NÚMEROS
Revista de Didáctica de las Matemáticas
http://www.sinewton.org/numeros
ISSN: 1887-1984
Volumen 111, julio de 2022, páginas 7-16

La matemática que me enseñaron

Edith Padrón Fernández
(Universidad de *La Laguna*. España)

A mis maestras y, en especial, a Dña. Rosa
que inoculó en mi el amor por las matemáticas

Resumen

Afrontar el reto educativo en un mundo donde la tecnología condiciona nuestras vidas y no deja lugar a la paciencia de aprender, no es nada fácil. La búsqueda de temáticas atractivas que despierten la curiosidad puede ser una buena estrategia, pero esto no es suficiente. Estamos en una época de la historia en la que es necesario oír: escuchar nuevas experiencias, escuchar nuevas inquietudes, … y compartir. En la primera parte de este artículo relato tres temáticas que trabajé con tres de mis alumnas que me hicieron reflexionar sobre algunos aspectos de la enseñanza y el aprendizaje.
Compartir el conocimiento despertando en el otro la curiosidad es lo que ha conseguido una iniciativa colaborativa que ha crecido en la Universidad de La Laguna y a la que dedicaré la segunda parte de este artículo

Palabras clave Matemáquinas, Homotecias, Simetrías, El indicador del Sur, geodésicas, Fisquitos Matemáticos.

Abstract

Facing the educational challenge in a world where technology conditions our lives and leaves no room for patience to learn, is not easy. Finding engaging topics that spark curiosity can be a good strategy, but this is not enough. We are in a time in history when it is necessary to listen: to hear new experiences, to hear new concerns, ... and sharing. In the first part of this paper I tell three topics that I worked with three of my students that made me reflect on some aspects of teaching and learning.
Sharing knowledge awakening curiosity in the other is what has achieved a collaborative initiative that has grown at the University of La Laguna and to which I will dedicate the second part of this paper.

Keywords Mathmachines, Homothecies, Symmetries, Chinese south seeking chariot, geodesics, Mathematical Fisquitos.

1. Introducción

Cuando la presidenta de la Sociedad Canaria de Profesores de Matemáticas (SCPM) “Luis Balbuena Castellano” me propuso que diera la conferencia inaugural de las XXXIX Jornadas de la sociedad, me entró cierto pánico escénico. En los últimos 35 años he trabajado en la Universidad de La Laguna dando clase en los grados de Matemáticas y de Ingenierías, investigando en diferentes aspectos de la Geometría Diferencial y sus aplicaciones a la Mecánica y haciendo un poco de divulgación. Mi experiencia en el ámbito de la docencia en secundaria se reduce a 3 maravillosos meses en la IES Cándido Marante Expósito de La Palma. Ese fue mi primer trabajo tras acabar mi licenciatura en el año 86. Así que lo mejor que puedo aportar en este ámbito, es mi propia experiencia, no tanto como docente, que también, sino como aprendiz de las matemáticas.

El título que decidí poner a este artículo (y a la conferencia) es intencionadamente equívoco. Lo que sé de matemáticas no solo es lo que mis maestras, profesores y profesoras me enseñaron. En un mundo tan cambiante como el que nos ha tocado vivir, donde los avances tecnológicos están condicionando las relaciones entre los seres humanos y la capacidad de comprender y de aprender, la educación empieza a ser muy compleja y precisa de la colaboración de todos los agentes.

En estos dos últimos años de pandemia, las personas que nos dedicamos a la enseñanza, hemos realizado una labor que ha resultado en muchos momentos poco satisfactoria. Esta experiencia ha puesto en valor la presencialidad y cómo esas horribles pantallas no facilitan el intercambio de emociones. Recuerdo el primer día que volvíamos a las aulas con todo el alumnado. Se me encogió el corazón ver el aula llena, no faltó nadie, … habíamos comprendido que la transmisión del conocimiento precisa de la mirada, de la complicidad del aula, de la comunicación directa, sin intermediarios.

Al inicio de la pandemia muchos tuvimos que aprender rápidamente las nuevas tecnologías, que cada día incorporaban un nuevo avance. En otro momento de la historia no hubiera sido posible mantener las clases, pero esta vez la tecnología ha aportado la ayuda necesaria para no desconectarnos de nuestro alumnado. Sin embargo, ha servido solo para parchear un problema y es posible que en muchos casos haya agrandado la brecha sociedad con el correspondiente deterioro de la anhelada equidad educativa.

