

El monje matemático y el biólogo evolucionista

María del Carmen Sánchez Mora

Cuando se tratan los temas de genética en clase, muchos estudiantes de biología se encuentran con la sorpresa de que les piden resolver problemas en los que aparecen algunos cálculos y, desde luego, el empleo de probabilidades. Por su parte, la mayoría de los educadores en biología coinciden en que abordar problemas de genética es una manera sumamente instructiva de comprender a fondo la genética mendeliana.

Al principio, los alumnos encuentran estos problemas muy complicados, pero a fuerza de trabajarlos se dan cuenta de que la mayoría son del mismo tipo y que el secreto para resolverlos está, más que en el manejo de las matemáticas, en la comprensión de las leyes de Mendel.

Hasta aquí se ha hablado de matemáticas, de Mendel, de genética y su enseñanza; quizá, salvo el primero, el resto de los temas desconcierte a los lectores docentes de matemáticas. La intención de estos párrafos es todavía más aventurada, porque, ante todo, se pretende hablar de Charles Darwin, el genial naturalista inglés cuya idea de la evolución a través de la selección natural cambió radicalmente la biología y cuyo aniversario número 200 de nacimiento se celebró el 12 de febrero pasado en casi todo el mundo. Una vez hecha esta aclaración, el lector podrá sentirse todavía más confundido que al principio, al punto de que sin duda en este momento se preguntará: ¿qué tienen que ver Darwin, Mendel, la genética y las matemáticas?

Intentaremos responderlo a continuación.

LA HERENCIA EN TIEMPOS DE DARWIN

Charles Darwin fue, probablemente, uno de los biólogos más importantes del siglo XIX, ya que fue el iniciador de la biología evolutiva, piedra angular de la

Fecha de recepción: 17 de marzo de 2009.

ciencia moderna. Varios historiadores de la ciencia han sugerido que los conocimientos básicos que poseía de ciertos principios de la herencia lo ayudaron a organizar el pensamiento que lo llevó a desarrollar su revolucionaria teoría de la evolución. Sin embargo, su conocimiento de lo hereditario no era más amplio que el de cualquier campesino o granjero de su época. Como hijo de un caballero terrateniente, y por haber vivido en la campiña, Darwin había observado, y tenía muy claro, que la descendencia suele parecerse a sus padres. Sabía que la progenie de los animales más pesados suele ser más pesada y que las hijas de las vacas lecheras más rendidoras también suelen producir más leche. Aun con esta elemental comprensión de la herencia, e incluso con el manejo de explicaciones equivocadas acerca de su mecanismo, Darwin fue capaz de formular una de las ideas más poderosas de la biología. El mayor problema al respecto fue que se basó en la única explicación intelectualmente respetable de su época, que era la de la herencia mezclada. Esto es, se creía que la “sangre” o las características hereditarias de ambos padres se mezclaban en los hijos como dos colores diferentes de tintas que se combinan formando un tercer color. Esta idea parecía funcionar a veces para explicar la herencia de algunas características hereditarias, como la altura o el peso, que se presentan en un continuo gradual; sin embargo, no funcionaba para comprender los resultados de muchos otros cruzamientos u observaciones en la naturaleza.

Resulta sorprendente ver hoy día cómo una creencia fuertemente arraigada ciega a sus proponentes y seguidores, incluso ante contradicciones obvias. De acuerdo con la idea de la mezcla de características, tan común en la época de Darwin, podría predecirse que la descendencia de un caballo negro cruzado con una yegua blanca sería siempre gris y que los colores originales negro y blanco de los progenitores nunca reaparecerían en la progenie sucesiva si se siguieran cruzando entre sí caballos y yeguas grises. Pero en la realidad sucede que el color de los hijos, resultado de estas cruces, no siempre es gris, sino que muchas veces surgen descendientes blancos o negros. De manera similar, se observa que si un perro *cocker* color miel se cruza con uno negro, los cachorros serán negros o miel, pero nunca de un color intermedio entre miel y negro.

