por la falta de uso, ¡peeeero! no es que Lamarck tuviera razón. Él, en realidad, no sabía cómo funcionaba la herencia de genes y la adaptación como la conocemos ahora. Aun así, le vamos a dar puntos por plantear la idea de que las especies pueden cambiar a través de las generaciones, dando origen a otras, algo que mucha gente en la comunidad científica negaba. Quienes lo hacían estaban convencidos de que ninguna especie cambiaba porque era perfecta, según la creación; entre ellos estaba Georges Cuvier, otro naturalista renombrado, que de hecho pasó gran parte de su vida académica tratando de negar las ideas de Lamarck, incluso intentando ridiculizarlo para quitarle mérito, pero al final esas ideas sentaron las bases de una nueva revolución que vendría después.

Otra de las grandes aportaciones de Lamarck fue la de fundar la biología como ciencia utilizando todo el conocimiento que había obtenido a través de los años; consideraba que los naturalistas no sólo podían hacer investigaciones y conjeturas con un sistema, sino más bien tener una filosofía de la ciencia que guiara de manera rigurosa a los científicos hacia una buena obra, hacia resultados reales. Gracias a Lamarck, este libro puede llevar la palabra *biología* en el título.

Ahora sí, hablemos de Darwin.

Muchas personas lo consideran el padre de la evolución, sin embargo, como ya hemos visto, muchas otras antes que él ya habían comenzado a intentar explicar lo que observaban en la naturaleza, aunque no lo podían hacer en su totalidad o no eran demasiado extremistas como para que se generara un relajo alrededor de las nuevas ideas propuestas.

Charles Darwin nació el 12 de febrero de 1809 en Inglaterra, hijo de un médico con una gran reputación y buen estatus económico, por lo que el pequeño Charles tuvo una infancia y juventud tranquilas, en las cuales pasaba largas horas en el campo buscando piedras e insectos. Incluso su padre, al verlo tan concentrado en esos momentos que consideraba de ocio, le dijo enojado “no te importa nada más que la caza, los perros y atraparratas, serás una deshonra para ti mismo y para toda

tu familia”. Darwin dice en su autobiografía que no recuerda bien por qué le dijo eso, pero sí se le quedó grabado por muchos años. Según él, era un niño torpe, que le gustaba estar en el campo, no dominaba bien los idiomas y cuando creció lo obligaron a entrar a la universidad para cursar la carrera de médico, pero tuvo un par de problemas.

En la época de Darwin, la medicina había avanzado muy poco en realidad, en comparación con otras ciencias, y en muchas ocasiones las clases debían hacerse con cadáveres que llevaban a las universidades de forma ilegal, ya que en ese tiempo proliferaban los saqueadores de tumbas (así es, en esos años podías morir, que tu funeral terminara a las cinco de la tarde y a las siete ya estabas en la mesa de trabajo de algún profesor de universidad, el descanso eterno no era real), o podía darse una clase de cirugía con un enfermo vivo, sin anestesia y escuchando los gritos del pobre mientras los estudiantes observaban y tomaban nota. (Si mientras lees esto sentiste un nudo en el estómago y algunas náuseas, no te preocupes, que Darwin se sintió igual o peor y salió del salón la primera vez que entró a uno). Así que al final descartó la idea de su padre de que se convirtiera en médico y, como ya sabemos, otra de las posibles carreras que podía dejar un buen futuro económico era la de ser clérigo.

Cuando lo envían a estudiar, Darwin no quería dedicarse a eso, pero se quedó hasta el último año, durante el cual, después de adentrarse en varios libros sobre ciencias naturales, comenzó a sentir la necesidad de contribuir en ese rubro de alguna manera. Para su buena suerte, un amigo de la universidad le dio una carta en la que le proponía viajar a altamar en el HMS Beagle como naturalista de la expedición, aunque prácticamente no le pagarían por ello. Darwin, emocionado, intentó convencer a su padre para que le permitiera emprender el viaje, éste por poco no lo deja, pero su tío intercedió por él y logró convencerlo. Lo gracioso fue que quien casi regresa a Darwin a su casa fue el capitán del barco, tan sólo por lo peculiar de su nariz, pues estaba convencido de poder juzgar la personalidad y el carácter de la gente por su apariencia.