Partiendo de mi experiencia, quiero poner en valor lo que mi alumnado facilitó esa transición a un mundo más tecnológico. Creo que muchas veces no hemos sido conscientes de esta ayuda y lo importante que fue recibirla con humildad (no siempre lo hemos hecho). En nuestra profesión como docentes nos han enseñado que el profesorado tiene que mostrar en todo momento el dominio y el control del conocimiento. Pero el conocimiento y el interés por el aprendizaje evolucionan de manera que muchos de nosotros nos sentimos desbordados cuando queremos afrontarlo.

Los objetivos de esta joven generación son bastante distantes de los nuestros o por lo menos de los míos. No trabajan para tener tiempo futuro en el que ser felices, trabajan para ser felices en el momento. Y esta actitud ante la vida es importante cuando se trata de la enseñanza de las ciencias, y muy especialmente de las matemáticas, porque el alumnado espera del esfuerzo que realiza esa inmediatez en resultados. Y los estudios no están concebidos de esta manera. El conocimiento requiere paciencia, reflexión y, por tanto, tiempo de dedicación. Si me preguntan qué debemos hacer para convencer al alumnado de esta necesidad, les diré que no lo sé, pero siento que, aunque el propio sistema educativo no facilite posibles propuestas de mejora, no debemos resignarnos a aceptar que un cambio no es posible.

Este artículo pretende mostrar algunas de mis experiencias docentes en estos últimos diez años, experiencias que me hicieron reflexionar sobre algunos aspectos de la enseñanza y el aprendizaje.

2. La primera historia: máquinas con muchas matemáticas

Mi primera historia implica a una antigua alumna del grado de Matemáticas, Cynthia Bolaños Florido, hoy una estupenda profesional de la educación.

En 2015, uno de mis compañeros de departamento impartía clase en el máster de profesorado de la Universidad de La Laguna y una alumna del mismo le presentó un trabajo sobre máquinas que dibujan curvas planas. Este trabajo estaba basado fundamentalmente en un artículo de Jacinto Quevedo (Quevedo, 2005) sobre las máquinas del Museo Universitario de Módena y algunas propuestas de José Antonio Mora (Mora, 2007) sobre geometría dinámica de artefactos articulados.

La enseñanza de las matemáticas ha abandonado en muchos momentos de la historia esa matemática motivadora que se toca, que se razona desde la observación, sin que tenga que estar ligada necesariamente a la abstracción de las ecuaciones y las coordenadas.

Vimos una oportunidad de acercarnos a esta matemática con las Matemáquinas (que así llaman a las máquinas que construyen curvas) y decidimos ofertar un curso de Geogebra para construir máquinas como la máquina de coser, el elipsógrafo, el parabológrafo y algunas otras. Aquel curso nos dio una nueva perspectiva de cómo abordar la enseñanza de las matemáticas desde la creatividad y la aplicabilidad. Para el curso elaboramos fichas de trabajo como las de la Figura 1.

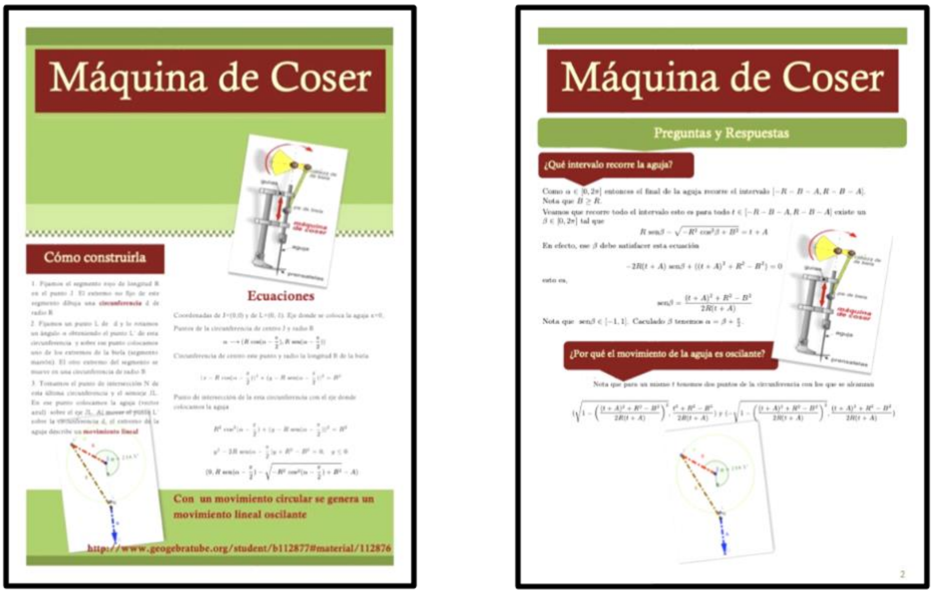

Figura 1. Fichas de trabajo sobre la máquina de coser

En las fichas hacíamos una descripción de cómo construir con Geogebra la máquina que íbamos a estudiar, pensando qué movimiento queríamos lograr. Además, modelizábamos el movimiento de la máquina con ecuaciones buscando sistemas de coordenadas apropiados.

