

## CAPI CORRALES RODRIGÁÑEZ

### Investigadora del mes

“Cuando establezco una relación entre ciertos cuadros y ciertos conceptos o técnicas matemáticas no estoy hablando de los cuadros, sino que estoy invitando a que se miren los cuadros de la misma manera que lo hacemos cuando reflexionamos ante una pizarra.”

### ENTRADILLA

Capi Corrales es profesora titular del Departamento de Álgebra de la Universidad Complutense de Madrid. Defendió su tesis en la teoría de los números algebraicos en la Universidad de Michigan (EEUU) en 1986. En la actualidad combina sus investigaciones en teoría de números con la divulgación de las matemáticas contemporáneas, especialmente a través de su relación con el arte en general y la pintura en particular. Coordinó la exposición conmemorativa del centenario del nacimiento de Kurt Gödel que se exhibió en la Sala de Exposiciones del Parque Botánico de la Universidad Complutense de Madrid desde el 22 de agosto al 8 de septiembre, en colaboración con la Real Sociedad Matemática Española y el Comité Organizador del ICM2006.

### Pregunta ¿Qué son las matemáticas?

Respuesta. Me parece muy apropiado que haga usted la pregunta en plural, porque muchas son las matemáticas. Para la mayor parte de las personas las matemáticas son números y figura, con sus cuentas, sus áreas o sus volúmenes. Para quienes han estudiado Bachillerato o han cursado estudios superiores, las matemáticas suelen incluir también otros contenidos, casi siempre prácticos y que resultan útiles en su profesión. Por un lado están las matemáticas visibles, las que se refieren a cuestiones prácticas y aplicaciones en otras profesiones. Por otro lado están las matemáticas que hacemos quienes nos dedicamos a ella. Y

Con formato: Centrado

Con formato: Fuente:  
Univers, 8 pt, Color de fuente:  
Gris 50%

fíjese que he dicho hacemos, porque, cuando habla de su profesión, la comunidad matemática siempre utiliza la expresión hacer matemáticas. No suele ocurrir que nadie diga me voy a hacer arquitectura, o estoy haciendo poesía, o me voy a hacer justicia,... Sin embargo las personas matemáticas siempre decimos me voy a hacer matemáticas, o estoy haciendo matemáticas. Es muy natural, porque, como gustaba decir uno de mis maestros, Miguel de Guzmán, las matemáticas son una forma de hacer. Esto es una manera concisa de decir que las matemáticas son, a la vez, una manera de pensar y una técnica, una filosofía y una herramienta, una manera de mirar el mundo y una manera de organizar los datos que obtenemos cuando miramos el mundo. Y además, las matemáticas proveen al resto de las disciplinas científicas con un lenguaje preciso y fructífero para describir los hechos que observamos en el universo que nos rodea, así como todo un catálogo de modelos y estructuras con los que ilustrar estos hechos.

**P. ¿En qué consisten las relaciones que usted establece entre matemáticas y pintura?**

R. Esas dos características que describía antes de las matemáticas de, por un lado estar en la frontera entre el saber y el hacer, entre el pensar y el actuar, entre el arte y la ciencia y, por otro lado, ofrecer a otras ramas del conocimiento un lenguaje preciso y un riquísimo catálogo de modelos e imágenes con los que describir los hechos, coloca a las matemáticas en un lugar privilegiado en la forja del imaginario abstracto de nuestra cultura. Además nuestra cultura tiene un pie sólidamente aposentado sobre muchas técnicas y tecnologías que son consecuencia directa de las matemáticas, y eso hace que la manera de mirar en derredor de las matemáticas condicione enormemente la manera de mirar de nuestra cultura.

Siempre que dibujamos algo, estamos haciendo un croquis de ese objeto. No reproducimos exactamente el objeto, sino que hacemos un esquema de su estructura, seleccionando aquellos aspectos que nos parecen más relevantes para llevar al papel y pasando por alto otros.

Exactamente lo mismo ocurre cuando nos imaginamos cualquier objeto. Imaginarse un objeto no es otra cosa que hacer un dibujo mental de ese objeto. Al imaginar o dibujar un objeto, nuestro cerebro está seleccionando las características que considera más relevantes de ese objeto y dejando de lado otras. Dicho con otras palabras, está llevando a cabo lo que en matemáticas llamamos un proceso de abstracción sobre ese objeto. Cómo seleccionar los aspectos que caracterizan un determinado tipo de objetos, cómo relacionar las distintas formas, cómo identificar comportamientos parecidos, cómo reconocer y

**Con formato:** Centrado

**Con formato:** Fuente:  
Univers, 8 pt, Color de fuente:  
Gris 50%

describir con precisión las analogías entre las diversas cosas y los diversos fenómenos, es precisamente lo que nos enseñan las matemáticas que todos aprendemos en la escuela. Y llevando puestas esas gafas con las que nos entrenan a mirar en las clases de matemáticas desde la infancia, nos enfrentamos después al mundo que nos rodea. Por eso en cualquier disciplina y en cualquier época de la cultura occidental es posible identificar el rastro que la influencia de la mirada matemática ha ido dejando en su desarrollo.