El HMS Beagle salió de puerto en 1831 y regresó en 1836. En esos cinco años Darwin viajó alrededor del mundo obteniendo ejemplares de diversos tipos y los enviaba a la Universidad de Cambridge,

ya que él mismo consideraba que aún no era lo suficientemente experto en la materia como para hacer los análisis por sí mismo. En este viaje pudo constatar que las peculiaridades de los organismos en diversos lugares variaban según las características de los sitios donde vivían. Donde pudo notar estas diferencias con más facilidad fue en las Islas Galápagos, ya que las características que presentaban, por ejemplo, las aves, variaban mucho dependiendo de la isla en la que estaban, y lo mismo pasaba con las tortugas. Mientras viajaba mandó cartas además de los especímenes; dichas misivas ayudaron a asentar la fama del joven naturalista y para cuando regresó a Inglaterra ya tenía cierto reconocimiento.

Darwin se dedicó a escribir múltiples libros en los que exponía las observaciones que había hecho durante sus viajes. Por ejemplo, en cuanto a los arrecifes de coral, describió su estructura y distribución, expuso sus hipótesis sobre la formación de éstos a nivel geológico y biológico, y explicó que los atolones se formaban cuando una isla volcánica se inactivaba y comenzaba a hundirse en el mar. Mientras la isla se hunde, los corales que comenzaron a crecer alrededor de ésta a cierto nivel comenzarían a generar estructuras coralinas hacia arriba para poder mantenerse al mismo nivel aunque la isla se siguiera hundiendo. Para esto hay que entender que los corales están vivos, son una colonia de invertebrados llamados pólipos, los cuales secretan carbonato de calcio para generar una estructura dura con la que se protegen. Así que siempre estos organismos van a intentar estar en una zona segura en el agua, formando más y más bases de calcio para asegurar su sobrevivencia, aunque los bordes de la isla donde estuvieron viviendo se hundieran más.

Actualmente esta teoría de Darwin ha sido comprobada, aunque la verdad es que con el paso del tiempo se ha podido explicar con mayor detalle cómo funcionan estos fenómenos naturales y han resultado ser más complejos de lo que él podría haber pensado. También hizo estudios sobre orquídeas, animales y plantas bajo domesticación, el movimiento de las plantas y plantas carnívoras. Así mismo explicó que, en efecto, todos los seres humanos somos la misma especie, pues aunque haya diferencias culturales, nuestra anatomía es igual, y que somos animales.

Su obra cumbre fue *El origen de las especies*, escrito donde expresa su teoría evolucionista por selección natural, cosa que, como siempre, no gustó del todo la primera vez, y aun hoy mucha gente sigue atorada en el pensamiento del siglo XIX por la misma razón que la gente de la época estaba tan molesta: porque no entendieron lo que leyeron.

La teoría de la selección natural de Darwin explica que una especie debe tener suficientes individuos de ambos sexos como para poder reproducirse entre ellos y hacer crecer la población; los recursos de que disponen van a estar limitados, así que habrá un punto en el que dicha población será demasiada, pero el que sean tantos da la pauta de que existan muchas variaciones entre los individuos, es decir, que habrá algunos que son más fuertes, más listos o más rápidos. Cuando los recursos escasean o el ambiente se vuelve hostil, aquellos individuos con características que les dan ventaja para sobrevivir en ese entorno difícil harán uso de ellas y efectivamente sobrevivirán, se reproducirán y heredarán esas ventajas a sus descendientes, por lo que esas nuevas generaciones estarán mejor adaptadas a su entorno y, así, si el ambiente cambia, aquéllos con nuevas ventajas podrán anteponerse a los que no las tienen, haciendo crecer la población y repitiendo el ciclo.