Uno de los aspectos interesantes de estas máquinas es que trasforman curvas que tienen diferentes propiedades como, por ejemplo, diferentes curvaturas. Esto se ve claramente en el caso de la máquina de coser que transforma una circunferencia en un segmento. Esta transformación es consecuencia del proceso dinámico que genera desde un movimiento circular (el de la rueda de la máquina de coser) a un oscilatorio lineal (el de la aguja). Y esta idea da mucho campo para exprimir la matemática que aporta este tipo de artefactos.

Máquinas ligadas a curvas han existido desde tiempos muy antiguos, algunas de ellas construidas para intentar resolver problemas como la trisección de un ángulo, que los matemáticos griegos quisieron resolver usando solo regla y compás. Hoy sabemos que trisecar cualquier triángulo con regla y compás es imposible, pero Hipias de Élide (460 a.C.- 400 a.C.) ideó en el año 420 a.C. una curva a la que denominó cuadratriz que permitía trisecar un ángulo cualquiera. Se trata de una curva construida con el movimiento uniforme de dos segmentos de longitud r que se mueven en un cuadrado ABCD de lado r: uno se desplaza paralelo al lado AB y el otro rota, con punto fijo en A desde B hasta D. La curva es el lugar geométrico de los puntos de intersección de estos dos segmentos que se mueven dentro del cuadrado.

Esta curva permite trisecar un ángulo menor que un recto como sigue: colocamos uno de los segmentos del ángulo en el lado AB del cuadrado (con el vértice del ángulo en A) tal que el ángulo quede dentro del cuadrado. Trazamos la paralela a AB que pase por el punto G de intersección de la cuadratriz y el lado del ángulo contenido en el interior del cuadrado. Consideramos la paralela al lado AB que pase por G. Con ello determinamos el punto F del segmento AD. Ahora nos basta con dividir el segmento AF en tres partes iguales (usando, por ejemplo, Tales) y trazar las paralelas a AB que pasen por los puntos P y Q. Las intersecciones de estas paralelas con la cuadratriz nos proporcionan los puntos U y F para dividir el ángulo en tres partes iguales (ver Figura 2).

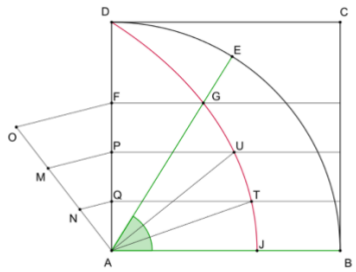

Figura 2. Cuadratriz y la trisección de un ángulo

Entender cómo estas máquinas realizan su función es un trabajo interesante y muy instructivo.

En nuestro curso trabajábamos con mecanismos articulados planos, esto es, mecanismos compuestos por segmentos rígidos unidos por sus extremos mediante articulaciones de tal forma que el posicionamiento de uno de estos segmentos en el plano condiciona el del resto. Lo interesante, es que al mover uno de los vértices del mecanismo originamos distintos movimientos del resto de vértices. La elección del vértice que queremos mover y la del que queremos observar son datos que determinan la curva final. Un ejemplo de estos mecanismos es el hiperbológrafo de Descartes que genera desde un movimiento lineal sobre una recta de uno de los vértices un movimiento sobre una hipérbola en el otro extremo (Manzano, 2016a).

Después de trabajar estos mecanismos surgió una pregunta natural: ¿es posible construir un mecanismo que nos diseñe una curva plana dada? Cynthia aceptó este reto y estudió el caso de curvas planas algebraicas (polinomiales) en (Bolaños, 2016). En 1875 Alfred Kempe (1849-1922) en un artículo de los Proc. London Math. Soc. (Kempe, 1875) había resuelto este problema para este tipo de curvas.

Kempe es más conocido por una demostración errónea: creyó haber demostrado el problema de colorear con 4 colores cualquier mapa geográfico de manera que dos países fronterizos no tengan el mismo color. Aprovecho la ocasión para hablar que en ciencia los errores son los caminos de la búsqueda de la solución a los problemas y que la ciencia está plagada de errores que han servido para llegar a los grandes descubrimientos. En general, cuando enseñamos matemáticas estamos más interesados en saber resolver un problema correctamente que en analizar los posibles errores que se pueden cometer con el razonamiento. Cuando te enfrentas con un problema del que no conoces el camino para solucionarlo, el error puede descubrir aspectos interesantes que te pueden llevar a la solución final.

