Benjamin Olinde Rodrigues, matemático y filántropo, y su influencia en la Física Mexicana

E. Piña Garza*
Profesor "Eugenio Méndez Docurro 2011" de la
Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional.

M.E. Pacheco Quintanilla
Departamento de Física, Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional,
e-mails: pge@xanum.uam.mx; mario@esfm.ipn.mx

Recibido el 11 de abril de 2011; aceptado el 25 de mayo de 2011

Se presentan aspectos poco conocidos del matemático, banquero, socialista Olinde Rodrigues por su importancia en el descubrimiento de conocimientos físicos y matemáticos que han tenido un gran impacto en la historia de las matemáticas y la física. Se describe también la historia de la aplicación de sus ideas en México.

Descriptores: Historia; Olinde Rodrigues; México.

We present the little-known facts on the life of the mathematician, banker, socialist Olinde Rodrigues for their importance in the discovery of physical and mathematical knowledge that have had a major impact on the history of mathematics and physics. Also describes the history of the implementation of his ideas in Mexico.

Keywords: History; Olinde Rodrigues; Mexico.

PACS: 01.60.+q

1. Olinde Rodrigues

Queremos divulgar la existencia de un matemático ilustre, Benjamin Olinde Rodrigues, que combina el interés por la ciencia más abstracta, con la profesión de banquero en el París que vive las convulsiones históricas de la Revolución Francesa, de los gobiernos que siguieron, inclusive el Imperio Napoleónico y su desaparición. Los banqueros de su familia fueron competidores económicos de la familia Lafitte y él se vió obligado al aprendizaje de la producción de riqueza, su conservación y crecimiento.

Simultáneamente produjo Rodrigues varias joyas del conocimiento de las matemáticas, aunque su nombre no aparece en muchos libros de la Historia de las Matemáticas.

Estos aspectos interesantes de la biografía de Olinde Rodrigues las encontramos recientemente en el libro que se titula *Rotations, Quaternions, and Double Groups* [1], cuyo autor es Simon Altmann, y nos abre a la realidad de este personaje, dueño de facetas desconocidas y valiosas. Poco podemos decir de la importancia de su trabajo como un economista destacado. De poco interés es decir que existen escasos matemáticos que son también banqueros. No parece muy interesante saber la existencia de algunos banqueros quienes parecen muy hábiles para la generación abundante de su riqueza personal y la falta de facilidad de algunos matemáticos para lograr la multiplicación del dinero propio.

Si la existencia de Rodrigues como banquero y matemático nos produce asombro, mayor asombro nos causa leer en dicho libro de teoría de grupos matemáticos, cuyo principal interés son las rotaciones, al enterarnos, por la lectura de Simon Altmann, que el personaje Benjamin Olinde Rodrigues destaca también en la Historia del Socialismo, al menos del Socialismo Francés, como un protector del Conde de Saint-Simon, como uno de sus prosélitos más importantes, como el Apóstol del Saint-Simonismo a la muerte de Saint-Simon. Conocemos algunos matemáticos socialistas pero no conocemos otro banquero socialista, aunque debe haber algunos en China.

Nos disculpamos por no saber mucho del socialismo de Saint-Simon y de su repercusión en México y en la Física Mexicana. Sin embargo, para aquellos interesados en estas materias queremos ante todo revelar que hemos descubierto otro libro en coedición de Simon Altmann con Eduardo Ortiz cuyo contenido está mucho más cerca de los intereses de aquéllos que comparten nuestro asombro con estas primeras palabras acerca de Benjamin Olinde Rodrigues. Se trata del volumen 28 de la serie sobre Historia de las Matemáticas editado con el patrocinio de las American Mathematical Society y London Mathematical Society en 2005, cuyo título es *Mathematical and Social Utopias, Olinde Rodrigues and his Times* [2]. En la carátula de este libro se copia la fotografía de nuestro Benjamin, pero también encontramos un árbol genealógico matemático que construyen los matemáticos y los historiadores de la matemática para destacar la influencia profesional entre unos matemáticos y otros, algunos de ellos alumnos de los que los preceden. Encabezado por Olinde Rodrigues tiene entre sus ramas inferiores a matemáticos franceses muy conocidos y presentes en todas las historias de las matemáticas: en este árbol genealógico matemático figuran A. S-D. Lévy, Paul Appell, Charles Hermite, Émile Borel, Émile Picard. También aparecen las cónyuges de estos matemáticos quienes fueron parientes de los otros matemáticos y formaron una red familiar.

