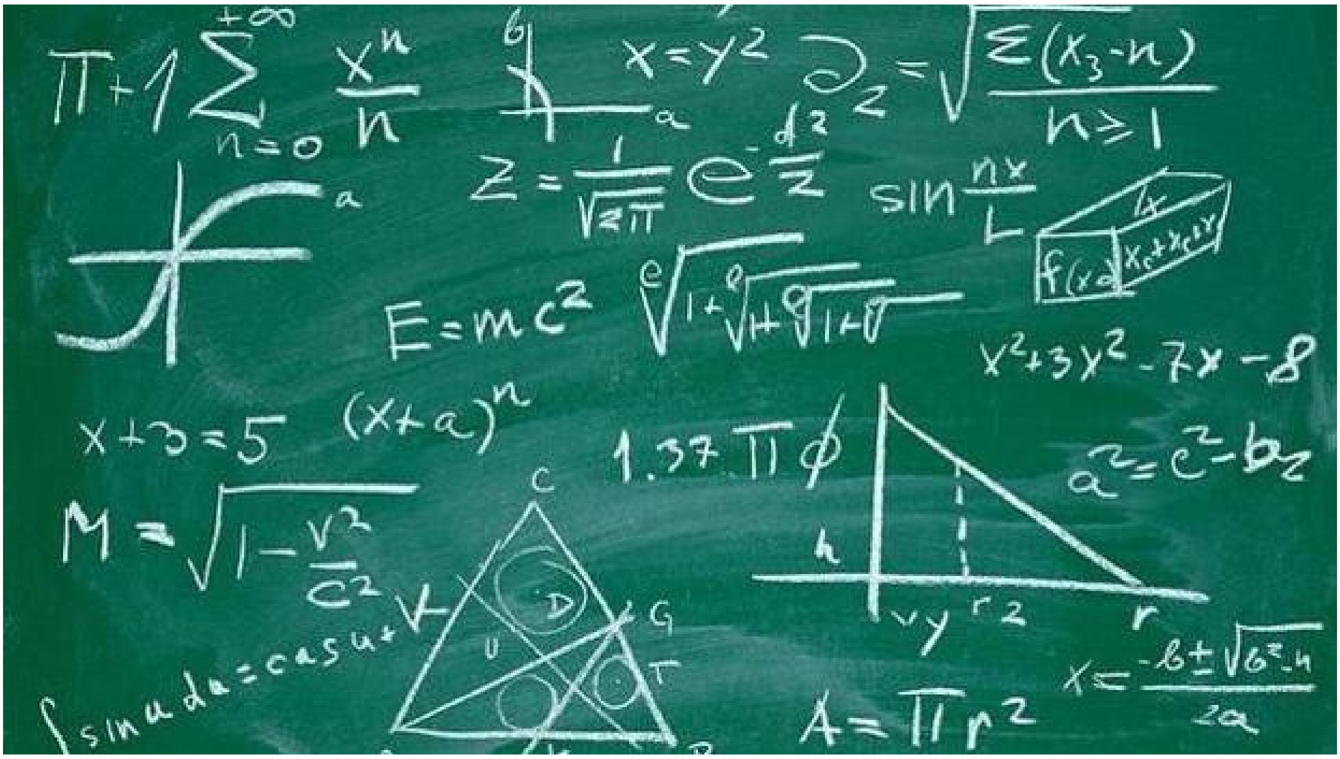
ABC, 2 de Noviembre de 2021
CIENCIA - El ABCdario de las matemáticas
Alfonso Jesús Población Sáez

A algunos les generan escalofríos, a otros, indiferencia, pero algo tendrán que, en ocasiones, además de su uso específico, se utilizan como motivo artístico, como paradigma de sensatez y seriedad, o incluso, como un completo disparate



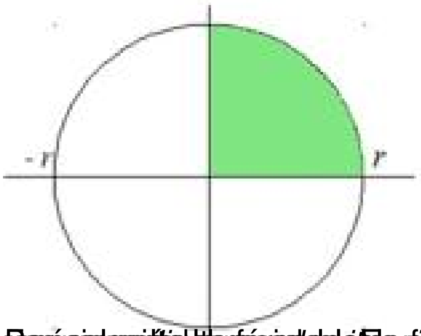
Si hay un objeto que, nada más verlo, identificamos con las matemáticas, son las fórmulas y las ecuaciones. A algunos les generan escalofríos, a otros, indiferencia, pero algo tendrán que, en ocasiones, además de su uso específico, se utilizan como motivo artístico, como paradigma de sensatez y seriedad, o incluso, como un completo disparate.