Retomando el resultado de Kempe de los mecanismos planos, éste prueba que si tengo una curva algebraicas plana (curva determinada de forma implícita por $F(x,y)=0$, donde $F(x,y)$ es un polinomio en las variables x e y) podemos idear un mecanismo articulado de tal manera que al mover uno de los extremos sobre la curva induce en el otro extremo del mecanismo un movimiento rectilíneo. De hecho, Kempe lo que hace es describir mecanismos elementales que suman ángulos, calculan el simétrico de un punto, realizan traslaciones o permiten obtener la perpendicular a un segmento. La yuxtaposición de estas máquinas elementales nos permite construir un mecanismo que genera un segmento en el final del artilugio. Con un proceso ideado para revertir el mecanismo tenemos la máquina que puede pintar la curva algebraica plana desde un movimiento lineal.

Esta construcción es local, esto es, fijamos un punto de la curva y podemos obtener un mecanismo que nos dibuje un trozo de curva alrededor de ese punto. Lo interesante de este resultado es que es constructivo. Pero, esta construcción no tiene que ser óptima en el sentido que es posible obtener otras máquinas más simples, con menos segmentos, que pinten la misma curva. De hecho, Cynthia construyó

(Bolaños, 2006) el mecanismo asociado a la elipse con la construcción de Kempe con Geogebra y como se puede observar en la Figura 3, ese mecanismo es bastante complicado.

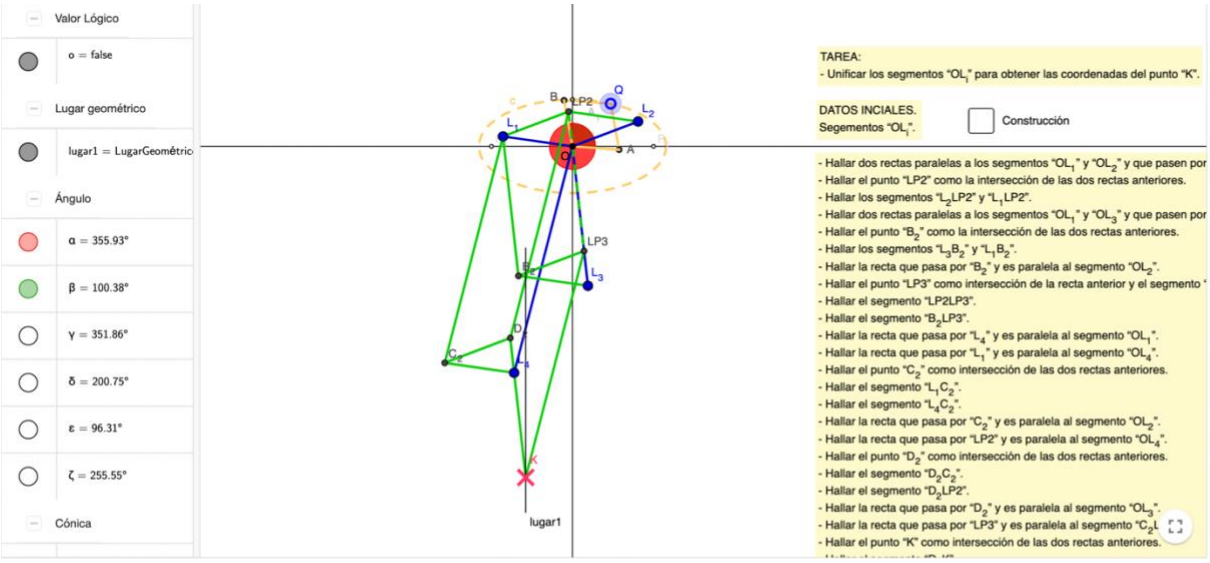

Figura 3. Mecanismo para construir la elipse usando el método de Kempe

Así que el Teorema de Kempe no cierra la búsqueda de mecanismos que pinten curvas algebraicas planas. Hay artilugios más simples como el elipsógrafo de Proclo (Manzano, 2016b) que pinta una elipse y que está basado en que esta curva puede ser construida como sigue: se considera un segmento AD de longitud a y un punto C sobre el segmento AD tales que AC=b, entonces la elipse de semiejes a y b es el lugar geométrico de los puntos A cuando C y D se mueven respectivamente sobre dos rectas perpendiculares.

