LA SOLUCIÓN DE JERÓNIMO CARDANO
ASPECTOS DE LAS MATEMÁTICAS EN EL RENACIMIENTO

Ensayo Semestral

Kurt Wischin
Historia de la Filosofía IV
Mtro. Antonio Arvizú
Licenciatura de Filosofía, 4° semestre
Facultad de Filosofía, UAQ

1. Preámbulo

Entre la enorme cantidad de cambios que se dieron en la Europa Occidental durante la transición de la sociedad medieval a la renacentista, el repentino despertar del interés por las matemáticas es sólo una de las facetas que fue a la vez motor, soporte y resultado de las transformaciones. Una de las figuras más notables entre los muchos matemáticos de esta época es el multifacético Girolamo Cardano de Pavia, pero sus logros son relativamente poco conocidos en términos generales, y mucho de lo que se sabe de él se debe a malentendidos, en su mayor parte debido a proyecciones a partir de la situación nuestra. Trataré de contribuir a que esta situación mejore.

Entre mis propósitos, al seleccionar el tema del presente ensayo, figuraba entre otras también obtener una idea más clara sobre el concepto de número que hubiesen tenido los hombres renacentistas como Fibonacci, Cardano y Tartaglia. Este objetivo resultó ser evasivo por carecer yo de los conocimientos previos mínimos en la materia, por no tener acceso oportuno a fuentes primarias pero también porque es un tema que sigue siendo bastante oscuro y poco comprendido para los propios estudiosos de las matemáticas y de la filosofía de las matemáticas[1].

[1] Cf., a guisa de ejemplo, Bell (1985), p. 72: "En esas dos últimas ampliaciones [números negativos en el siglo XVII –¡'pero sin una comprensión matemática'! – y el dominio de los números complejos cerca de 1800] no había cambiado la metodología de generalización y de

Agradezco a Jorge Roaro haberme conseguido el libro de Girolamo Cardano en uno se sus safaris bibliográficos al Distrito Federal y al Dr. José Luís Rolleri el préstamo de los libros de la historia de las matemáticas y de filosofía y ciencia, todos ellos citados en la bibliografía al final del trabajo.

2. Datos biográficos[2]

Jerónimo (Gerolamo, Girolamo o Jerome) Cardano nació en 1501 en Pavia, Italia y falleció en Roma en 1576. Llevó una vida llena de drama y tragedia. Es un típico pensador renacentista y como filósofo relativamente desconocido; pero es un héroe para los historiadores de la ingeniería mecánica y para los matemáticos es la figura que más sobresale entre Leonardo de Pisa, mejor conocido como Fibonacci (~1175 - 1250) e Isaac Newton (1642-1727).

Cardano era hijo ilegítimo de un abogado adicto al juego y perdió su padre muy joven al ser este matado durante una partida de baraja al descubrirse que hacía trampa. Parece que el propio Jerónimo heredó el gusto por el juego, pues financió sus estudios de medicina en la universidad de Pavia jugando a los dados y otros juegos de azar. Para mejorar las probabilidades de ganar llamó en su ayuda a las matemáticas; fue el primero en desarrollar una aplicación de las matemáticas a la teoría de la probabilidad, que asentó en su primer libro, publicado a los 23 años, *Liber de Ludo Aleae*. Pero no solo los jugadores buscaron

---

consecuencia interna que servía de base desde el siglo IV a.c. Los griegos parecen haberse guiado por un tacto matemático subconsciente." Es decir, la mente despertó poco a poco a la verdadera comprensión de las matemáticas, hasta llegar a su plena conciencia en las matemáticas moderna. O, en Geymonat (1985), p. 256, acerca de los números imaginarios: "... hoy sabemos que, efectivamente, esas raíces no existen en el campo de los números reales, sino sólo en el de los números complejos." Extraño saber. Yo, en contraste, creo con Wittgenstein, si mi lectura de él es correcta, que las reglas y los conceptos de las matemáticas modernas son el resultado de nuestra práctica matemática y bien podían ser diferentes – en el marco que permiten nuestras otras prácticas – por ejemplo al usar una simbología diferente. Véase más adelante los breves comentarios sobre la simbología usada por Cardano.