Como es de suponerse, la teoría de la mezcla de “sangres” no explicaba muchos casos que se observaban en la naturaleza, pero se prefería no mencionarlos, o bien, ignorarlos. Tan débil era esta hipótesis que ni siquiera funcionaba para explicar la herencia de características continuas y graduales como la altura o el peso; porque de ser éste el mecanismo de la herencia, se observaría que, en cada nueva generación, los hijos tendrían características cada vez menos extremas

que sus padres. En otras palabras, siempre que un toro corpulento se cruzara con una vaca escuálida, los becerros serían necesariamente de talla promedio. En ese caso, el mundo estaría lleno de seres vivos de características intermedias. En la realidad, por ejemplo, en un grupo de toros que coman casi lo mismo, unos serán gruesos y otros escuálidos y, en el caso de los caballos, es posible encontrarlos de diferentes colores; de modo que los criadores expertos no siempre pueden predecir el color de los potrillos.

El desconocimiento del funcionamiento de la herencia y la debilidad de sus argumentos genéticos fueron el arma más poderosa que utilizaron los críticos más duros de Darwin para atacarlo cuando finalmente logró publicar su teoría de la selección natural. De manera que hoy consideramos correcta, señalaban que la selección natural no funcionaría basada en la idea de la herencia mezclada, porque se eliminaría la variación entre los organismos, cuando hoy sabemos que ésta es el sustrato para que actúe la selección natural y ocurra la evolución. Por más que lo intentó, Darwin no tuvo argumentos para responder a sus oponentes, y el sabio viejo y cansado, ya muy enfermo en sus últimos días, dio marcha atrás en algunas de sus ideas. En las últimas ediciones de su famoso libro *El origen de las especies*, a falta de otras explicaciones de cómo funciona el mecanismo hereditario, comenzó a dar cada vez más peso a la posibilidad de la herencia de los caracteres adquiridos, idea altamente popular y respetable en el siglo XIX y que Darwin, tiempo antes, había logrado desterrar. Dicha idea, actualmente desacreditada, postula que las características adquiridas durante la vida de un individuo (crecimiento muscular, tendencias criminales, conocimiento, etc.) podían transmitirse a la descendencia. Su defensor más conocido fue Lamarck, famoso naturalista francés de esa época, cuyos fundamentos básicos de la herencia han sido descartados por completo.

No quiere darse al lector la impresión de que Darwin fracasó, sino todo lo contrario. La parte importante de esta historia es que el pensamiento de Darwin iba por muy buen camino, pues, aun desconociendo los mecanismos de la herencia y con los escasos conocimientos que poseía al respecto, pudo solucionar problemas evolutivos sumamente complejos y, sobre todo, ofrecer la explicación más convincente de cómo ocurre la evolución. Lo más notable es que, mientras todavía se encontraba trabajando en *El origen*, llevó a cabo notables experimentos para tratar de resolver el problema de la herencia, que siempre lo intrigó. En tales experimentos, Darwin cruzó dos líneas puras de las flores llamadas “peritos” (líneas puras significa que cuando se cruzan dos individuos de una línea, los descendientes son siempre iguales, generación tras generación). Las dos

líneas diferían en un único aspecto: una tenía flores anormales (simétricamente radiales, a las que los botánicos llaman flores pelóricas) y la otra línea tenía flores normales (es decir, simétricamente bilaterales). Sobre la progenie de esta primera cruce, Darwin escribió: "Recogí dos grandes lotes de flores y ninguna era pelórica". Darwin llamó *prepotencia* a la tendencia de que, en una cruce, una característica encubra a otra, lo que hoy día conocemos como dominancia.

Esta anécdota prueba que Darwin tuvo, además, la capacidad de notar lo que el resto de los científicos dejaba en el olvido cuando no se ajustaba a la explicación de la herencia mezclada, y que el científico inglés simplemente carecía de una explicación convincente de cómo operan los mecanismos de la herencia.

EL MONJE DE BRUNN

Mientras Darwin realizaba sus experimentos con flores, del otro lado del Canal Inglés, el modesto, pero increíblemente brillante y dedicado, abad Gregor Johann Mendel (1822-1884), miembro de la orden Agustina en Brunn, Moravia (hoy parte de Checoslovaquia), también hacía historia: realizaba cruces de plantas de chícharo en el jardín del monasterio y llegó a las importantes leyes de la genética.

Darwin y Mendel llevaron a cabo exactamente los mismos experimentos. Estos dos grandes científicos, ajenos y desconocidos entre sí, obtuvieron resultados muy semejantes, pero solamente Mendel fue capaz de comprender lo que estaba sucediendo.