Estos mecanismos te permiten visualizar lugares geométricos y un hecho que muchas veces no se resalta: una misma curva puede ser descrita en términos de diferentes lugares geométricos (en nuestro caso puede ser pintada por varios mecanismos articulados).

¿Qué aprendí del trabajo con Cynthia? Primero su entusiasmo para abordar temáticas que visualizan las matemáticas desde una nueva perspectiva, en este caso desde la perspectiva de la mecánica. Además, la necesidad de comprobación experimental de los resultados. Geogebra es una muy buena herramienta para el descubrimiento y para la implementación experimental. Y por último, la humildad de darnos cuenta que a veces los matemáticos y las matemáticas podemos resolver los problemas, pero no siempre obtenemos las soluciones más eficientes para otros profesionales. Esto dificulta la relación con ellos y tenemos que aprender a trabajar en grupos interdisciplinares porque la ciencia lo requiere.

3. La segunda historia: ¿manual o digital?

Unos años después de desarrollar este trabajo con Cynthia, surgió la ocasión de introducir mecanismos simples en el al aula de tercero de la ESO para visualizar algunos aspectos relacionado con la geometría. Macarena Fariña Castañeda, alumna del mater del profesorado comenzó a trabajar conmigo en la temática (Macarena, 2016).

He leído recientemente que los gurús de la tecnología en Silicon Valley prefieren no tener tecnología en las aulas de sus hijos e hijas (Guimón, 2019). En lugar de tabletas y portátiles, el alumnado en los colegios en donde estudian estos chicos y chicas trabaja con papel, lápices, bolígrafos y pizarras de tizas. Ya tendrán tiempo de dominar la tecnología y cuando lo vayan a hacer se enfrentarán a ella con sentido crítico. La evolución de la tecnología resulta sorprendente e indudablemente ha mejorado nuestras vidas, pero tiene algunos aspectos perversos que están relacionados con las matemáticas. Ya no se busca la información. Los algoritmos son complacientes con nuestras opiniones, así que dejamos en sus manos la elección de las películas o las noticias. Esto implica no ver y no oír otras posibilidades.

En 2016 nos propusimos contrastar los beneficios de usar materiales manipulativos o diseñados con GeoGebra en la enseñanza y aprendizaje de los conceptos de semejanza y simetría. Diseñamos una propuesta y contactamos con el IES Sabino Berthelot de Ravelo para implementar el proyecto con María José y Cristina, dos profesoras de matemáticas del centro.

El alumnado construyó un pantógrafo y un calidoscopio físicos. Con el pantógrafo comprobaron su funcionamiento ampliando la imagen que se dibujaba en un trozo de papel. Con el calidoscopio tomaron una foto de la imagen que se observaba a través de él para luego tratarla digitalmente. En la segunda fase trabajaron estas dos herramientas con Geogebra. Con un pantógrafo generado con Geogebra previamente por Macarena hicieron el mismo proceso de ver cómo se ampliaba un dibujo que pintaban en el ordenador. Con la fotografía obtenida del calidoscopio buscaron los ejes de simetría y luego construyeron su propio calidoscopio digital usando estos datos (ver Figura 4).

Nuestra conclusión en esta simple experimentación fue que al trabajar de forma manipulativa estos conceptos, el alumnado estaba predispuesto a entender. Además, lo manipulativo y lo digital se complementaban y, de alguna manera, se reforzaban mutuamente. Los resultados de esta propuesta, así como el material empleado las publicamos en la revista Suma (Fariña et al, 2018).

De Macarena aprendí que llevar algunas ideas al aula no es simple, que requiere de un gran esfuerzo de trabajo previo y flexibilidad porque el factor humano es muy importante. María José y Cristina las profesoras del centro nos ayudaron muchísimo, pero aprendí que cuando queremos proponer al profesorado alguna actividad, las ideas que llevemos al aula deben estar muy discutidas, repensadas y contrastada previamente con la experiencia, porque ya en el aula nos vamos a encontrar irremediablemente con inconvenientes.