Algo que cabe aclarar es que Darwin no era un iluminado, es más, él mismo decía que era medio torpe y le gustaba procrastinar sus escritos; tan es así, que en algún momento por fin se decidió a iniciar su libro sólo porque le llegó el chisme de que Wallace, otro naturalista aún más joven que él, había arribado a una idea muy parecida a la de la selección natural. Ambos habían intercambiado cartas antes e incluso el joven naturalista le había enviado algunos escritos al viejo Charles para que los revisara. Esto orilló a Darwin a que se pusiera las pilas y asistiera a la ya fundada Sociedad Linneana a mostrar unos avances de su escrito, una carta que había enviado a un profesor de Oxford y el escrito de Wallace, todo ello para constatar que la idea de selección natural había sido pensada antes por él. Hay gente que señala que Darwin pudo haber plagiado a Wallace en algunos conceptos, mientras que otros historiadores señalan que no es posible y que la forma en la que ambos llegaron a sus conclusiones es muy diferente. Aunque nunca podremos saber la verdad, es necesario darle

crédito a Wallace por su aporte, ya que a veces se pasa por alto que él también fue un brillante, entusiasta y gran investigador, y sin sentido queda relegado de la teoría de la evolución.

La teoría de la evolución por selección natural tuvo muchos baches desde que fue publicada, principalmente porque Darwin no sabía nada de genética, así que no tenía idea de cómo era que las ventajas o características específicas se heredaban de generación en generación. También pasó que explicaba que estos cambios eran graduales y sucedían muchas generaciones antes de que todos los cambios que podía tener una especie fueran suficientes como para ya no ser iguales a la población original, por lo que algunos físicos y geólogos intentaron tirarle su teoría calculando la edad de la Tierra y el Sol, como lo hizo lord Kelvin (ése sí es el de la escala de calor). Según él, la Tierra tenía sólo 100 millones de años, por lo que el tiempo no era suficiente para que los cambios que Darwin proponía pudieran darse, pero al final se demostró que aunque lord Kelvin era brillante, se había equivocado, pues había hecho los cálculos sin tomar en cuenta otros factores que no aparecerían hasta años después (como la radiación).

Algo que siempre se cuestiona a la teoría de la evolución de Darwin es: “Si Darwin dice que venimos del mono, ¿por qué los monos no se están convirtiendo en seres humanos?”. Y bueno, como pasó en su momento, esa pregunta surge porque los conceptos no se entendieron en realidad. Vamos a explicar esto con calmita. Ni para Darwin en su momento, ni para nosotros quienes estudiamos biología en la actualidad, venimos del mono. Nosotros, los monos, chimpancés, bonobos, orangutanes y otros primates, tenemos un ancestro en común. Hay que pensar esto como un árbol genealógico: imagina que en la base tienes a una población de algún tipo de mono primitivo con cola; estos monitos viven a gusto en un sitio en particular pero por alguna razón un grupo grande se separa. Los que se quedan en el sitio de origen (le diremos población A) comienzan a cambiar a través de las generaciones poco a poco, según las condiciones nuevas que se presentan en su hogar, pero entre más individuos aparecen menos se parecen a las generaciones anteriores, hasta que en algún momento de la historia sus cambios fueron tantos que ¡BOOM!, si los comparamos, ya son otra especie, así que ahora puedes poner una ramita en tu árbol

de la vida. Mientras tanto, los que se fueron (digamos población B) tienen que enfrentarse a características muy diferentes y aun así muchos sobreviven, nacen nuevas crías y algunas nacen con pelo de color café más oscuro, mientras que sus padres son de color rojizo, entonces resulta que los que son café oscuro se pueden perder mejor entre las ramas de los árboles cuando buscan fruta, así que sobreviven más fácilmente contra los depredadores; pasan otras generaciones y ahora son puros monos café, además de que algunos de la población están naciendo con colas más cortas, porque, debido a que su pelaje les da una ventaja, ya no las necesitan tanto. Ahora puedes poner una segunda rama en tu árbol. Si te das cuenta, estas dos especies diferentes tienen un ancestro común. La población A se parece mucho a estos ancestros pero no son iguales, mientras que la población B cambió mucho. De no haberse separado, y si los ambientes donde se desarrollaban estos grupos no hubieran cambiado, esa población inicial no habría tenido la necesidad de cambiar nada, pero hay que recordar que siempre hay cambio porque el planeta siempre cambia, a veces rápido (como ahora, por nuestra causa) o a veces muy lento, pero nunca es estático.