Fórmula

Fórmula es un diminutivo de la palabra latina forma, que significa figura o imagen (el diminutivo aparece, para los que recuerden algo de latín, de aplicarle el sufijo –ula, femenino de –ulus). Por tanto, fórmula vendría a significar 'pequeña forma' o 'pequeña imagen', o sea, la representación en miniatura de una situación, una regla, un método. Su primera aplicación, hacia 1630, sería para referirse a las expresiones empleadas en un ritual (la celebración de una eucaristía religiosa, por ejemplo, sigue una fórmula, un esquema concreto). Hacia 1706 se empieza a utilizar como sinónimo de receta, en 1796 es cuando aparece datado su uso matemático, en 1842 en química, y finalmente hacia 1927 en automovilismo como especificación de un determinado tipo de automóvil (fórmula 1, 2, 3 o 4). Obviamente nosotros nos restringiremos aquí a su utilización matemática. En la imagen, fórmula matemática (área del círculo) y fórmula química del ácido sulfúrico.

$A = \pi r^2$ $\qquad SO_4H_2$

En matemáticas, a esa identidad que equipara lo que aparece en cada miembro de la ecuación, se llega mediante un proceso lógico-deductivo. Así, para obtener la anterior fórmula del área del círculo, se ha resuelto una integral definida, la que corresponde al cálculo de la superficie bajo la curva que determina ese círculo (una ecuación, en este caso)



$$x^2 + y^2 = r^2$$

$$A = 2\int_{-r}^{r} \sqrt{r^2 - x^2}\,dx = 4 \int_{0}^{r} \sqrt{r^2 - x^2}\,dx = \pi r^2$$

[illegible]

¿Es lo mismo fórmula y ecuación?

Aunque en ambos casos aparecen dos miembros separados por un signo igual, no es lo mismo fórmula que ecuación. De hecho, el término ecuación (también del latín, aequatio, derivación del verbo aequare, nivelar, igualar) se utilizó mucho antes. Aunque ya **Cicerón** la emplea para referirse a una situación de igualdad entre lo adeudado y lo saldado en un crédito, no será hasta aproximadamente 1560 cuando comience a utilizarse en sentido algebraico. Como recordaremos, las ecuaciones surgen en el planteamiento de una situación, que, tras resolverse mediante una serie de reglas, nos proporciona la solución a dicha situación. También aparecen, para describir un objeto, como en el caso anterior de la circunferencia. Por definición la circunferencia es el lugar geométrico de todos los puntos que equidistan (están a la misma distancia) de uno fijo, llamado centro. Si colocamos el centro en el punto de coordenadas (0, 0), y buscamos una expresión para todos esos puntos (x, y), teniendo en cuenta cómo se calcula la distancia euclidea entre dos puntos, se tiene que

$$d((x, y), (0, 0)) = \sqrt{(x-0)^2 + (y-0)^2} = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Si esa distancia es r (el radio de la circunferencia), igualando ambas expresiones, tenemos que

$$\sqrt{x^2 + y^2} = r$$

Como con la raíz cuadrada (y todas las raíces de cualquier índice) se trabaja bastante mal, si elevamos ambos miembros al cuadrado, llegamos a la ecuación descrita anteriormente.

$$x^2 + y^2 = r^2$$

Obsérvese que esta expresión la cumplen todos los puntos (x, y) que conforman la circunferencia. No es una expresión que nos de un valor concreto al sustituir las letras, sino que nos informa de si un punto (x, y) está o no en esa circunferencia (el (2, 3) no está en la circunferencia de radio 5 porque 2^2+3^2 = 13 ≠ 5^2 = 25; sin embargo, el (5, 0), el (0, 5), el (3, 4), sí que están, porque verifican la igualdad). Es, por tanto, una ecuación, no una fórmula. Aunque efectuando operaciones (una integral definida, por ejemplo), a partir de una ecuación, podemos llegar a una fórmula (la del área del círculo anteriormente).