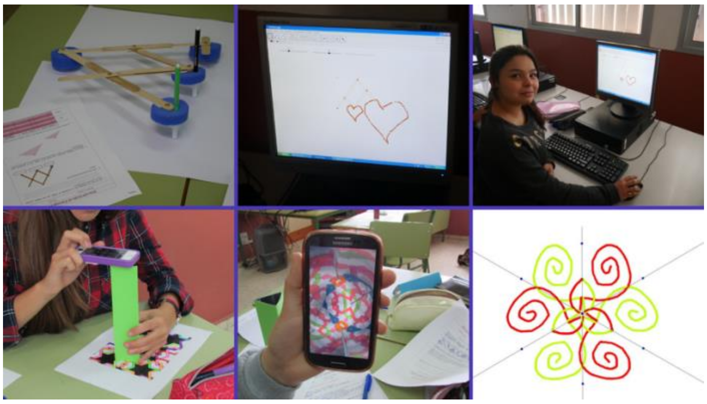

Figura 4. Experiencia en el aula del proyecto “Descubriendo el pantógrafo y el calidoscopio”

4. La tercera historia: mecanismo que detectan geodésicas

La mujer de nuestra tercera historia es Sara Santana Romero.

Los artilugios mecánicos para descubrir las matemáticas me resultan apasionantes. Hace unos años Juan Margalef Bentabol me hizo llegar un trabajo (Santander, 1992) de Mariano Santander, profesor de Física Teórica de la Universidad de Valladolid, sobre la existencia de un artefacto, el indicador del Sur. Este mecanismo permitía discernir si estamos sobre la curva que delimita el camino más corto entre dos puntos sobre una superficie cualquiera. Este tipo de curvas se llaman geodésica. En el plano las geodésicas son las rectas y los caminos más cortos entre dos puntos, el segmento que los une, contenido en esa recta. En la esfera, las geodésicas con los círculos máximos, esto es, los círculos sobre la esfera que la dividen en dos partes iguales. Así, el camino más corto entre dos puntos de la esfera es uno de los segmentos curvilíneos contenidos en el círculo máximo que pasa por esos puntos. Si pensamos en una naranja. La geodésica que pasa por dos puntos A y B elegidos sobre la superficie de la naranja se consigue dividiendo la naranja en dos partes iguales con un cuchillo que pase por esos dos puntos. El borde de ese corte es la geodésica y el trozo de arco más pequeño que une los dos puntos sobre esta geodésica es el camino más corto entre los puntos prefijados (la línea discontinua de la Figura 5).

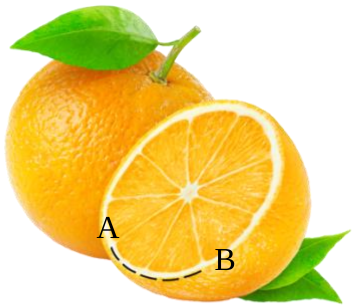

Figura 5. La geodésica sobre la que se encuentra el camino más corto de A a B.

Calcular estos caminos en cualquier superficie no es nada trivial y requiere una matemática complicada usando ecuaciones diferenciales. Pero ahí está el indicador del Sur que tiene su origen en la China milenaria y que fue ideado para otro objetivo.

La leyenda sobre el indicador del Sur lo presenta como un carro rojo tirado por caballos, coronado por la figura de jade rojo del emperador que tiene el brazo extendido señalando hacia el Sur (la cultura china utiliza el Sur como referente). Parece ser que el carro se usaba con los mismos objetivos de una brújula. Su funcionamiento era el siguiente: el carro comienza a moverse y si las ruedas giran un ángulo, la figura del emperador realizaba un giro de la misma amplitud, pero en sentido contrario, consiguiendo que la mano siempre esté señalando hacia el Sur.

A principios del siglo XX varios ingenieros intentaron reconstrucciones de este artefacto, del que solo se tenía información escrita. Sorprendía que era un artilugio puramente mecánico, sin ningún elemento magnético.

El famoso ingeniero George Lanchester, propone una reconstrucción (Figura 6) con el uso de un diferencial que permitiría realizar las semidiferencias de las velocidades angulares de las ruedas y que sería el responsable de generar el giro del emperador para que siempre señale al Sur. Y hasta ahí la historia ingenieril de este mecanismo que se le considera el primer autómata de la historia.

Figura 6. El indicador del Sur

Pero sorprendentemente Mariano Santander descubre los secretos geométricos que nos desvela este artilugio. Sara desarrolló (Santana, 2019) el contenido del trabajo de Santander (Santander, 1992) en el que muestra que el indicador del Sur sirve para determinar si una curva es o no geodésica.

Para ello solo hay que pasar el punto medio del eje del carro por la curva contenida en la superficie y observar el ángulo que forma el eje del carro con el dedo del emperador. Si este no cambia desde el inicio del movimiento al final estamos sobre la geodésica. En caso contrario, no es una geodésica. Lo interesante de este proceso es que convertimos un problema matemático complicado, porque calcular geodésica no es cualquier cosa, en un asunto que puede resolver cualquier persona sin mas que mover el carro adecuadamente sobre la superficie. Se trata de un proceso a la inversa de lo que normalmente hacemos, pero que también está fundamentado en las matemáticas.