Hasta cierto punto, Mendel parecía desplazado de su propio siglo, pues se asemejaba a un biólogo moderno. Su primer artículo publicado fue un hito de claridad y un informe experimental modelo. Para muchos científicos, es el mejor artículo científico que se haya escrito.

Desde su juventud, Mendel empezó a estudiar hasta convertirse en un competente naturalista. Para mantenerse en aquellos años, trabajó como sustituto de un profesor de ciencia en una escuela preuniversitaria. Al ver sus notables habilidades, sus compañeros profesores le sugirieron que presentara los rigurosos exámenes de admisión para hacerse miembro del cuerpo docente de la escuela. Aunque Mendel realizó las pruebas razonablemente bien, no obtuvo el puesto, y en cambio tomó los votos religiosos.

Sorprendidos por sus habilidades, sus superiores lo enviaron en 1851 a la Universidad de Viena para cursar dos años de estudios intensivos en ciencias y

matemáticas. Allí aprendió estadística, disciplina que aún estaba en la infancia y que después le sería sumamente útil.

Cuando Mendel regresó al monasterio, comenzó con ahínco sus estudios de cruzamiento de plantas e impresionó a sus compañeros monjes por su tesón e inteligencia. Desarrolló nuevas variedades de frutas y verduras y estuvo siempre al tanto de las novedades hortícolas. Se unió a los clubes de ciencia locales y permaneció siempre activo en los asuntos de la comunidad.

Mendel partió de la observación de los efectos del cruzamiento de diferentes líneas de la planta de chícharo de jardín. Basó su investigación en una serie de experimentos muy bien planeados y en el análisis estadístico de los resultados. En aquel entonces, el uso de las matemáticas para describir problemas biológicos era un concepto totalmente nuevo. Evidentemente, los dos años que Mendel había pasado en la Universidad de Viena no habían sido en vano.

La cuidadosa planeación del trabajo de Mendel se refleja en la selección de la planta común de chícharo para realizar sus experimentos, pues ofrecía muchas ventajas por su rápida reproducción y numerosos descendientes, pero sobre todo, la posibilidad de trabajar con líneas puras. Mendel no fue el primero en experimentar con estas plantas, pero la gran diferencia con otros trabajos es que Mendel no procedió al azar, sino que escogió líneas perfectamente identificables. De sus cursos de estadística sabía que las poblaciones grandes incrementan la significancia y la validez de los resultados, y también fue capaz de aplicar el cálculo de probabilidades a dichos resultados.

Mendel ha sido considerado un biólogo-matemático, no sólo por su entrenamiento en ambos campos o por haber sido de los primeros biólogos que utilizaron el análisis estadístico en su trabajo, sino por la manera en la que llegó a sus conclusiones.

Los biólogos-matemáticos por lo general empiezan a trabajar, como todo científico, a partir de una serie de observaciones. En el caso de Mendel, la observación clave era haber notado la dominancia de una característica en la primera generación y la reaparición de la característica recesiva en alguna de las siguientes generaciones.

Después, mediante un proceso mental que implica tanto la intuición como la lógica, el biólogo-matemático construye un modelo. Éste es un sistema biológico imaginario, basado en el menor número posible de suposiciones, del cual se espera que arroje resultados numéricos de acuerdo con observaciones anteriores. Cuando esto sucede, se realizan nuevos experimentos para probar las predicciones de dicho modelo. Si los nuevos datos no concuerdan con las predicciones, se desecha

el modelo, o bien se ajusta hasta concordar con nuevas observaciones de otros experimentos. Por tanto, puede decirse que un modelo es una hipótesis biológica con predicciones matemáticas (aunque el término a menudo se aplica de manera no matemática).

Es importante subrayar que, en la ciencia, no se prueban los modelos con los datos experimentales; sólo se puede decir que los datos son congruentes con el modelo planteado. Por lo antes dicho, en realidad Mendel no probó su modelo de la segregación de las características alternativas, pero la simplicidad del modelo y la excelente concordancia con los resultados le permitieron hacer nuevas predicciones y probarlas, de modo que sus resultados muy pronto llegaron a parecerse mucho a una prueba.

