

madri+d

Matemáticas y sus fronteras

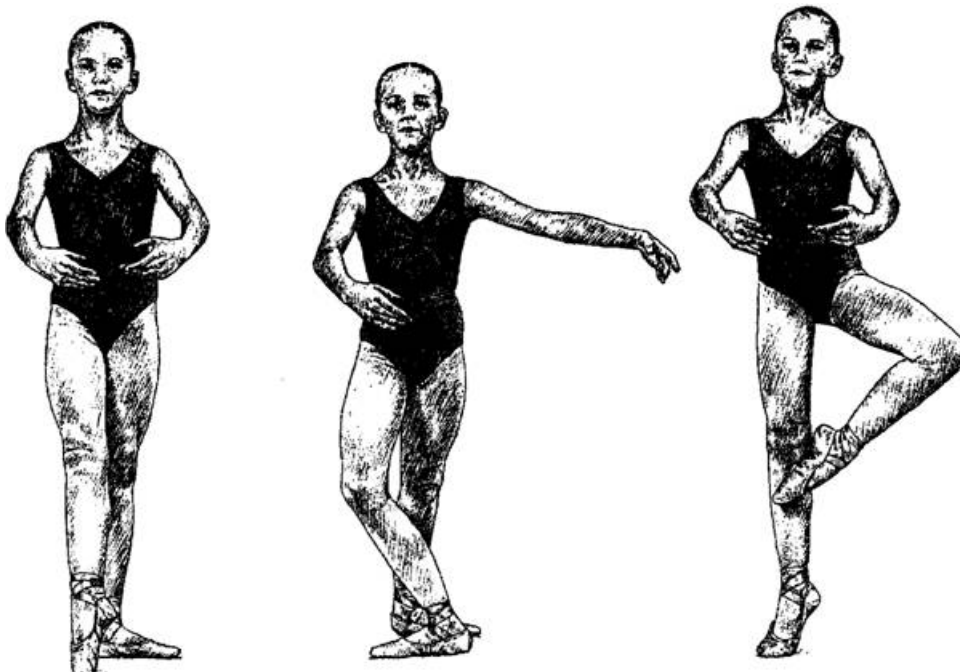
- [BLOGS madri+d](#)
- [PORTADA BLOG](#)
- [GALERIAS IMAGENES](#)

El día internacional de la danza y la física

Publicado por [Manuel de León](#) el 4 mayo, 2016 [Editar](#)
[Comentarios \(2\)](#)

Tweet

Para celebrar el Día Internacional de la Danza (que se celebró el pasado 29 de abril) Christina Sardón, investigadora post doctoral en el ICMAT, describe física y matemáticamente algunos de elementos del baile: las piruetas, los giros, el centro de gravedad y las posiciones.



Pirouette en-dedans

El pasado 29 de Abril fue el día internacional de la danza. Pero no, este día no coincide con ningún aniversario conmemorativo de la física o de algún ilustre físico; no fue el año de la luz, ni

Centenario del scattering de partículas alfa contra el oro y la identificación del núcleo atómico. —
Tampoco se ha resuelto el problema de renormalización, y las teorías cuánticas de campos y la gravedad todavía se hallan inconclusas. No hemos unificado las fuerzas fundamentales.

A muchos, probablemente, no les interese seguir leyendo después de este párrafo y estén preguntándose el porqué del título. Puede que haya algo de física clásica en las siguientes líneas. No obstante, a mí sigue resultándome motivo de celebración el día internacional de la danza, y el que múltiples escuelas se uniesen a la jornada de puertas abiertas con la esperanza de que en muchos desconocedores de la danza artística se despertara el gusto por esta disciplina.

Recibimos ese día a muchos visitantes. Por ello, quizás alguno se haya convencido de que bailar es antidepresivo. Lo difícil será convencer a los más preocupados por otros temas fundamentales del universo. Por el momento, no existe, pues un marco matemático sólido para abordar la escala de Plank, pero sí que existen otras “teorías efectivas”.