Este ejemplo marca la idea de cómo los seres humanos tenemos una población ancestral común con todos los primates, sólo que no tenemos dos ramitas en el árbol de la vida de los primates, tenemos cientos de ellas que nos explican cómo es que terminamos aquí, ahora, como especie; ese árbol está hecho sólo con la información que tenemos hasta ahora, como con Darwin, entre más pasa el tiempo, más información tenemos, así que las reconstrucciones se pueden mejorar. Si ves una camisa o un póster con la imagen lineal donde hay un chimpancé que poco a poco se va parando en dos patas y termina siendo un ser humano, podemos enojarnos juntos y criticar la falta de ramas en esa interpretación mal hecha. Lo cierto es que si alguien asegura que Darwin estaba equivocado, pues en algunas cosas sí, porque le faltaba información.

Actualmente la selección natural es uno de los muchos mecanismos con los que funciona la evolución, la cual es un hecho, ya que nos adaptamos, así como hemos adaptado a ani-

males y plantas a nuestro gusto para cumplir con necesidades alimentarias o sólo de entretenimiento. Cuando alguien me asegura que no hemos visto cambiar a una especie a otra, yo les pongo de ejemplo la peor infamia que la humanidad le ha hecho a un ser vivo: pasamos de domesticar al lobo hasta transformarlo (en unos cuantos milenios) en un pug. Esta raza de perro ha sido una de las formas más atroces de utilizar la selección artificial al servicio del ser humano, para obtener características físicas que fueran divertidas de ver, sacrificando la salud del animal. Esta forma de buscar que los descendientes de los perros cumplan con algún estándar es casi lo mismo que pasa en la naturaleza con especies silvestres, sólo que en lugar de buscar que se vean chistosos, al final la victoria es para el que sobrevive. Pero como mencionábamos, la selección natural no es el único mecanismo, hay muchos más que intervienen en la adaptación de las especies en la naturaleza, algunos muy simples y otros más complejos, pero estamos hablando de ciencia del siglo XIX, así que lo vamos a dejar aquí, por ahora.

La ciencia de este siglo empezó a explotar en conocimientos a diestra y siniestra, más para la biología, y como muchos de ellos los vamos a ver más adelante, a diferencia de las últimas páginas, vamos a ir metiéndole nitro haciendo un resumen general de cada descubrimiento o aportación importante de los últimos dos siglos previos al nuevo milenio. Uno de ellos es el establecimiento de la teoría celular. Actualmente parece algo obvio que todos los organismos vivos están compuestos por células, pero a pesar de que Leeuwenhoek nos había ya dado un siglo atrás el conocimiento sobre ese micromundo escondido bajo la lente del microscopio, nadie sabía que somos parte de él de alguna manera, hasta que llegaron Theodor Schwann y Matthias Jakob Schleiden. Antes de ellos, al inicio del siglo ya algunos científicos habían llegado a la idea de que estamos compuestos por entramados que daban forma a nuestros tejidos; sin embargo, fue hasta que, gracias a los avances en los lentes de microscopio que les permi-

tieron observar que en estructuras animales y vegetales había núcleos visibles, se pudieron asentar los principios básicos: 1) todos los seres vivos están formados por células y derivados, y 2) que la célula es la unidad básica de organización de la vida. Como toda teoría de la época, fue completada después por otro investigador: Karl Virchow.