Sin embargo, algunos científicos no quedaron convencidos del trabajo de Mendel, sino hasta el posterior descubrimiento de los cromosomas y la meiosis.

EL LUGAR DE MENDEL Y EL DE DARWIN EN LA HISTORIA DE LA CIENCIA

En 1865, después de siete años de experimentación, Mendel presentaba sus resultados en una reunión de la Sociedad Brunn de Ciencias Naturales. Es muy probable que su audiencia, formada por científicos locales aficionados, no haya entendido una palabra de lo que oyó. Después de un cortés aplauso, los escuchas se enfrascaron en una fuerte discusión sobre la idea en boga: la selección natural. Precisamente en esa época, Darwin se enfrentaba al enigma de la herencia.

Por su parte, el artículo donde aparecía la idea darwiniana había sido publicado el año anterior y se había distribuido ampliamente, y al igual que con la audiencia de Mendel, la idea había sido acogida en un principio con desinterés.

Mientras tanto, en algún momento, un británico-alemán incluyó un resumen del trabajo de Mendel en una enorme enciclopedia de cría de plantas; una vez más el mundo respondió con silencio. Aparentemente nadie tenía la más pálida idea de la importancia de los experimentos y análisis del monje austriaco; además, la mentalidad de 1865 todavía no estaba lista para la biología matemática del siglo xx.

En la enorme biblioteca de Darwin, que se conserva intacta, el recuento del trabajo de Mendel con los chícharos aparece en una hoja de la enciclopedia alemana de cría de plantas. Un trabajo relativamente oscuro descrito en la página adyacente está cubierto con varias anotaciones hechas con la letra de Darwin. Sin embargo, la página que describe el trabajo de Mendel está limpia, nunca fue

tocada. Es muy posible que Darwin haya visto el artículo que podría haberle explicado su arduo trabajo con los “perritos” y, sobre todo, que podría haberle aclarado la explicación de la herencia que le hacía falta para redondear su teoría de la selección natural, ahorrándose con ello años de preocupación e incertidumbre. Pero ni siquiera Darwin estaba listo para la biología matemática, y fue incapaz de captar las simples pero profundas ideas de Mendel.

Cuando Darwin reunió los resultados de sus propias cruces, probablemente no se dio cuenta de que se aproximaban a las fracciones que obtuvo Mendel; y aun si lo hubiera notado, no habría encontrado en ellas mayor significado.

Darwin abordó los problemas de una manera muy diferente a la de Mendel, pues este último no sólo fue uno de los primeros biólogos conocedores de la estadística, sino que también tuvo la capacidad de mirar pequeñas partes dentro de grandes problemas. Por su parte, el genio de Darwin estribó en la gran amplitud de sus ideas y en su habilidad de reunir aspectos aparentemente no relacionados para construir un esquema más amplio.

El caso es que el trabajo de Mendel continuó siendo ignorado hasta 1900. En ese año tres biólogos, en tres diferentes países, todos ellos tratando de trabajar las leyes de la herencia, buscaron en la literatura vieja y encontraron el artículo de Mendel.

De inmediato, los tres reconocieron su importancia. Para entonces, la ciencia había cambiado mucho y el oscuro monje, muerto hacía 16 años, se convirtió en uno de los científicos más famosos de la nueva época.

Posteriormente, en el siglo XX, la genética mendeliana se aplicó a la teoría de la selección natural, y la fama del autor de ésta, que había disminuido notablemente, ascendió a nuevas alturas. Darwin había estado siempre en lo correcto, pero le faltaba la base de la genética.

El lector sabrá que es muy fácil reconocer que algo está “muy claro” después de haber escuchado o leído una buena explicación; sin embargo, estará de acuerdo en que abrir nuevos campos conceptuales puede ser extremadamente difícil. Tanto el trabajo de Mendel como el razonamiento de Darwin son ahora tan conocidos que olvidamos la titánica labor del monje que sembró esas semillas de chícharo en el suelo cuidadosamente cultivado del jardín del monasterio y el sufrimiento de Darwin por comprender la herencia... a menos que alguien nos lo recuerde.

DATOS DE LA AUTORA

María del Carmen Sánchez Mora

Dirección General de Divulgación de la Ciencia,
Universidad Nacional Autónoma de México
masanche@universum.unam.mx