En ocasiones, es posible componer fórmulas que nos informen de algo que queramos medir. Por ejemplo, deseamos valorar un trabajo de un alumno, diferenciando aspectos como la calidad del trabajo (CT), la documentación utilizada (D) y la presentación (P), entonces es clara la fórmula a emplear, que podría ser NOTA = 0.65 CT + 0.2 D + 0.15 P, y sabemos que es correcta porque 0.65 + 0.2 + 0.15 = 1.

Fórmulas discutibles

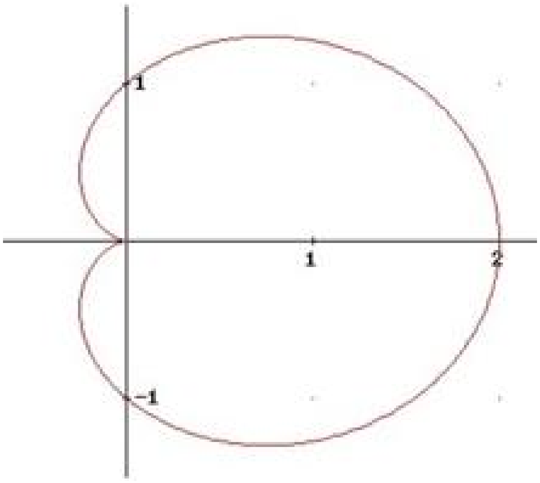
Pero en ocasiones, se tratan de medir o valorar ítems un tanto 'escurridizos'. Se puede tomar como referencia casos concretos conocidos, pero por muchos que se tomen, no dejarán de ser una aproximación, y puede que aparezcan situaciones no contempladas que nos lleven a respuestas disparatadas. Por ejemplo, en 1961, el astrónomo Frank Drake, uno de los pioneros en el proyecto SETI (búsqueda de vida inteligente extraterrestre) elaboró una fórmula para estimar la cantidad de civilizaciones inteligentes que pueden existir en nuestra galaxia:

$$N = R^* \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L$$

En este enlace encontrarán el significado de cada uno de esos factores, y los sucesivos 'inconvenientes' que se han ido descubriendo en dicha fórmula, por mucho que aparentemente fuera considerada inicialmente como plausible aproximación. Bajo mi punto de vista (no experto en astronomía), una fórmula así falla no sólo por su simplicidad (aunque esa característica siempre vende mucho), sino porque muchos de sus factores son un tanto 'subjetivos'.

Pero puestos a formular, podemos atrevernos con asuntos al parecer, de mayor interés popular, como descubrir la fórmula del amor. Y no han habido pocas propuestas (en definitiva, que no han encontrado por el momento nada satisfactorio, normal por otro lado. Ese intento de medir y matematizar absolutamente todo, se sale fuera de toda lógica, no sólo matemática sino de sentido común, pero ese es otro asunto del que podemos hablar en otra ocasión). Una primera y simpática aproximación la encontramos en la representación gráfica de un corazón (símbolo universal del amor). Ya en los estudios de matemáticas, cuando se introducen las coordenadas polares, nos encontramos con la cardioide, de ecuación