[2] Este capítulo es un resumen de la información extraída de varios de los textos referidos en la bibliografía, pero sigue en sus mayores características el relato benévolo de Penrose (1995), p. 249 ss. y Ashworth (1999); hago referencia explícita sólo en casos donde alguna información obtenida se desvía notoriamente de las demás fuentes.

de tomar ventaja de los descubrimientos de Cardano; había un negocio más serio en esto: los bancos requerían de un método para calcular el riesgo de sus inversiones – los tiempos eran bastante inseguros para el comercio de larga distancia.

Cardano se graduó como médico en 1526 y abrió un consultorio en Milano que quebró en varias ocasiones; intentó cambiar su situación financiera con la publicación de varios tratados de medicina sobre enfermedades venéreas (su hija era una prostituta y murió de sífilis), tuberculosis y dolor de muelas. Escribió un tratado sobre la relación entre las enfermedades y el color de la urina (el libro está perdido); en total publicó durante toda su vida 131 libros, incluyendo una biografía de la Virgen, libros sobre algebra y astrología.

Diseñó métodos médicos para sus pacientes ricos (algunos nos parecieran seguramente bastante dudosos el día de hoy) y se hizo eventualmente famoso; lo suficiente, para que el arzobispo Hamilton de escocia lo llamaría a Edinburgo. Cardano le diagnosticó una alergia contra plumas y el arzobispo se curó al cambiar sus colchones y de pasadita volvió rico a Cardano.

Cardano también trabajó como astrólogo profesional, pero (según algunos comentaristas) él mismo no parece haber tenido bastante confianza en sus predicciones. Le predijo larga vida y futuro brillante a Eduardo VI de Inglaterra, quien desafortunadamente había fallecido para cuando se publicó su horóscopo. La explicación que dio el propio Cardano sobre el asunto parece provenir del campo de las contradicciones ocasionales entre una verdad científica y las realidades más duras de la vida política y diplomática. Se reporta también que haya escrito un horóscopo de Jesucristo e incluso que éste haya sido materia de la acusación ante la Santa Inquisición[3]. Tartaglia no pudo haber

[3] Geymonat (1985), p. 126 "Este ingenioso algebrista tiene también renombre como astrólogo, cuya obra maestra en este aspecto es el horóscopo de Cristo." Desafortunadamente no cita su fuente; en Collette (1986), p. 267 parece como fuente el historiador francés Jacques de Thou

estado involucrado de manera directa en el asunto, dado que murió en 1557.

Su fama como matemático se deriva de su descubrimiento de los números imaginarios; hay, sin embargo, acusaciones de que se trata de un plagio en perjuicio de su amigo Tartaglia de Venecia. El odio de este eventualmente le causó una acusación ante la Inquisición y su encarcelamiento. La naturaleza de su descubrimiento será el objeto principal del presente ensayo.

La mujer de Cardano murió en 1546 y cada uno de sus hijos prolongó la cadena de tragedias que proyectaron su sombra sobre la vida del pensador renacentista; ya mencioné su hija. Su hijo mayor Giovanni envenenó en 1560 a su esposa por haberle engañado y fue ejecutado a pesar de todos los esfuerzos del padre de salvar su vida; el intento le costó gran parte de su reputación como médico. Su segundo hijo Aldo se alió con Tartaglia y la Inquisición para finalmente lograr el encarcelamiento de su padre en 1570; a cambio le dieron empleo como verdugo y torturador. Al poco tiempo de su encarcelamiento su viejo amigo, el arzobispo Hamilton, intervino con el Papa a su favor y Cardano salió de la prisión en 1571, pero su reputación estaba arruinada, ya no tenía pacientes y murió en pobreza total 4 años más tarde[4]

Refiere el propio Cardano al respecto el dicho: ἀλλῶν ἰατρὸς αὐτὸ ἕλκεσι βρύων (médico de los otros, plagado por llagas).