A veces me preguntaba, al visitar ciertos museos, por qué algunos pabellones se denominan de las Artes y de las Ciencias. Un clarísimo ejemplo es la Ciudad de las Artes y de las Ciencias de Valencia. Como cabría esperar, existen pabellones disjuntos para cada temática. No obstante, en el futuro, ¿existirán espacios dedicados al enlace entre la creación artística y las ciencias abstractas?

Uno de los esfuerzos de la divulgación científica es intentar demostrar un nexo de unión entre las ciencias y actividades cotidianas para encontrar adeptos a la ciencia. Mi labor es la recíproca: encontrar, entre los científicos, adeptos a las artes.

Y para celebrar el día internacional de la danza, me gustaría describir, desde un punto de vista físico y matemático, la complejidad de una pirueta.



Esta es una denominada “*pirouette en-dedans*”.

Es el tipo de pirueta más sencilla. Existen otro tipo de piruetas más complicadas, como pueden ser los “*fouette*”. Y su técnica es una verdadera “teoría efectiva”.

Los *fouettes* del tercer acto del recién conocido ballet “El lago de los cisnes” son la espectacularidad técnica por antonomasia. En este acto, Odile, la hija del malvado hechicero, se hace pasar por la princesa Odette, quien, para seducir al príncipe Sigfredo, realiza 32 *fouettes* en 32 tiempos. Quiere decirse que, en esta obra, el *fouette*, a pesar de su dificultad técnica, no sólo se realiza 32 veces, sino que los giros se realizan seguidos, uno por cada tiempo. En otras obras, más sencillas, los *fouettes* pueden realizarse a doble tiempo, lo que suaviza el esfuerzo de la aparente ligereza y encanto de la bailarina.



Se puede ver a la bailarina Svetlana Zakharova emulando a Odile, entre el minuto 9:35 y 10.

El mecanismo aparente consiste en subir y bajar de la zapatilla de punta, y girar, y girar. Desde un punto de vista más experto en fuerzas, tal movimiento nos recuerda al de un trompo simétrico libre, con un eje de giro z , perpendicular al plano de la pista de linóleo. Sin embargo, en este caso, los regímenes de movimiento de la peonza están acotados: no está permitida la precesión con ejes no verticales. La única nutación exigida es la correspondiente a un ángulo de Euler cero en perpetuo movimiento. Las ecuaciones de la cinética Lagrangiana, en este caso, podrían reducirse considerablemente si alinéamos el momento angular con el eje z .

No obstante, la naturaleza es caprichosa y las condiciones de contorno no son ideales: el inicio del movimiento se realiza por una fuerza de torque, realizada por la zapatilla de punta contra el suelo, la extensión de la pierna “a la second” o segunda posición y rápida contracción en un *relevé* (poner la punta en la rodilla, formando un ángulo de 90 grados entre el muslo y el tronco). Con este movimiento, la fricción de la zapatilla contra el suelo, en cada giro, impide la conservación de momento angular del giro. Como compensación, en cada pirueta, se realiza un apoyo del talón que garantiza otro pequeño torque, contribuyendo, de esta forma, al momento de inercia y a nuestro momento de giro.

Pero hay, además, más factores físicos que contribuyen a la perpetuidad de los 32 imposibles giros: una correcta colocación de la pelvis (el *culo de pollo*, como lo denominan los maestros de ballet); de la caja torácica (*el pecho orgulloso*); desencajar las vértebras del cuello y hombro bajo (*cuello largo*); el moño y cabeza erguida, la importancia de los brazos y la imborrable sonrisa en el



Todos estos factores ayudan en la colocación de nuestro centro de gravedad del que, si se halla en la línea de nuestro eje corporal y eje de rotación, decimos que estamos “en eje” y nos disponemos a girar.

La importancia de los brazos es inestimable para la velocidad de nuestros *fouettes*. Cuanto más cerca del tronco se hallen los brazos, menor será el momento de inercia. Para compensar y mantener la conservación de la energía, se aumenta la frecuencia angular de rotación. De ahí que las bailarinas realicen los giros más rápidos en quinta posición de brazos, es decir, la posición *en corona*, en que los brazos están elevados.