$\rho = a(1 + \cos \theta)$



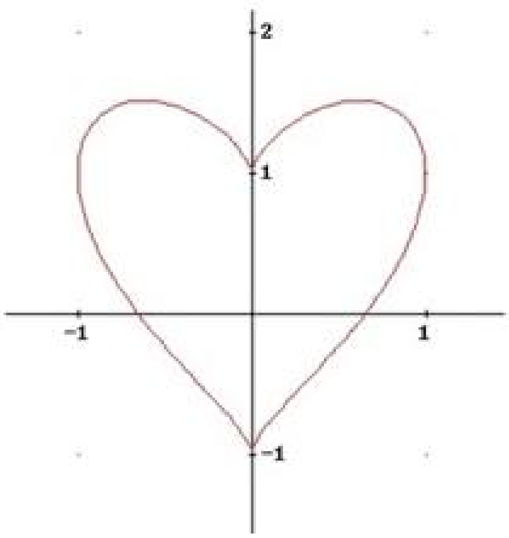
La denominación (por su parecido a un corazón) e introducción de esta curva se atribuye al matemático italiano **Giovanni Salvemini di Castiglione** en 1741. La cardioide es una curva simple cerrada descrita por un punto de una circunferencia que, sin deslizarse, rueda alrededor de otra circunferencia de igual radio. Es por tanto un tipo de epicicloide, la más sencilla. Y un caso especial de caracol de Pascal, (curva dedicada a **Etienne Pascal**, padre del célebre filósofo y matemático francés **Blaise Pascal**, en cuyo caso hablaríamos de 1636; pero **Durero** también la dibujó, en cuyo caso nos remontamos a principios de 1500, …, en fin, con el nombre de cardioide es en 1741). Su representación en coordenadas cartesianas es mucho más complicada, como pueden comprobar:

$$(x^2 + y^2 - 2ax)^2 = 4a^2(x^2 + y^2)$$

comentario que siempre hago a los alumnos cuando se quejan de la razón por la que hay coordenadas cartesianas, coordenadas paramétricas, coordenadas polares, etc. Y no es por complicar la vida, sino todo lo contrario, para que resulte más sencillo trabajar con su expresión (y lo de trabajar con ella, se refiere no sólo a hacer el 'dibujito', sino a derivarla, integrarla, o lo que se tercie; para ello cuanto más sencilla sea la expresión, es fácil entender que mejor).

Se puede 'mejorar' la forma del corazón, pero otros han preferido acercarse a ello variando un poco la ecuación de la circunferencia vista arriba:

$$x^2 + (y - \sqrt[3]{x^2}\ )^2 = 1$$



Como acercamiento al símbolo del amor, pasable, pero no han faltado quienes han querido describir ese sentimiento de un modo más preciso. Aprovecho para recordar una historia relacionada con **Paul Dirac** (1902 – 1984), premio Nobel en Física en 1933. En 1928, siendo Dirac aún un estudiante en Cambridge, compuso la siguiente ecuación:

$$(\partial + m) = \psi$$

Esta fórmula explica el fenómeno del entrelazamiento cuántico, que en cierto sentido se puede interpretar como lo que sucede en el amor. Cuando dos personas se conocen y se aman, se vuelven una. En términos físicos (en los que fue compuesta), si dos sistemas interactúan entre sí durante un cierto período de tiempo y luego se separan, ya no se pueden definir como dos sistemas distintos, sino que se convierten en un solo sistema.

Sin embargo, cuando las cosas se extrapolan, dejan de funcionar. La ecuación de Dirac describe el comportamiento de partículas microscópicas (como los electrones) cuando se mueven cercanos a la velocidad de la luz, y obviamente, los seres humanos no estamos en esa dinámica (es más, algunos somos muy patosos en las lides de las que hablamos). Además, la ecuación correctamente formulada es así:

$$(i\,\partial + m) = \psi$$

siendo m la masa, ∂ la derivada (de unas variables que se obvian por simplicidad; la ecuación es una simplificación de un sistema de cuatro ecuaciones), e i la unidad imaginaria. Por otro lado, la ecuación es válida solo para una partícula libre de moverse en el espacio, sin interactuar con otros campos o partículas (y en el amor, eso tampoco ocurre, ¿o no?).