Este artilugio además mide de manera aproximada cómo se curva la superficie (para una explicación de este proceso remitimos a Santana, 2019 y a Santander, 1992).

De Sara aprendí lo emocionante que es redescubrir que la matemática teórica puede desentrañar nuevos usos de los mecanismos que ya están ideados. Esto es muy usual en ciencia. ¡Cuántas veces hemos oído que por casualidad ha sido descubierta la utilidad para una enfermedad de un medicamento que se usaba en un problema diferente de salud! Descubrimientos científicos, tecnológicos o ingenieriles abordados por una mente matemática puede generar utilidades que no eran esperables y que resultan sorprendentes.

5. Muchas más historias: fisquitos de historias

El día a día de nuestro trabajo docente nos impide muchas veces disfrutar de las matemáticas. Desgraciadamente hoy la docencia está plagada de informes, memoria y demás escritos que deben ser cumplimentados no se sabe para que propósitos. Además, el estrés por impartir los contenidos establecidos en los currículos genera poca flexibilidad para tener tiempo para el disfrute.

La necesidad de compartir problemas matemáticos apasionantes nos llevó en 2005 a lanzar en la Universidad de La Laguna, sin excesiva convicción, un proyecto cuyo objetivo era intentar generar un espacio de disfrute de las matemáticas. No precisaba de papeles, no se pagaba a nadie, no se controlaba la asistencia…. Se trataba de reunirnos una vez en semana en el ágora de las matemáticas, que en nuestro caso era el aula magna de la Facultad. Alguien nos había convocado para contarnos en diez minutos una apasionante historia, que en nuestro caso tenía que ver con las matemáticas.

Lo de los diez minutos es estricto. El público se compromete a aplaudir si el cronómetro en marcha atrás que está sobre la mesa llega a 0:00 y el o la ponente no ha terminado. En principio los fisquiteros y fisquiteras, que así se nos llamaba a los que contábamos la historia, éramos profesores o profesoras, pero rápidamente el alumnado reivindicó su espacio. Ellos y ellas elegían lo que quería contar y cómo lo querían presentar. Esperando que nuestra experiencia les sirviera, nosotros les dábamos algunos consejos …y llegaba el día en el que se convertían en fisquiteros y fisquiteras con historias que nos sorprendían y emocionaban, incluso a los que ya las habíamos oído en algún ensayo.

Sin haberlo pretendido, los fisquitos se convirtieron en una escuela de comunicación científica, en donde se fomentaba la necesidad de transmitir y compartir nuestro conocimiento con los demás. Aunque parezca paradójico esto no se enseña en nuestras facultades y, en el caso de las matemáticas, es una necesidad si queremos que no se vean las Matemáticas con los ojos de la incredulidad.

En 2020 llegó la pandemia y muchas iniciativas se pararon, entre ellas “Un Fisquito de Matemáticas”. Habíamos pensado en descansar tras la décima temporada, pero parece que la naturaleza no nos dejó tomar la decisión y paró los fisquitos en marzo. En la época de pandemia decidimos elaborar un libro (Padrón, 2021) que fue un precioso regalo colaborativo (Figura 7) pero muchos anhelaban la presencialidad y preguntaban cuándo renacerían los fisquitos.

Al inicio del curso 21-22 Gorka, un alumno de la Universidad del País Vasco que realizaba una estancia anual en la Universidad de La Laguna, se me acercó y me dijo que él quería pertenecer al exquisito club de los fisquiteros y que no podía regresar a su universidad sin incorporarse a esa familia. A los fisquitos suelen acudir muchas personas. En plena sexta ola con omicrón avanzando a toda velocidad no parecía lo más razonable realizar un fisquito. Pero la curva de contagios empezó a bajar y el 14 de marzo de 2022, día internacional de las Matemáticas, Gorka cumplió su sueño contándonos el problema de los 100 prisioneros del que muchos no habíamos oído hablar. Fue fantástico volver a reunirnos y disfrutar del emocionante ambiente fisquitero.