Otro de los elementos fundamentales que yo, particularmente, olvido frecuentemente es el de la cabeza. El acompañamiento del giro corporal, con el giro ligeramente desfasado de la cabeza, garantiza el impulso y la contribución de otro momento angular sobre el mismo eje z y que se suma linealmente.

Sin embargo, el quid del giro reside en las piernas, en la estaticidad de la pierna base (que determina el eje) y la pierna libre, moviéndose en un plano que contenga a nuestro cuerpo, plegándose y desplegándose, mientras el cuerpo gira, reestableciéndose el momento de giro, transfiriéndolo hacia dentro y hacia fuera. Mientras, expectante, el público inercial observa nuestro espacio de configuración: una esfera perfecta que concluye el III acto y cierre.

¡Feliz día de la danza!

Christina Sardón es investigadora postdoctoral del **CSIC** en el Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT).

Tweet

Me gusta

47



G+

0

[Compartir](#)

Etiquetas:

[General](#)

Si te gustó esta entrada ámate a [escribir un comentario](#) o [suscribirte al feed](#) y obtener los artículos futuros en tu lector de feeds.

Comentarios

Comentario by **JOSE DAVID AREVALO COBOS** el 4 mayo 2016 @ [19:48](#) | [Editar](#)

La ciencia y lo cotidiano deben estar integrados, porque... como decía alguien, “Mejor es aprender cosas útiles que cosas admirables”

Comentario by **Gabriel** el 5 mayo 2016 @ [19:51](#) | [Editar](#)

Una maravilla la bailarina y otra maravilla el texto de Cristina Sardón que hasta a un no-matemático como yo le ha hecho ‘ver’ el eje z y las fuerzas inerciales en los *fouettes*. Y, además, está muy bien escrito desde el punto de vista gramatical.
¡ENHORABUENA!



Registrado como [Manuel de León](#). [Salir »](#)

Tu Comentario

Enviar



Buscar en el blog...

IR

•

mayo 2016

| | | | | | | |
|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| L | M | X | J | V | S | D |
| | | | | | | 1 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 30 | 31 | | | | | |

[« abr](#)

• Contador de visitas

00502375

• Archivos

- [mayo 2016](#)
- [abril 2016](#)
- [marzo 2016](#)
- [febrero 2016](#)
- [enero 2016](#)



- [diciembre 2015](#)
- [noviembre 2015](#)
- [octubre 2015](#)
- [septiembre 2015](#)
- [agosto 2015](#)
- [julio 2015](#)
- [junio 2015](#)
- [mayo 2015](#)
- [abril 2015](#)
- [marzo 2015](#)
- [febrero 2015](#)
- [enero 2015](#)
- [diciembre 2014](#)
- [noviembre 2014](#)
- [octubre 2014](#)
- [septiembre 2014](#)
- [agosto 2014](#)
- [julio 2014](#)
- [junio 2014](#)
- [mayo 2014](#)
- [abril 2014](#)
- [marzo 2014](#)
- [febrero 2014](#)
- [enero 2014](#)
- [diciembre 2013](#)
- [noviembre 2013](#)
- [octubre 2013](#)
- [septiembre 2013](#)
- [agosto 2013](#)
- [julio 2013](#)
- [junio 2013](#)
- [mayo 2013](#)
- [abril 2013](#)
- [marzo 2013](#)
- [febrero 2013](#)
- [enero 2013](#)
- [diciembre 2012](#)
- [noviembre 2012](#)
- [octubre 2012](#)
- [septiembre 2012](#)
- [agosto 2012](#)
- [julio 2012](#)
- [junio 2012](#)
- [mayo 2012](#)
- [abril 2012](#)
- [marzo 2012](#)
- [febrero 2012](#)
- [enero 2012](#)
- [diciembre 2011](#)