La historia reciente fuera de México sobre Olinde Rodrigues inicia con el trabajo del historiador de las matemáticas J.J. Gray [3] quien escribe en 1980 una publicación que saca a la luz el trabajo sobre rotaciones de Olinde Rodrigues. El énfasis es sobre el grupo de rotaciones y su representación por números cuaternios que según Gray se debe acreditar a Rodrigues.

Esta investigación tiene un impacto importante en el libro de Simon Altmann, publicado en 1986, edición anterior a la que encontramos de 2005. Simon Altmann es un matemático de origen argentino con interés especial en el estudio de las rotaciones como grupos matemáticos.

Como resultado de haber redescubierto a Olinde Rodrigues se reunieron en el Imperial College de Londres el 1 de diciembre de 2001 un conjunto de historiadores, historiadores de las matemáticas y matemáticos con el propósito de poner en evidencia la obra social y matemática de Rodrigues Olinde. El Secretario de esta conferencia es Sergio Plata del Imperial College con correo electrónico de la Facultad de Ciencias de la UNAM, México.

No se hace la edición de los trabajos presentados en dicha conferencia porque los autores continúan sus investigaciones acerca de O. Rodrigues hasta juntar sus trabajos en 2005 en el libro [2] cuyos editores ya mencionamos pero que incluye como autores a los mismos y a otros siete, una lista que crece respecto a la de los participantes en la conferencia de Londres en 2001.

Tenemos los resúmenes de los trabajos presentados en Londres en 2001, tenemos el índice completo de dicho libro y dos revisiones de ese libro publicadas en 2007, las cuales permiten acercarnos a conocer su contenido. Estas dos revisiones tienen como autores al Profesor Emérito de Matemáticas Aplicadas Philip J. Davis en la revista *SIAM News* y la historiadora de las matemáticas June Barrow-Green en la revista *Metascience.*

Mediante la conferencia de 2001 y el libro de nueve autores de 2005 se hace una resurrección de este personaje 150 años después de su muerte. Se confirma la fecha de su muerte en 1851. Se recuerda el feminismo de su esposa Euphrosia dentro del movimiento de Saint-Simon. Se recuperan muchos momentos de su vida como banquero. Se investiga su vida como activista del movimiento socialista de Saint-Simon. Se sigue la pista de su familia sefaradí hasta la España del Siglo XV. Se descubren 17 trabajos de matemáticas publicados por él. Se analizan sus trabajos matemáticos por especialistas: R. Askey que se cita en otro lugar de este trabajo es el responsable de describir la fórmula de Rodrigues de los polinomios de Legendre, habla también de la aplicación moderna de una función generadora de inversiones de permutaciones en un conjunto de n elementos publicada por él. U. Tamm descubre y describe artículos de Rodrigues de 1838 y 1839 donde Rodrigues encuentra una derivación recurrente para encontrar el número diferente de caminos para dividir un polígono en triángulos y otros temas de matemática combinatoria. En esta labor colectiva se incluye el trabajo de J. J. Gray quien vuelve a contarnos la historia de la contribución de Rodrigues a la descripción de rotaciones, etcétera. En esta enumeración no se percibe a primera vista la contribución importante a la geometría diferencial de Rodrigues quien compite con Gauss, como veremos en lo que sigue. Tampoco se menciona su trabajo sobre formulaciones variacionales de la mecánica.