Pero como nunca falta un roto para un descosido, ni faltan quienes 'mejoren' las cosas. Hace unos años (en 2014) apareció en varios periódicos que MSN (Microsoft Netword, un portal de servicios de internet de Microsoft) había deducido la MSN Spring Love Formula, gracias al trabajo de matemáticos, psicólogos y otros muchos expertos contratados para ello. Gracias a esa fórmula se puede determinar la duración estimada de una relación heterosexual en base una serie de variables que explorarían la compatibilidad y los objetivos mutuos de la pareja, y nos daría pistas sobre los rasgos que deberíamos buscar en el compañero. Este es el 'bicho' que publicaron:

$$L = 8 + .5Y - .2P + .9Hm + .3Mf + J - .3G - .5(Sm - Sf)2 + I + 1.5C$$

Empezaremos escribiéndola correctamente (los editores matemáticos de los periódicos y demás medios de comunicación, lo siento, pero es así, dejan bastante que desear, y no colocan potencias, subíndices, etc.)

$$L = 8 + .5Y - .2P + .9H_m + .3M_f + J - .3G - .5(S_m - S_f)^2 + I + 1.5C$$

El significado de cada variable es el siguiente: L (love) sería la duración prevista en años para la relación; Y (years), los años que la pareja lleva conociéndose antes de comenzar una relación seria; P (previous), el número de parejas anteriores que suman las dos personas; Hm (Honesty male), la importancia que el hombre atribuye a la honestidad en la relación; Mf (Money female), la importancia que la mujer atribuye al dinero en la relación; J (joy), la importancia que ambos miembros de la pareja dan al sentido del humor; G (good looking), la importancia que ambos miembros de la pareja dan al aspecto físico; Sm y Sf (sex male, sex female, respectivamente), la importancia que el chico (m) y la chica (f) dan al sexo; I (in-law), la importancia que da la pareja a las relaciones con los familiares; C (Children), la importancia que da la pareja a tener niños.

A la hora de decidir estas variables (algunas como Hm y Mf, llaman bastante la atención porque pueden 'herir sensibilidades'), estos 'expertos' encuestaron a 2000 hombres y mujeres hasta decidir esos ingredientes clave. Salvo para Y y P que son valores objetivos, los demás (los que hablan de la importancia que se da a algo) deben introducirse de 1 (no es importante en absoluto) a 5 (es muy importante). En aquellas que sean relativas a los dos, sus valores se suman.

Si los miembros de la pareja son del mismo sexo, la fórmula es diferente (¡¡cómo afina el personal!!):

$$L = 8 + .5Y - .2P + 2J - .3G - .5(S_1 - S_2)^2 - I + 1.5C$$

donde S1 y S2 es la importancia que da cada miembro de la pareja al sexo (está claro que el cuadrado es para que no influya el orden en el que introducimos los datos, aunque, ¿por qué no un valor absoluto?). Si comparamos, la fórmula es la misma, salvo que han prescindido de las 'cuestionables' variables Hm y Mf, y han doblado la J, la importancia al sentido del humor. ¿Debemos entender que las parejas heterosexuales duran menos porque somos más "aburridos"? ¿O que para que las parejas homosexuales duren más tiempo hay que doblar el sentido del humor? En fin, que cada sumando admite distintas 'interpretaciones' (lo cual, obviamente, dista mucho de lo que son las matemáticas y para lo que sirven; saquen conclusiones de lo que quiero decir).

Entre las conclusiones del estudio que llevó a esta fórmula 'magistral' (o sea las 2000 encuestas) destacaba que el número ideal de relaciones previas para que tu relación actual sea duradera es de 5 (esto opinaba un 25% de hombres y mujeres, aunque uno de cada cinco hombres (20%) sostenía que él debería ser la PRIMERA pareja de su mujer ideal). Las demás no eran demasiado novedosas: las mujeres valoran mucho la inteligencia en la pareja, mientras que los hombres son más propensos a buscar una buena apariencia; que los hombres que creen que el sexo es importante para una relación feliz y duradera son el doble que las mujeres (26% frente a 13%); que las parejas más duraderas son las que más se comunican y se comprometen en los quehaceres diarios; … En definitiva, cuando vean una fórmula o una ecuación, sean igual de críticos que con cualquier otra cosa en la vida, porque las hay también muy inútiles.

[illegible] *Real Sociedad* [illegible] *Matemática Española (RSME)* [illegible]