- [noviembre 2011](#)
- [octubre 2011](#)
- [septiembre 2011](#)
- [agosto 2011](#)
- [julio 2011](#)
- [junio 2011](#)
- [mayo 2011](#)
- [abril 2011](#)
- [marzo 2011](#)
- [febrero 2011](#)
- [enero 2011](#)
- [diciembre 2010](#)
- [noviembre 2010](#)
- [octubre 2010](#)
- [septiembre 2010](#)
- [agosto 2010](#)
- [julio 2010](#)
- [junio 2010](#)
- [mayo 2010](#)
- [abril 2010](#)
- [marzo 2010](#)
- [febrero 2010](#)
- [enero 2010](#)
- [diciembre 2009](#)
- [noviembre 2009](#)
- [octubre 2009](#)
- [septiembre 2009](#)
- [agosto 2009](#)
- [julio 2009](#)
- [junio 2009](#)
- [mayo 2009](#)
- [abril 2009](#)
- [marzo 2009](#)
- [febrero 2009](#)
- [enero 2009](#)
- [diciembre 2008](#)
- [noviembre 2008](#)
- [octubre 2008](#)
- [septiembre 2008](#)
- [agosto 2008](#)
- [julio 2008](#)
- [junio 2008](#)
- [mayo 2008](#)
- [abril 2008](#)
- [marzo 2008](#)
- [febrero 2008](#)
- [enero 2008](#)
- [diciembre 2007](#)
- [noviembre 2007](#)



- [octubre 2007](#)
- [septiembre 2007](#)
- [agosto 2007](#)
- [julio 2007](#)
- [junio 2007](#)
- [mayo 2007](#)
- [abril 2007](#)
- [marzo 2007](#)
- [febrero 2007](#)
- [enero 2007](#)
- [diciembre 2006](#)
- [noviembre 2006](#)
- [octubre 2006](#)
- [septiembre 2006](#)
- [agosto 2006](#)
- [julio 2006](#)
- [junio 2006](#)

• Entradas recientes

- [Premio del Institute of Physics para el investigador David Gómez Ullate](#)
- [Las teorías de la luz en la Europa moderna: René Descartes y Pierre de Fermat](#)
- [Matemáticas y sus fronteras, diez años después](#)
- [Ha fallecido Javier Cilleruelo](#)
- [Las teorías de la luz en la Europa moderna: Johannes Kepler](#)
- [La luz en la ciencia árabe: Alhacén](#)
- [Carlo Frabetti: “Lo complicado es que las matemáticas sean aburridas”](#)
- [Una puesta al día de los ERC grants en matemáticas](#)
- [La matemática como un elemento narrativo esencial en la literatura juvenil](#)
- [El día internacional de la danza y la física](#)

• Enlaces

- [DivulgaMAT](#)
- [ESTALMAT](#)
- [La Hoja Volante](#)
- [MATEMATICALIA](#)

• WEBLOGS

- [:: ZTFNews.org](#)
- [Bloc de la Biblioteca de Matemàtiques](#)
- [Blog para anti-matematicos](#)
- [BUCM :: 2+2=5 :: Biblioteca Complutense](#)
- [Complejidad](#)
- [Democracia electronica](#)
- [Francis \(th\)E mule Science's News](#)
- [Gaussianos](#)



- [MATBUS](#)
- [Michael Trick's Operations Research Blog](#)

• Páginas

- [GALERIAS IMAGENES](#)

• Comentarios recientes

- [Javier Cilleruelo: Mi pequeño homenaje a un grandérrimo hombre.](#) en [Ha fallecido Javier Cilleruelo](#)
- [Las teorías de la luz en la Europa moderna: René Descartes y Pierre de Fermat | Matemáticas y sus fronteras](#) en [Las matemáticas del arcoíris](#)
- Ramiro Herrero Parra en [Ha fallecido Javier Cilleruelo](#)
- Ramiro Herrero Parra en [Ha fallecido Javier Cilleruelo](#)
- Teresa Barbado en [Matemáticas y sus fronteras, diez años después](#)

• Etiquetas

• Acceso usuarios

- [Administrador del sitio](#)
[Desconectar](#)
- [Inicio](#)
- [GALERIAS IMAGENES](#)
- - [Desconectar](#)