Cuando estaba en primaria y llegaba el fin de semana, mi mamá nos llevaba a mi hermana y a mí a rentar películas a un videoclub que estaba cerca de nuestra casa. Si eres alguien que nació a mediados de los 2000 puede parecer poco práctico tener que desplazarte a un lugar para rentar una película y tener que devolverla unos días después, teniendo plataformas de *streaming* con catálogos tan grandes con títulos interesantes que puedes ver una y otra vez sin costo extra, lo cual suena mucho mejor. Pero en mis tiempos debíamos salir por las películas. Pasábamos por los pasillos del videoclub con estantes repletos de estuches vacíos de VHS (si no sabes qué son, gugléalo, aquí te espero). Al encontrar la película que queríamos ver, nos dirigíamos a la caja para que nos entregaran el VHS y a veces nos topábamos con la mala noticia de que ya la habían rentado, así que tocaba elegir otra. Ver una película con este formato era todo un relajo, pero divertido a fin de cuentas, excepto por las multas que los padres debían pagar por no haber rebobinado la cinta al inicio.

Cursaba apenas quinto año de primaria cuando apareció el DVD, toda una revolución en la forma de ver películas: ya no tenías que regresar la cinta y podías pausar o adelantar con mayor facilidad la película, además de que tenía características adicionales como detrás de cámaras o juegos. Luego, cuando apenas nos estábamos acostumbrando a los DVD, a los dos o tres años se popularizó el Blu-ray y con ello el videoclub se vio obligado a rematar sus VHS porque se volvieron obsoletos. Muy poco tiempo después, a inicios de la secundaria, podíamos obtener en los tianguis películas que

vendían en memorias USB. Al poco tiempo, ya nadie rentaba películas porque el *streaming* había llegado para quedarse. Fue entonces cuando comenzamos a ver cómo vendían todos los discos del videoclub del barrio atendido por una señora que nos había visto crecer.

Así de rápido, como pasamos de usar cintas de video a tener servicios de *streaming*, la ciencia a partir del siglo XIX comenzó a marchar veloz, llenando huecos en las teorías que habían sido publicadas en épocas pasadas, lo que no es de sorprender, ya que basta con dar el primer paso y mantener el ritmo para que todo se desarrolle sin pausas.

En 1864, a sólo cinco años de la publicación de *El origen de las especies* de Darwin, un monje agustino publicó una investigación que se volvió también revolucionaria en su área, ya que explicaba al fin la forma en que los caracteres son heredados de una generación a otra. Ocho años de investigación le tomaron a Johann Gregor Mendel completar su trabajo titulado *Experimento sobre la hibridación de las plantas*, en el cual analiza más de 12 000 híbridos y 355 fecundaciones de la planta *Pisum sativum*, un tipo de guisante de crecimiento veloz con el cual pudo identificar características específicas y, por medio de polinización asistida o artificial, intentó entender cómo era que podían pasar de las plantas originales a la siguiente generación.

Gracias a la obtención de las tres leyes de Mendel se abre paso la revolución genética en la biología, pues, a partir de ahí, explicar fenómenos de la herencia se volvió más fácil. Su trabajo quedó oculto por algunos años, ya que a la Real Sociedad de Brunn para el Estudio de las Ciencias Naturales no le parecía relevante y mucho menos correcto, pero el tiempo le hizo justicia a Mendel —aunque tristemente 15 años después de su muerte— gracias a que, al iniciar el nuevo siglo, el científico Erich Correns redescubre su trabajo y le da crédito en sus publicaciones. También Hugo de Vries desarrolla la teoría de las mutaciones genéticas, y Thomas Hunt Morgan, un zoólogo estadounidense, inicia sus investigaciones con moscas de la fruta,

utilizando (o más bien dudando de) las leyes de Mendel, ya que para él la idea de que los caracteres se heredaran así no tenía tanto sentido. Para Morgan, que la evolución se diera por selección natural le parecía una idea incompleta; en cambio, consideraba más probable la teoría de mutaciones genéticas de Vries, en la que éstas son la base de la evolución, ya que no se requería selección natural ni largos periodos de tiempo, sólo aparecían nuevas características y se mantenían por generaciones sin perderse. Sin embargo, al final sus propios experimentos le darían la razón a Mendel y también a Darwin.