> ¿De qué te valió ese talento tuyo? ¿Quién fue más desgraciado con sus hijos? Uno se te murió de mala manera y el otro ni deja que lo gobiernen y sabe gobernarse. [...] La fortuna nos atacó con tanta furia como esfuerzo y prudencia pusimos en salirle al paso, y ella a la postre, como vencida y de manos caídas, atacó a mis hijos, cuando no sólo ellos estaban desprevenidos sino que tampoco yo sospechaba nada, y los perdió,

(1715), ofreciendo el siguiente comentario de este: "Pero cayó en una gran locura y en una horrible impiedad cuando se le ocurrió someter a las leyes quiméricas de los astros al verdadero Señor de éstos, haciendo el horóscopo de nuestro Salvador Jesucristo." Siguiendo este razonamiento hubiera sido igual de impío afirmar que nuestro Salvador estaba sujeto a las leyes de gravedad; evidentemente, si la astrología es una ciencia, nada habla en contra de mostrar su compatibilidad con los acontecimientos reportados (la Biblia en ningún lado dice que Jesús flotaba en la cruz).

[4] según Collette (1986), sin embargo, recibió una pensión del Papa y murió al negarse a comer para cumplir la fecha de su muerte pronosticada por él mismo.

> ... [...] Es verdad que aquel que murió era estupendo y que pagó el castigo de su estupidez y de las antipatías que despertaba su padre.[5]

Cardano era uno de los primeros pensadores en redactar una autobiografía que provocó críticas cáusticas de sus contemporáneos por sospechar presunción.

3. La filosofía de Jerónimo Cardano

Copleston[6] reporta que Cardano era adherente a una doctrina hilozoísta; esto no es sorprendente, pues era la visión dominante entre los estudiosos de la época. Para los primeros exploradores del mundo que usaron observación y experimento en lugar de pura exploración especulación metafísica aún era inconcebible una explicación mediante leyes naturales autosuficientes, como la suponemos hoy en día sin siquiera darnos cuenta. "Los hombres del renacimiento [...] [p]artían de la identificación de vida y espíritu por un lado, de vida y movimiento por el otro"[7] lo que tenía como consecuencia que todo lo que se movía tenía que estar animado, es decir, tener alma.

En detalle, Copleston describe las creencias filosóficas de Cardano en estos términos: hay una materia original indeterminada que llena todo el espacio y un principio productor y de movimiento que se manifiesta en el mundo empírico como calor o luz. Lo objetos empíricos, que son todos animados en algún grado, son producidas por la acción del alma del mundo en la materia y hay entre ellos relaciones de simpatía y antipatía; los astros influyen directamente en la vida terrenal – de ahí su enorme afición a la astrología.

En el hombre actúa un principio racional inmortal, *mens*, que entra temporalmente en relación con el alma mortal y el cuerpo. Dios creó una cantidad determinada de estas *mentes* inmortales que continúan en el mundo vía la metempsícosis.

---

[5] Cardano (2002), p. 103 s.
[6] Copleston (1971), p. 241 s.
[7] Geymonat (1985), p. 251

Según Cardano, Dios no creó el mundo por un acto de libre voluntad, pues entonces no habría razón o fundamento para la creación. El cree en una Naturaleza como un Todo gobernado por leyes. "Dios ha sometido a los cuerpos celestes, y a los cuerpos en general, a leyes matemáticas ... la posesión de conocimiento matemático es una forma de verdadera sabiduría."[8]

De la comprensión de la naturaleza como un sistema causal gobernado por leyes (unida al hylezoismo dominante de la época y por lo mismo algo difícil de retrazar para nosotros) se deriva la fe en el poder de la magia mediante el uso de la palabra. Igual como el hylezoismo de Cardano, compartía también la fe en la magia y la astrología con los demás doctos de la ciencia aún embrional: Paracelso (1493 – 1541), Fracastoro (1483 – 1533), Giambattista della Porta (1540 – 1615, autor de *Magia Naturalis*, tratado del tema en veinte tomos) eran las grandes mentes admiradas de la época. El hecho que *De revolutionibus orbium coelestium* se haya publicado en 1543 con Copérnico ya en su lecho de muerte, no debe darnos la impresión que los hombres cultos de la época ya hayan aceptado el razonamiento científico moderno.