Cuando establezco una relación entre ciertos cuadros y ciertos conceptos o técnicas matemáticas no estoy hablando de los cuadros, sino que estoy invitando a que se miren los cuadros de la misma manera que lo hacemos cuando reflexionamos ante una pizarra. Podría hacerse con esculturas, textos o sonidos. Utilizo cuadros porque me resulta fácil trabajar con ellos.

Tanto imaginar un objeto como dibujarlo, involucra una representación de la estructura de ese objeto. Las estructuras detrás de las cosas, las ideas detrás de las cosas, es lo que buscan tanto pintores como matemáticos. La palabra idea viene del griego  $\epsilon\iota\delta\omega$ , que significa ver, mirar u observar, y de  $\epsilon\iota\delta\omicron\zeta$ , que significa figura, forma, aspecto o visión. La diferencia entre mi cabeza y *cabeza*, entre un círculo dibujo en la pizarra y *círculo*. La diferencia entre la cosa y la idea de la cosa. Las ideas de las cosas: eso, precisamente, es lo que buscan tanto pintores como matemáticos.

**P. ¿Por qué le resulta a usted más fácil utilizar cuadros que, por ejemplo, piezas musicales, para hacer entender las matemáticas?**

R. Por una razón puramente anecdótica. Cuando hace muchos años empecé a buscar herramientas con las que ilustrar ideas y técnicas matemáticas a un público no matemático, yo no era aún profesora, ni daba conferencias. Yo no era más que una estudiante en la Universidad buscando cómo explicar matemáticas a un grupo de amigos tan entusiastas como legos en la materia. Prácticamente todas mis amistades se dedicaban o bien a la ciencia o bien a la pintura. La elección de los cuadros como herramienta con la que hacerme entender por todos ellos a la vez fue casi inevitable. Luego con el tiempo el ojo se me fue educando y, además, es mucho más fácil trabajar sobre una reproducción de un lienzo proyectada en una pared o reproducida en una foto —basta ir indicando con el dedo dónde y cómo se ha de mirar mientras hablamos—, que trabajar sobre la suposición de que todo el mundo escuchamos o leemos de la misma manera.

**P. Usted gusta citar el ejemplo de cómo el salto de Picasso a Velázquez, pasando por Goya, ilustra el proceso matemático que lleva de Newton a**

Con formato: Centrado

Con formato: Fuente:  
Univers, 8 pt, Color de fuente:  
Gris 50%

## Hausdorff y Grothendieck, pasando por Gauss. ¿Podría explicar brevemente este ejemplo?

R. ¿Qué idea tienen del espacio los matemáticos? ¿Cómo ha ido evolucionando la idea de espacio en matemáticas? Si buscamos la definición de espacio y tiempo en un diccionario, encontramos que a veces son descritos como contenedores en los que ocurren todos los sucesos y procesos naturales, y a veces como relaciones que conectan tales sucesos. Curiosamente, estas dos palabras, "contenedor" y "relación" describen, respectivamente, la idea de Espacio que encontramos en el siglo XVIII, cuando la noción de espacio se menciona explícitamente por primera vez en matemáticas (en cartas de Newton), y la idea de espacio en las matemáticas contemporáneas (forjada con precisión por Hausdorff en 1914). Cuando pensamos en el espacio como un contenedor, estamos pensando en el espacio como un objeto global enorme dado a priori. Un espacio-red, sin embargo, no es un espacio elegido a priori, sino uno construido a partir de las relaciones locales que se establecen entre los elementos del propio espacio. El salto de la caja a la red, supone un cambio enorme en la manera de mirar, física y conceptualmente, en nuestro alrededor. Este cambio, que podemos reconocer en todos los ámbitos de nuestra cultura, no sólo el científico, está muy bien ilustrado por los cuadros *Las Meninas* de Velázquez (1656) y *Las Meninas* de Picasso (1957).



Y no se puede dar el salto de un espacio concebido como caja contenedora a un espacio concebido como una red tejida con las relaciones que se establecen entre las cosas si, para empezar, no saltamos dentro de la caja y nos colocamos

**Con formato:** Centrado

**Con formato:** Fuente:  
Univers, 8 pt, Color de fuente:  
Gris 50%

sobre las cosas. Ese colocarse sobre las cosas es precisamente lo que llevaron a cabo Gauss y Goya en sus pinturas negras, por ejemplo, a principios del siglo XIX.