Para sus experimentos utilizó varias moscas *Drosophila melanogaster*, por ser pequeñas y reproducirse rápido, además de que siempre podía obtener más de algún frutero abandonado. En principio intentó generarles mutaciones hereditarias usando químicos. Al final reprodujo un macho de ojos blancos con una hembra de ojos rojos y obtuvo descendencia de ojos rojos, y cuando cruzó a varios de esta generación nueva, nació otro macho de ojos blancos. ¡La mutación estaba ligada al sexo! Gracias a estas observaciones, Morgan demostró sin querer las leyes de Mendel, además de generar una descripción de los cromosomas. Al final, las explicaciones que le faltaron a Darwin en su teoría de la selección natural, Morgan las discutió en su publicación *Una crítica de la teoría de la evolución*, sentando así las bases de la teoría genética, aunque pasarían más años y más descubrimientos antes de tener una teoría que explicara la evolución de forma más completa.

Ya para 1915 sabíamos que los cromosomas eran los que contenían el material genético, pero para ese entonces, aunque se conocía el ADN, la mayoría de biólogos creía que esta molécula sólo estaba ahí existiendo sin ninguna función, y que los genes en realidad estaban formados por proteínas. En 1933, Phoebus Levene, un investigador de Nueva York, propone que el ADN está compuesto de conjuntos de cuatro nucleótidos, pero para los pro-proteínas era ilógico que con sólo cuatro variables existieran todas las variedades de organismos vivos. En 1951, Alfred Day Hershey y Martha Chase comenzaron a realizar experimentos que podrían comprobar las hipótesis y trabajos de algunos otros investigadores anteriores a ellos, quienes habían trabajado con bacterias, pero lo hicieron con virus. Usaron virus que infectan bacterias, los llamados “bacteriófagos”. Estos tienen una

forma muy particular. Si alguna vez viste el capítulo de Jimmy Neutrón en el que Carl tiene una gripe causada por uno de los experimentos fallidos de Jimmy lo podrás visualizar, están compuestos de una capa de proteínas y por dentro tienen ADN, el objeto perfecto para poner fin al debate.

Lo que hicieron fue utilizar isótopos radiactivos que marcaran el ADN y las proteínas utilizando un elemento distinto para cada uno. Hicieron dos grupos: ya que el ADN tiene fósforo, usaron este elemento para marcar al grupo 1, mientras que para el grupo 2, el de las proteínas, usaron el azufre. No podían marcar ambos en un mismo virus porque la cosa se podía revolver feo. Después de marcarlos se expusieron a bacterias para que fueran infectadas. Los bacteriófagos o fagos hicieron su trabajo dejando entrar el ADN en la bacteria; éste se unió al ADN de la bacteria, ya que los virus al infectar células utilizan su ADN para poder obtener copias de sí mismos y así terminan infectando más y más células. Ahora bien, cuando la infección se llevó a cabo, algunas bacterias se duplicaron y dejaron que la infección se llevara a cabo hasta el final, logrando que las bacterias infectadas murieran liberando los clones del virus. En el grupo 1, donde se había marcado el ADN, los fagos nuevos estaban marcados, mientras que en el grupo 2 no había señales de la marca de azufre. ¡El ADN era el que pasaba de generación en generación, no las proteínas!