4. La obra de Cardano

Trataremos ahora de darnos una idea de la amplitud de los intereses de Cardano a través de su obra publicada. Reproduciré aquí, con esta finalidad, un extracto de los índices de algunos de sus libros y de lo que comenta el autor al respecto. Francisco Socas nos caracteriza el autor del "libro sobre mis libros" de esta manera:

> Fue Girolamo Cardano lector omnívoro y hacedor incansable de textos. Se levantó en vida un descomunal mausoleo de palabras donde no hay tema que falte. ... Así, en cierta ocasión, moviéndose entre el interés humanístico por el acceso a nuevos manuscritos y el gusto por las ciencias misteriosas y arcanas, Cardano nos comunica entusiasmado que en la biblioteca de don Diego Hurtado de Mendoza, embajador de Carlos V en Venecia, hay códices griegos raros y valiosos que encierran saberes

[8] Copleston (1971), p. 242

> desconocidos (“nondum vulgati”)[9]

Para dar una idea de lo vasto de los intereses de Cardano, reproduzco a continuación una tabla de temas y libros sobre ellos (el número entre paréntesis da la cantidad de libros publicados, la columna a la derecha la totalidad de libros y hojas)[10]:

Matemáticos: *Elementa geométrica (*15*), aritmética* (5)*, música* (5) *(!)*	25	680
Naturales: *de natura* (5)*, supernaturalia* (2)*, de arcanis aeternitatis* (7)*, de fato* (4), *de subtilitate* (21), *de rerum varietate* (17), *de animi immortalitate* (1)*, de gemmis et coloribus* (1)	58	1002*
Morales: *Moralia* (3), *Tetis* (1), *de sapientia* (5), *praecepta ad filios* (1), *de summo bono* (1), *de consolatione* (3), *de utilitate ex adversis capienda* (4), *de minimis et propinquis* (1), *guglielmus* (1)	20	365*
Divinos: *Theognoston* (5), *Hymnus* (1)	6	205
Adivinatorios: *Commentaria in Ptolemaeum* (4), *De iudiciis* (10), *Metoposcopia* (13), *De somniis* (4)	31	750
Introductorios: *Dialectica* (1), *De secretis primus* (1), *de libris propiis*(1), *de uno* (1)	4	125
De medicina: *Commentaria in Hippocratem* (100), *Commentaria in Mundinum*(1), *De urinis* (4), *Ars medendi parva* (1), *De sanitate tuenda* (4), *Floridorum* (1), *Contradicentium medicorum* (8), *De aqua et aethere* (1), *De indico morbo* (8), *De experimentis* (1), *De morbis compositis* (1), *De malo medendi usu* (1), *Quod nullum simplex*(1)	32	3107
De género diverso e inclasifable: *De ludis* (1), *De nodis* (1), *Tabulae* (3), *De secretis quartus* (1), *Problemata* (10), *Paralipomena* (no determinado)	16	320*
Prescripciones para el asma, la lepra, las hemorragias, los padecimientos del vientre, la sordera		
Apologías contra un médico de Tesalia, contra Julio César Escalígero[11]		
Encomios de la medicina, de la geometría, de Nerón, de la gota		
Lista de escritos no publicables y cartas		~ 1100

* conteo de hojas/libros incompleto

Cardano no sufría exactamente de un complejo de inferioridad. Cito lo que dice acerca de algunos de sus detractores, y en particular de Tartaglia:

> Y éstos son autores de poca monta excepto Brodeau, que obrando así quiso hacerse un nombre y en realidad no sabe qué criticarme. Gaurico me discute la división de casas [cuestión de astrología] sin entender lo que quiero decir (en defensa de esa división llegó a escribirme Antonio Alfasiano el senador). Borrell es un tonto de remate y necesita una purga de cerebro. Duni, para buscar fama, cuando asistía a mis clases, publicó una carta mía. Ingrassia ni en la crítica ni en nada sabe bien lo que dice: mejor le hubiera ido si no hubiera escrito nada en absoluto [...] Tartaglia ... quiso ... persistir en su locura, como cuco que vive del trabajo ajeno y salteador profesional de los libros ajenos. Fue tan descarado, que aquello que yo había publicado cuatro años antes sobre

[9] Cardano (2002), p.9

[10] Fuente: Cardano (2002) p. 134 s.

[11] un enemigo duro de Cardano

> un procedimiento para sacar a flote barcos hundidos, él se lo apropió y en un librillo que publicó, sin entender del todo la cosa ni mencionar mi nombre, dio el invento como suyo, excusándose con que a la sazón era él quien lo divulgaba en nuestra lengua materna italiana.[12]

La disputa entre Cardano y Tartaglia parece haber sido más compleja de lo que harían pensar los escuetos comentarios sobre el pleito de quién en realidad haya descubierto primeramente la solución a las ecuaciones terciarias.

Los diez libros de *Problemata* (publicados a los 49 años de Cardano, según nos dice), para dar un ejemplo, trataban de estos temas:

I los seres inanimados[13]
II los seres animados
III las costumbres
IV las religiones en general
V la religión cristiana
VI la religión judía
VII la religión mahometana e idolátrica
VIII del Estado
IX de las sucesiones
X de los desastres

Finalmente, *De urinis*, dividida en cuatro libros trata de lo siguiente:

I los tipos de orina y sus causas
II síntomas extraídos sin más de las causas
III los síntomas a partir de la cualidad de las enfermedades
IV los indicios de las especies compuestas, además de aquellos extremos que no hacen al caso y otros, considerados increíbles, que de tal conocimiento se derivan.

El libro *Mis libros* contiene un extenso tratado lleno de consejos prácticos para la escritura y recomendaciones sobre la manera de componer libros.

5. La situación de las matemáticas en el Renacimiento

Antes de la caída de Constantinopla en 1453 , los matemáticos en la Europa bajo la influencia de la Iglesia Romana no había tenido acceso a la literatura griega que documentaba las investigaciones matemáticas de Euclides, Arquímedes, Apolonio, etc., y en la manera que tuvieran acceso no las entendían. Prefirieron leer las traducciones al latín de las obras sobre álgebra y aritmética de al-Jwarizmi. El flujo de refugiados iba dar un nuevo impulso a la investigación

[12] Cardano (2002), p. 146 s.
[13] esto nos hace pensar en un hylezoismo más sofisticado de lo que nos reporte Copleston

matemática en Italia y Alemania.

El matemático alemán, originario de Königsberg (por lo que en habla español lleva el sobrenombre Regiomontano) Johan Müller (1436 – 1476), además de matemático era un empresario notable con su propia imprenta y observatorio en la ciudad de Nuremberg. Para el mundo matemático muy desafortunadamente, el Papa Sixto IV lo llamó a reformar el calendario, pero murió misteriosamente poco después de su arribo en Roma, robando así a Europa de las traducciones al latín y la difusión de las mayores obras griegas sobre las matemáticas que estaba en los planos del joven genio, lo que retrasó considerablemente el desarrollo de esta ciencia.

Sea como sea, los eventos requerían de mejores métodos matemáticos:

> Mejoras radicales en el arte de la guerra [la invención de la pólvora en el siglo XIV] subsiguientes a esta tan apreciada consecuencia de la alquimia habían de hacer necesarias matemáticas puras muy refinadas, y dinámica superior para el cálculo preciso de las trayectorias[14].