En el primer texto de los dos referidos Simon Altmann dice [1] que la biografía de Olinde Rodrigues es casi desconocida, cita únicamente el trabajo de Gray [3]; asegura que el trabajo de Rodrigues sobre aplicación de cuaterniones a rotaciones [4] no le ha sido acreditado a él, sino que se considera como generadores del álgebra de cuaterniones principalmente a los matemáticos W. R. Hamilton y A. Cayley, quienes los descubren después que él; acusa al gran matemático Élie Cartan [5] por haber citado el trabajo de Rodrigues como parámetros de Euler Rodrigues Olinde, por la cual muchos ingenuos copiaron la cita rompiendo en dos personajes a Olinde Rodrigues. La mayor parte de estas afirmaciones es cierta pero ha sido corregida. Mucha de esta verdad tiene alguna relación con la enseñanza de la Mecánica en México y por ese motivo queremos hacer pública esta parte de la historia que se conoce ahora en forma principalmente verbal.

2. Olinde Rodrigues en México

Pasamos ahora a presentar nuestro propio conocimiento sobre Olinde Rodrigues.

Lo primero que hay que confirmar es que se encuentra en física matemática una fórmula de Rodrigues, muy conocida, de uso frecuente entre los matemáticos, físicos, químicos e ingenieros que trabajan con los polinomios de Legendre [6]. Nos da Hobson la referencia a este trabajo de O. Rodrigues [7]. Por extensión se llama igual a una fórmula semejante para los polinomios de Hermite, Laguerre, Tchebyschev, Jacobi, etcétera. Al referirse a esta fórmula nos dicen Andrews y Co. [8] que Laplace es el maestro de Rodrigues y que en 1810-1811 Laplace publica aquélla correspondiente a los Polinomios de Hermite en sus estudios sobre Teoría de Probabilidades.

Esta fórmula de Rodrigues se está enseñando como un ingrediente esencial del curso de Funciones Especiales y Transformadas Integrales en la Licenciatura en Física de la Escuela Superior de Física y Matemáticas y de otras universidades de México y del extranjero.

La enciclopedia Promexa de los Doce mil personajes, editada en México en 1968, incluye entre los mil de las ciencias exactas a Benjamin Olinde Rodrigues como matemático y economista francés. Nos dice que investigó las líneas de curvatura de una superficie y estableció la fórmula en 1815; dió a conocer la representación esférica de superficies.

Se trata de otros descubrimientos que tuvo Olinde Rodrigues en el campo totalmente diferente de la geometría diferencial de superficies, que no tiene que ver con los otros temas asociados a la teoría de las funciones de Legendre o al álgebra de los cuaternios que son los dos temas más importantes acreditados a Rodrigues como dijimos arriba. Se encuentra algo de crédito al respecto en un texto antiguo de geometría diferencial de Eisenhart publicado originalmente en 1909 y reproducido con posterioridad en 1960 [9] donde aparecen en ejercicios de líneas de curvatura, ecuaciones llamadas de Rodrigues. De nuevo se deja sentir la influencia posterior de J. J. Gray [3] quien acredita a O. Rodrigues algunas investigaciones en geometría diferencial. En relación a esto cita a los historiadores M. Kline y K. Reich. Estas dos citas se repiten en el libro de Geometría diferencial de McCleary [10] quien cita trabajos de Rodrigues de 1814-1816 [11], donde asegura el haber descubierto Rodrigues, antes que Gauss, el mapeo conocido ahora como de Gauss porque Gauss lo redescubre en 1827.

Pero otro tema que estudió Rodrigues y ha pasado casi desapercibido es la formulación variacional de la Mecánica. Lo descubrió uno de nosotros en un libro viejo de mecánica de Carl Jeness Coe [12] de la biblioteca de la ESFM. En una pequeña reseña histórica sobre los principios variacionales, donde se incluyen a Maupertuis 1740-1745, a Euler 1751 y a Lagrange 1788, nos dice Coe que en 1815 Rodrigues publica en la *Correspondance sur l'École Polytechnique*, T. 3, un tratamiento breve, pero al mismo tiempo claro y correcto del principio de acción mínima y derivó las ecuaciones de movimiento de las partículas a partir de él, posteriormente redescubierto por Jacobi. A continuación menciona también Coe los trabajos variacionales de Hamilton, Hölder y Whittaker. El Profesor Coe floreció en la primera mitad del Siglo XX. Publicó un trabajo importante sobre el Problema Restringido de Tres Cuerpos que ha sido citado por Hagihara, Szebehely y por los investigadores de Cuernavaca, Benet y Seligman.