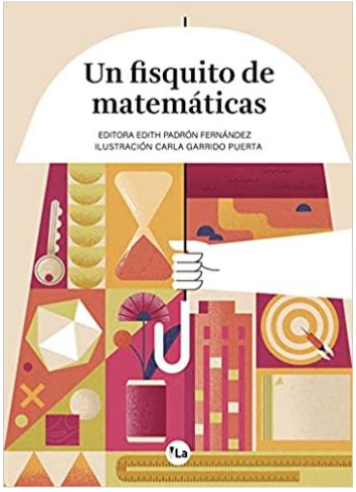

Figura 7. Portada del libro “Un fisquito de Matemáticas”

El éxito de los fisquitos radica en la complicidad que tiene el que cuenta, intentando atraer la curiosidad del público, y el que escucha, que se siente apelado por el o la ponente. Ambos con el reto del tiempo.

¡Que importante es que existan estos espacios en nuestra sociedad, con personas dispuestas a contar buenas historias a los demás y gente comprometida a escuchar y aprender! No renunciemos a las buenas historias ni a las maravillosas mates.

Agradecimientos

Estas últimas palabras quiero dedicarlas a agradecer a la directiva de la Sociedad Canaria de Profesores de Matemáticas "Luis Balbuena Castellano", muy especialmente a Agar y a Samira, la invitación a dar la conferencia inaugural de las XXXIX Jornadas de la sociedad. Encontrarme con algunos de mis compañeros de estudios y con parte de mi alumnado de tantos años de docencia ha sido una gran alegría. Compartir las jornadas con grandes referentes de la divulgación y la enseñanza de las matemáticas fue un lujo. ¡Mil gracias!

Bibliografía

Bolaños Florido, C. (2016). *Dibujando curvas algebraicas planas mediante sistemas articulados.* Trabajo de Fin de Grado, Universidad de La Laguna.

Bolt, B. (1992). *Matemáquinas. Las matemáticas que hay en la tecnología*. Ed Labor, Barcelona.

Fariña Castañeda, M.M. (2016). *Descubriendo el pantógrafo y el caleidoscopio*. Trabajo de Fin de Máster. Universidad de La Laguna.

Fariña, M.M.; Padrón, E.; Gutiérrez, M.J.; Vaquero, C (2018): Material manipulativo vs GeoGebra en el estudio de semejanza y simetría. *Suma: Revista sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas*, 88, 27-3.

Guimón P. (2019): Los gurús digitales crían a sus hijos sin pantallas, el País de https://elpais.com/especiales/2019/crecer-conectados/gurus-digitales/

Kempe, A.B. (1875). On a general method of describing plane curves of the nth degree by linkwork. *Proc. London Math. Soc*. s1-7(1), 213-216.

Lovell, K. (1999). *Desarrollo de los conceptos básicos matemáticos y científicos en los niños*. Madrid: Morata.

Manzano F.J. (2016a): *El hiperbológrafo de Descartes*. Recuperado el 8 de mayo de 2022 de https://youtu.be/No7u_cn9BgY

Manzano F.J. (2016b): Mecanismo articulado para trazar elipses, Recuperado el 8 de mayo de 2022 de https://youtu.be/zkZxaugeWwQ

Mora, J.A (2007): *Geometría Dinámica*, Ponencia presentada en las XIII JAEM, Granada. Julio de 2007, de http://jmora7.com/miWeb8/Archiv/2007_granada_JAMora.pdf y http://jmora7.com/GG5/Maquinas/indice_mecan.html

Padrón, E. (2021). *Un Fisquito de Matemáticas.* Vivelibro, ISBN10- 841884082X

Quevedo, J. (2005). Theatrum Machinarum Matemáquinas en el Museo Universitario de Módena. *Suma: Revista sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas*, 48, 81-90.

Santana Romero, S. (2019). *La Geometría del Indicador del Sur* . Trabajo de Fin de Grado, Universidad de La Laguna.

Santander, M. (1992). The chinese south seeking chariot: a simple mechanical device for visualizing curvature and parallel transport. *Am. J. Phys*, 60, 782- 787.

Edith Padrón Fernández. Departamento de Matemáticas, Estadística e I.O. Universidad de La Laguna (ULL). Profesora Titular de Geometría y Topología de la ULL desde 1993. Su ámbito de investigación se centra en el marco de la Mecánica Geométrica y la Geometría Diferencial. Miembro de la red temática Geometría, Mecánica y Control. Fue la primera presidenta de la Comisión "Mujeres y Matemáticas" de la Real Sociedad Matemática Española desde 2005 a 2009. Autora de la biografía "Vida de Emmy Noether" y ha participado con el capítulo "Tomando un té con Emmy" en el libro "Mujeres matemáticas. 13 matemáticas, 13 espejos". Coordinadora del Aula Cultural Matemática Divulgativa de la ULL.
Email: mepadron@ull.edu.es.