Este desarrollo llevó a las matemáticas no menos lejos que los proyectiles que se intentaban controlar, como los misiles intercontinentales con cabezas nucleares de hoy en día; pero no solo eso. También la navegación requería de herramientas nuevas para volver los viajes una experiencia repetible:

> El estímulo para esos determinados progresos [la mecánica celeste de Laplace, entre otros trabajos fundamentales para las matemáticas modernas], que se originó con los viajes de Colón y de otros, estaba repartido por igual entre la exploración, la ocupación de tierras, el comercio y la lucha brutal por la supremacía marítima.[15]

El establecimiento y el éxito de las grandes universidades presionaron hacia cada vez mayor producción de manuscritos, que finalmente resultó en la invención de la imprenta[16]. Esta a su vez eventualmente estimuló el uso de un

---

[14] Bell (1986), p. 119; importantes adelantos en la balística se deben a Tartaglia

[15] ibid. p. 120

[16] esta misma presión del mercado produjo todavía una producción masiva de manuscritos, mediante la contratación de cientos de escribanos, cuando ya existía la imprenta. Eventualmente y con los años se hizo evidente que éste método no era capaz de competir con la producción mecánica de libros. Lo que debe quedar claro es que desde el principio era el

lenguaje simbólico uniforme para las matemáticas meramente por cuestiones de eficacia y economía. Y este desarrollo finalmente preparó el terreno para los explosivos avances de los conceptos matemáticos de los siguientes siglos, como veremos ahora.

6. La solución de Cardano

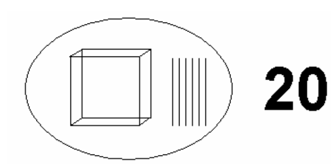
De acuerdo a Bell[17] ni los griegos ni los árabes, ni tampoco los matemáticos renacentistas tenían una buena noción del poder de generalización inherente en las matemáticas; tenían que resolver los problemas matemáticos "uno por uno" y esto se expresara en un simbolismo deficiente o inexistente, en comparación con el lenguaje matemático moderno. Así, por ejemplo,

$$x^3 + 6x = 20$$

qué tiene para nosotros la forma general "$x^3 + px = q$", Cardano lo anotaba así (traducido al español:)

"Sea el cubo y seis veces el lado igual a 20"

Si nos recordamos de la manera en que Sócrates convence al esclavo en el diálogo *Menon* de cómo calcular el doble de un área, se me antoja que Cardano tenía en mente algo así



donde las líneas eran todos de igual longitud y se tratara de determinar cual era ésta, si todo junto era 20; no hay que olvidar que el *álgebra* es la ciencia dedicada a hallar la incógnita. No me imagino cómo los hombres de la antigüedad y del renacimiento lograran razonar matemáticamente con semejante verbalización de conceptos, carentes de generalidad y abstracción. Lo que no me puedo

mercado de lectores comunes, el que era determinante para la producción de libros, y no los requerimientos especializados de unos cuantos intelectuales [Cf. Collette (1986) , p. 253 s.]

[17] Cf. Bell (1985), p. 132 ss.

imaginar tampoco es qué habría pensado Cardano qué representara 20 (los números arábigos ya eran de uso común entre los matemáticos al menos desde el *Liber abaci* (1202) de Fibonacci) si es que pensó que representaba algo.

Sea esto como sea, hay una pregunta todavía más apremiante. Una de las dificultades en esta época era que los números negativos aún no contaban entre lo matemáticamente aceptable. Aún así, Cardano se dio cuenta que en algunos casos no era posible resolver la ecuación cúbica, a menos que se aceptaran como resultados intermedios las raíces cuadradas de números negativos. Ashworth describe la situación así:

> Preguntas como estas fueron descubiertas con frecuencia por los matemáticos renacentistas. Las soluciones de "sentido común" – aquellos que podían dar respuestas reales a problemas reales – fueron retenidas. Las otras soluciones se desecharon, consideradas como un tipo de capricho de la aritmética.
>
> [...]
>
> Las soluciones de Cardano se ocupan de ecuaciones cúbicas; ... ellas permiten hallar soluciones "reales" a las ecuaciones; respuestas que pueden aplicarse a problemas en el mundo real: Por ejemplo, podemos calcular la longitud de varias partes de una iglesia si sabemos su volumen y algunas dimensiones. Pero para llegar a las soluciones "reales" (en qué x es un número positivo, medible), la solución nuevamente nos lleva al mundo de los números imaginarios. ... Como analogía moderna, imagínese que está en la estación de Euston y solicita un boleto para viajar a Manchester, y se le dice que la única manera para llegar allá desde Euston es viajar a Narnia y cambiar allí el tren.[18]