En México la mecánica a nivel Licenciatura y Posgrado se enseñó por muchos profesores de física entre los cuales figuran el Prof. Juan de Oyarzábal Orueta profesor de la Facultad de Ciencias de la UNAM, de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN y de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería en la UAM Iztapalapa.

Don Juan de Oyarzábal viene a cuento porque en sus cursos de Mecánica Clásica, cuando aprendimos a describir rotaciones de diversas formas, desde el curso de graduados que impartió en 1962, en la recientemente fundada Escuela Superior de Física y Matemáticas, y que ahora ha cumplido 50 años de existencia, nos enseñó los parámetros de Euler Rodrigues Olinde, parámetros que no aparecían en los libros de texto que conocíamos entonces, sino con alguna relación a otros parámetros que conocimos con otros nombres como parámetros de Cayley-Klein.

Para Dn. Juan de Oyarzábal las rotaciones fueron de importancia mayor en su vida, porque antes de aprender física en México trabajó como un marino de la Armada Española. Para un marino es conveniente suponer que su barco es un cuerpo rígido y aunque sabe que puede realizar tres tipos de rotaciones, la única rotación que prefiere es cuando el barco se adriza, aunque en muchas otras ocasiones se ve obligado por medio del timón a dar vuelta al barco alrededor de un eje vertical, perpendicular a la superficie media del mar, pero evitando los otros dos giros posibles, uno de los cuales produce mareos y el otro produce naufragios. Al principiar la Guerra Civil, la Armada Española contaba con dos acorazados pequeños del mismo modelo, los cuales naufragaron en la guerra, uno de ellos, del lado de los insurrectos que tocó una mina explosiva y el otro del lado Republicano que explotó en el Puerto de Cartagena con el Prof. D. Juan de Oyarzábal en su interior. Posteriormente este ex profesor de la Escuela Superior de Física y Matemáticas fue subcomandante de un destructor y capitán de otro: del destructor *Almirante Valdés* donde terminó la Guerra Civil, al firmar con tinta verde la internación de su barco en el Puerto de Bizerta [13].

En el año de 1971 la entonces alumna de la ESFM del IPN, Lourdes Vega Acosta Montalbán presentó una tesis [14] para obtener el título de licenciada en Física y Matemáticas en la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional. En este trabajo hizo el estudio cuántico de rotaciones por medio de los parámetros de Euler Olinde Rodrigues. Por este motivo visitó al Prof. Juan de Oyarzábal y le pidió la referencia original a dichos parámetros. El Prof. Oyarzábal la dirigió al libro de Émile Cartan [5], que Altmann citó después. Posteriormente la Dra. Vega Acosta abandonó las rotaciones y estudió la dinámica de los plásticos en un Laboratorio de Reología, fundado por ella en el Instituto Politécnico Nacional.

En 1977 el director de la división de Ciencias Básicas e Ingeniería de la UAM-Iztapalapa dictó un curso de mecánica en graduados, cuyas notas se publicaron como reportes internos de investigación de CBI (Azcapotzalco e Iztapalapa). En estas notas aparecen también los parámetros de Euler Rodrigues Olinde.

Con el tiempo se publicó un libro sobre rotaciones editado por la Universidad Autónoma Metropolitana en 1996 [15] donde se describen rotaciones, se agradece a Oyarzábal, se citan los parámetros de Euler Rodrigues (sin Olinde) y se hacen en su interior notas bibliográficas donde además de citar a Cartan y a la tesis de Vega se citan otras tres fuentes. Se asegura con Whittaker [16] que dichos parámetros fueron introducidos por Euler, pero su ley de composición (su álgebra) fue descubierta primero por Gauss (quien no la publicó) y después por O. Rodrigues y más adelante por Hamilton, Cayley y Klein. En ese libro se afirma que Mac Millan [17] llama de Rodrigues a dichos parámetros.