Unos años después, en 1953, se publicó un artículo que al fin le dio cara al ADN, una descripción precisa basada en una fotografía prácticamente robada. Qué coraje, la verdad, pero hablemos un poco de esto. Para cuando el misterio de la información genética ya se estaba resolviendo, James Watson y Francis Crick habían empezado a intentar desenmarañar qué forma podía tener el ADN, cómo estaba compuesta su estructura. Mientras tanto, desde 1950, Rosalind Franklin trabajaba en la obtención de imágenes por refracción de rayos X de ADN altamente purificado, al lado de Raymond Gosling, un estudiante de posdoctorado graduado, quien estaría bajo la supervisión de ella (no confundir con Ryan Gosling, alias el *Ken*) a petición de Wilkins, ya que ella tenía mucha experiencia en el tema, y siendo bastante seria en este trabajo, no le gustaba la idea de que se hicieran conjeturas sobre las estructuras del ADN sin suficiente información empírica,

pero eso era lo que Watson y Crick estaban haciendo, usando también datos que Franklin había presentado en una conferencia. En 1952, Gosling había logrado tomar la mítica Foto 51, que sería la prueba base para explicar la estructura del ADN. Esta foto se la entregó a su tutora quien, dado que aún sentía que faltaban fotografías para dar un resultado completo, la mantuvo de lado hasta que tuvo que cambiar de trabajo en otra universidad, así que todos los datos de su investigación fueron entregados a Wilkins, quien a su vez se los facilitó a Watson y Crick para que completaran su modelo. Al final estos tres recibieron el Nobel por “su descubrimiento”. Ni Gosling ni Franklin recibieron el debido crédito por su trabajo. Se vuelve aún más injusto cuando sabemos que en el artículo donde exponen el modelo sólo hacen una mención leve a ambos. Aun con eso, y ya sin ser la tutora de Gosling, le ayudó a terminar su tesis y pudieron publicar un artículo en 1954 en el que describían el ADN-A, una variable estructural del ADN que se forma según algunas condiciones del medio en el que está.

Franklin murió en 1958 luego de haber desarrollado la investigación no sólo del ADN, sino también del ARN. Watson siguió en el área de investigación genética obteniendo varios premios, además de ser nombrado jefe de investigación en 1990 en el proyecto Genoma, donde se intentó secuenciar todo el genoma humano; el proyecto se concluyó por completo apenas en 2022, pero Watson salió en 1992 básicamente por oponerse a que se permitiera tener patentes sobre secciones específicas de ADN (así como la ves); también lo cancelaron fuerte por comentarios racistas. Crick se dedicó al final a la neurociencia, dado su interés por explicar la conciencia humana, pero no pudo llegar a mucho; también se le dieron varios premios, además del Nobel; y, como Watson, fue cancelado pero por acoso. Gosling, terminando su tesis, no recibió otras oportunidades en el área de investigación, pero obtuvo trabajo como profesor en Reino Unido en la Facultad de Medicina del Guy's Hospital.

Imagina que apenas en los años cincuenta estábamos confirmando ideas sobre el funcionamiento del ADN y los genes. Mientras estoy platicándote esto, han pasado tan sólo 74 años de esta revolución genética. Fue un salto enorme en poco tiempo, como del vhs al *streaming*

para mí. Pasamos de fotografiar el ADN, a secuenciar el genoma humano, clonar ovejas y gatos, modificar el ADN según lo necesario utilizando el sistema CRISPR-Cas, vacunas de ARN mensajero, todo en menos de 75 años.

Y no hay que sorprendernos tampoco o dudar de que todo esto se logró así de rápido. Tomemos en cuenta que a mediados del 2000 un celular de alta gama tenía la grandiosa capacidad de un gigabyte de memoria, su cámara era de poderosísimos dos megapíxeles y no podías escuchar más que el radio. En 2004 teníamos el programa “Manual de supervivencia escolar de Ned”, y si nos ponemos a analizarlo bien, los graciosos avances tecnológicos que tenía Cookie, el amigo informático de Ned, se terminaron volviendo una realidad en 2024: desde los lentes que son una computadora funcional que podía conectarse a internet, una impresora de bolsillo (o trasero), una cámara integrada en los lentes, hasta grabar las clases para verlas después. Si esto es sólo en telecomunicaciones, imagina lo que seremos capaces en tecnología de la salud y genética cuando sea viable.