Aún si no se acepta esta fantasiosa analogía entre mundo real y mundo imaginario para el lenguaje de las matemáticas, el hecho sigue siendo verdaderamente sorprendente, pues Cardano tuvo que vencer toda una serie de paradigmas que impedían la solución. Los números complejos (es decir, la combinación de las raíces de números cuadrados negativos) no se admitían de manera generalizada en las matemáticas sino hasta el siglo XIX. Cierro con una larga cita de Roger Penrose para hacerle los honores a Cardano[19]:

"Parece que nadie antes de Cardano había percibido este mundo misterioso, y

[18] Ashworth (1999) , mi traducción

[19] lo que no quiere decir que estoy de acuerdo con su apreciación de la relación entre las matemáticas y "el mundo real" ni su noción de "racionalidad científica"

cómo podría formar la base del mismo mundo 'real'. [...] Quizás la combinación curiosa que tenía Cardano de una personalidad mística y científicamente racional le permitía captar un primer brillo de lo que se desarrollara para llegar a ser una de las concepciones matemáticas más poderosas. En los años que siguieron, mediante las obras de Bombelli, Coates, Euler, Wessel, Argand, Gauss, Cauchy, Weierstrass, Riemann, Levi, Lewy, y muchos otros, la teoría de los números complejos ha florecido para convertirse en una de las estructuras matemáticas más elegantes y universalmente aplicables. Pero no será sino hasta la llegada de la teoría cuántica, en el primer cuarto del presente siglo, que se relevara un papel extraño y de gran profundidad para los números complejos en la estructura fundamental misma del mundo físico actual en que vivimos – ni tampoco se había percibido con anterioridad la conexión profunda con las *probabilidades*. Ni siquiera Cardano podía haber adivinado de una conexión fundamental misteriosa entre sus dos mayores contribuciones a las matemáticas – una conexión que forma la base misma del universo material a su escala más pequeña."[20]

Las Maravillas a 11 de Junio de 2006

[20] Penrose (1995), p. 256

APENDICE PARA NO MATEMÁTICOS (como yo)

Cardano y los números complejos[21]

Un número complejo es un número que tiene la forma

$$a + \mathrm{i}b$$

en que 'i' designa la raíz cuadrada de menos uno,

$$\mathrm{i} = \sqrt{-1}$$

y *a* y *b* son números reales normales. Hoy *a* se llamaría la *parte real* y *b* la *parte imaginaria* del número complejo $a + \mathrm{i}b$. Cardano se encontró con este tipo extraño de números como parte de su investigación de la solución de la ecuación cúbica general:

$$Ax^3 + Bx^2 + Cx + D = 0$$

en que A, B, C y D son números reales dados y la ecuación debe resolverse para x. La forma general arriba indicada se reduce, sustituyendo x por x + a, a la forma empleada en el texto arriba:

$$x^3 = px + q$$

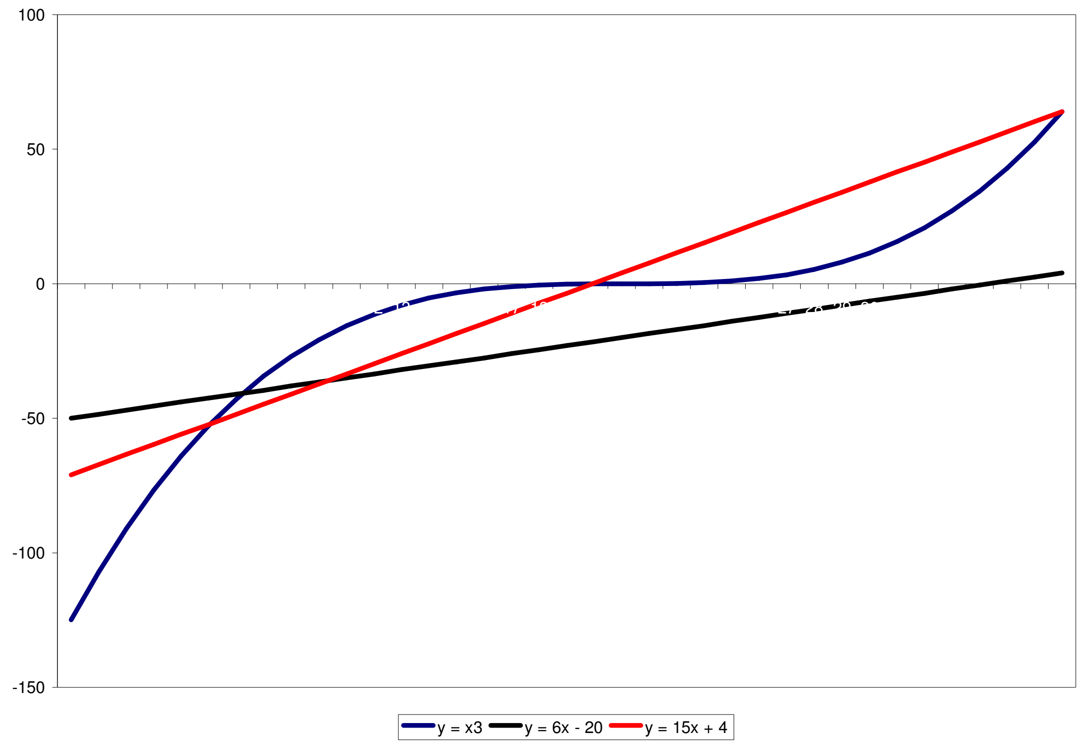
Esta ecuación puede graficarse mediante curvas de las funciones $y = x^3$ e $y = px + q$, buscando las intersecciones de estas curvas.

La gráfica en la siguiente hoja muestra las curvas que corresponden a la ecuación $x^3 + 6x = 20$ que hemos usado en el texto[22], que produce una solución (mostrada por la intersección de las curvas) en el área negativa de ambas curvas.

---

[21] Extracto de Penrose (1985), p. 251 ss.

[22] ambos ejemplo se encuentran en Collette (1986), p. 268 s.



Si la línea recta es más empinada, se producen 3 intersecciones/soluciones para la ecuación, que es llamada entonces *casus irreducibilis* y sería el caso, por ejemplo con la ecuación $x^3 = 15x + 4$ (línea roja) que no tiene solución sin recurrir a los números complejos.

REFERENCIAS E INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Ashworth (1999)	Ashworth, Allan; "Cardano's Solution" en *History Today, Vol. 48, No. 1*, Enero 1999
Bell (1985)	Bell, Eric T., *Historia de las matemáticas*, FCE, México, 1985, 2ª ed. (1ª ed. 1949)
Cardano (2002)	Cardano, Girolamo; *mis libros* (Francisco Socas ed. y tr.,), Madrid, 2002 (original en latín, Heinrich Petri, Basilea 1562)
Collette (1986)	Collette, Jean-Paul; *Historia de las matemáticas I* (Pilar González Gayoso tr.), siglo veintiuno, 2ª ed. México 1986 (1ª ed. México, 1985)
Copleston (1971)	Copleston, Frederick; *Historia de la Filosofía tomo 3 de Ockham a Suarez* (Juan Carlos García Borrón tr.), Editorial Ariel, S.A. – Barcelona, 1971
Geymonat (1985)	Geymonat, Ludovico; *Historia de la filosofía y de la ciencia* (J. Bignozzi, P. Roqué Ferrer, tr.), Grijalbo, Barcelona 1985
Penrose (1995)	Penrose, Roger; *Shadows of the Mind*, Vintage, 1995