Además se da una referencia a otra fórmula llamada de Rodrigues por Frazer, Duncan y Collar [18] que publican una ecuación similar a la que aparece también en la tesis de Vega y en el libro de rotaciones de la UAM, además del trabajo original de Olinde. Encontramos en el trabajo de Gray, copiada del trabajo de Rodrigues, la misma ecuación que la de Frazer, Duncan y Collar. Ésta no es exactamente la de Vega o la de Piña porque ellos usan parámetros ligeramente diferentes a tres parámetros de Rodrigues. Pero las semejanzas son muy fuertes.

Cabe decir que al publicarse el libro de la Universidad Autónoma Metropolitana sabía uno de nosotros que Olinde Rodrigues era una sola persona. Se descubrió por casualidad en una cita a pie de página del libro de Nicolás Bourbaki publicado por la Alianza Editorial [19]. Esta es una nota escondida en el libro de Historia de las Matemáticas de Bourbaki aunque él mismo incluye 345 referencias al final del libro, pero en esta recopilación final no tiene la referencia al trabajo de Olinde Rodrigues. Descuido del autor, dirán ustedes, pero el motivo real es un poco complicado. Para empezar Nicolás Bourbaki nunca existió. El nombre de Bourbaki esconde a una sociedad secreta de matemáticos franceses. Ahora se sabe esto, pero no se sabe por todo mundo quién es el autor de la cita, y sin duda es aceptable la hipótesis de que pudo ser E. Cartan. Además este libro de Historia de las Matemáticas no existió originalmente, sino que fue el producto de sumar las introducciones históricas de muchos libros y trabajos publicados previamente por la sociedad secreta Bourbaki y en consecuencia fue escrita por muchos matemáticos que escondieron sus nombres.

En el libro de mecánica vectorial de Coe [12] que citamos arriba encontramos también una sección dedicada a los resultados obtenidos por Rodrigues sobre las rotaciones: aparece la fórmula de Rodrigues que relaciona un vector con dos vectores, uno de los cuales es la rotación del otro. Algunos resultados se dan como ejercicios, como la expresión de la velocidad angular en el sistema inercial en función del vector de Rodrigues.

En el transcurso de la elaboración de este trabajo reconocimos la importancia actual del matemático Olinde Rodrigues. Los cuatro parámetros para describir rotaciones llamados de Euler-Rodrigues son los famosísimos números cuaternios con una importancia fundamental en las matemáticas que va del álgebra no-conmutativa a la geometría hiperbólica. Estos cuatro parámetros los descubre Euler por primera vez. Es O. Rodrigues quien primero da su tabla de multiplicar. Sus cuatro elementos se agrupan en un cuaternión o una matriz que para los físicos combina esos cuatro números con las matrices de Pauli para formar el grupo SU(2). Existen sin embargo dos dificultades técnicas para los físicos. Los cuatro números no son independientes porque la suma de los cuadrados de los cuatro números es igual a 1. Además hay dos elementos de este grupo que difieren en el signo, más o menos, pero corresponden a una (solo una) rotación. Estos dos inconvenientes para los físicos los resuelve Rodrigues al introducir en su trabajo tres parámetros: el vector de Rodrigues, formado con el cociente de tres de los números cuaternios divididos por el cuarto número cuaternio. Ahora los tres parámetros de Rodrigues son independientes. Y ahora el cociente de los números cuaternios no cambia si se hace el cambio de signo de numerador y denominador. Estos son los mismos parámetros que uno encuentra en el libro de Mecánica de Pars [20]. Estos parámetros son los que usan un conjunto de investigadores en el campo de la Mecánica Cuántica de cuatro cuerpos [21] para describir rotaciones, pese a que no citan a su descubridor.

También queremos decir que hemos encontrado dos trabajos que muestran la aplicación de las ideas matemáticas de O. Rodrigues al campo de los robots y sus mecanismos. El primero por J. S. Dai [22] es de tipo histórico; incorpora las expresiones de O. Rodrigues con aquellas similares en la teoría de mecanismos. El segundo trabajo [23] en la misma línea de aplicaciones usa los formalismos inventados por Rodrigues en la descripción de la cinemática espacial. Acaba de publicarse y da a los tres parámetros de Rodrigues la mayor actualidad. Estas aplicaciones resultan al descubrir la gran utilidad y simplificación de la descripción de rotaciones con tres parámetros de Rodrigues.

Finalmente debemos expresar que existe una belleza extraordinaria y una sencillez asombrosa cuando se escribe con ayuda de fórmulas matemáticas la descripción de rotaciones a partir de los tres parámetros de Rodrigues. Cuando se desarrolla la dinámica hamiltoniana de rotaciones en los parámetros de Rodrigues. Cuando se escribe la mecánica cuántica de rotaciones en términos de los mismos parámetros [24]. Sencillez y belleza increíble para muchos lectores.

∗. Con licencia sabática de la Universidad Autónoma Metropolitana.

1. S. Altmann *Rotations, quaternions, and double groups* (Dover Publications, New York, 2005. Reedición con pocas adiciones del libro publicado por Oxford University Press en 1986).
2. S. Altmann and E. Ortiz, ed. *Mathematical and Social Utopias in France, Olinde Rodrigues and his Times* (American Mathematical Society. London Mathematical Society, 2005).
3. J.J. Gray, *Arch. of History of Exact Sciences* **21** (1980) 375.
4. O. Rodrigues, *J. De Mathématiques Pures et Appliquées* **5** (1840) 380.
5. E. Cartan, *The Theory of Spinors*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1967, p. 46.
6. E.W. Hobson, *The Theory of Spherical and Ellipsoidal Harmonics* (Chelsea, New York 1965). p. 18.
7. O. Rodrigues *Memoire sur l'attraction des spheroids*, (Correspondance de l'ecole royale polytechnique, Tome III, 1816).
8. G.E. Andrews, R. Askey, and R. Roy, *Special Functions* (Cambridge University Press 1999). p. 100.
9. L.P. Eisenhart, *A treatise on the differential geometry of curves and surfaces* (Dover, New York, 1960). p. 121.
10. J. McCleary, *Geometry from a Differentiable Viewpoint* (Cambridge University Press 1994). p. 132.
11. O. Rodrigues, *Ècole Polytechnique Corresp.* **3** (1814) 162.
12. C.J. Coe *Theoretical Mechanics* (MacMillan 1938).
13. E. Piña Garza, M. de la P. Ramos Lara y C.L. Velasco Flores, *Rev. Mex. Fis. E* **52** (2006) 251.
14. L. Vega Acosta Montalbán, *Algunos aspectos de la dinámica del cuerpo rígido* (Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional, 1971).

15. E. Piña *Dinámica de Rotaciones* (Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa 1996).
16. E.T. Whittaker, *A treatise on the Analytical Dynamics of Particles and Rigid Bodies* 4th edition, (Cambridge University Press, 1937). p. 3, 9.
17. W.D. Mac Millan *Dynamics of Rigid Bodies* (Dover, New York, 1960). p. 191.
18. R.A. Frazer, W.J. Duncan, and A.R. Collar, *Elementary Matrices* (Cambridge University Press, 1938). p. 254.
19. N. Bourbaki *Elementos de historia de las matemáticas* (Alianza Editorial. Madrid, 1976). p. 180.
20. L.A. Pars, *A Treatise on Analytical Dynamics* (Heineman, London, 1965).
21. R.G. Littlejohn, K.A. Mitchell, M. Reinsch, V. Aquilanti, and S. Cavalli, *Phys. Rev. A* **58** (1998) 3718.
22. J.S. Dai, *Mechanism and Machine Theory* **41** (2006) 41.
23. T.R. Williams and K.R. Fyfe, *Mechanism and Machine Theory* **45** (2010) 15.
24. E. Piña, *Rotations with the Rodrigues' vector* (European Journal of Physics. Por publicarse 2011).