**P. ¿Podría explicar cuáles son sus líneas de investigación? ¿Qué aplicaciones tiene?**

R. Yo me dedico a investigar dentro de lo que se llama teoría algebraica de los números, que es una rama de las matemáticas en la que se estudian los patrones de comportamiento de aquellos números que son soluciones de ecuaciones dadas por polinomios cuyos coeficientes son números racionales. El tipo de cuestiones sobre las que yo estoy trabajando actualmente, y que atañen a número soluciones de ecuaciones de grado 2, cuadráticas, no tienen, en principio, aplicaciones directas, pero quizás indirectamente alguna sirva algún día para explicar algún fenómeno o construir algo. Por ejemplo, trabajo sobre algunas preguntas que surgieron al contestar una cuestión que nos planteó hace años un físico estadounidense que intentaba describir ciertos comportamientos del *spin* del electrón. La respuesta que hallamos nos sugirió preguntas nuevas, algo que siempre ocurre en matemáticas: toda buena respuesta se convierte de inmediato en una nueva pregunta. Las cuestiones que yo investigo ahora ya no están directamente relacionadas con la pregunta original del físico, pero nunca se sabe,....

**P. Usted también está considerada como divulgadora científica. ¿Qué rango tiene la divulgación científica en la Universidad española?**

R. La divulgación científica no tiene apenas rango en la Universidad española, ni se toma en cuenta como mérito para el currículum. El tema de la divulgación científica en este país es verdaderamente difícil de encarar sin deprimirse o irritarse. Por un lado, la divulgación científica tiene una buenísima acogida por la ciudadanía. Yo he llegado a dar en Madrid una conferencia de divulgación de matemáticas en un día de partido entre el Real Madrid y el Atlético, y he tenido lleno total con la mitad del público de menos de treinta años.. Y sé de mucha otra gente a quienes les han ocurrido cosas parecidas. Pero pese a lo que el público valora la divulgación, ni los responsables académicos ni los responsables políticos lo hacen. La remuneración económica es mísera, y las publicaciones ni se pagan ni se tienen en cuenta como méritos. Se trata de un síntoma claro de lo muy atrasado que está en temas de educación y ciencia este país. En este campo, y por muy duro que resulte aceptarlo, somos aún bastante paletos.

Con formato: Centrado

Con formato: Fuente:  
Univers, 8 pt, Color de fuente:  
Gris 50%

Nadie en la comunidad científica internacional (y casi nadie en la nacional) pone ya en duda que hacer divulgación de calidad es difícilísimo, y tampoco pone nadie en duda que en España tenemos gente que hace divulgación científica de excelente nivel. Bueno, pues a pesar de ello, aquí seguimos sin valorarlo en absoluto a la hora de la verdad. En el caso concreto de las matemáticas la situación es aún peor. No es ya que no se valore el hacer divulgación, sino que daña a las pocas personas que en la comunidad matemática española combinamos la investigación con la divulgación. No sólo por hacerlo en nuestro tiempo libre y *gratis*, sino que, además, con frecuencia nos enfrentamos a muchos recelos y prejuicios por parte de nuestros colegas. Su pensamiento a veces explícito suele ser “hace divulgación porque no es lo bastante buena como para hacer matemáticas”. No es de extrañar que haya tan poca gente que se dedique a hacer divulgación matemática. Requiere muchísimo trabajo y tiempo y luego se vuelve contra ti. Es una situación verdaderamente poco esperanzadora.

**P. ¿Para cuando una Medalla Fields (el Nobel de las Ciencias matemáticas, reservado a menores de cuarenta años) para una mujer?**

R. Tal y cómo están las cosas, *yo no lo veo venir*.

**P. ¿Cómo ve la situación actual de las mujeres matemáticas en España en el ámbito de la educación y de la investigación?**

R. Si tenemos en cuenta la situación global, yo creo que no estamos ni mejor ni peor que cuando yo acabé la carrera en 1979. Hay más mujeres, pero en mi opinión ni estamos en mejor situación, ni la comunidad matemática está más concienciada que entonces sobre el hecho de que estamos ante un problema. De hecho, yo diría que en algunos aspectos hemos ido incluso a peor. Algunas actuaciones llevadas a cabo en los últimos años por las instituciones y sociedades responsables de las políticas y decisiones que atañen a las mujeres en el ámbito de la educación e investigación matemática, y que desafortunadamente han tenido bastante más de limpieza de fachada que de mejora de estructuras, hacen creer a algunos que las cosas están mejor, hasta el punto de que empieza a estar mal visto no creer que las cosas van mejor.

**P. ¿Qué piensan los matemáticos de la escasez de mujeres en la investigación matemática?**

**Con formato:** Centrado

**Con formato:** Fuente:  
Univers, 8 pt, Color de fuente:  
Gris 50%

R. Muchos de ellos arguyen que el que haya pocas mujeres es un problema de las propias mujeres, que ellos no son responsables, y por lo tanto no tienen nada que cambiar. De hecho, a lo largo de la historia de nuestra cultura se ha mantenido la convicción, explicitada o no, de que de verdad, de verdad, las mujeres no son buenas en matemáticas —o no son tan buenas cómo los hombres—, porque si lo fuesen, habría más mujeres matemáticas. Esta creencia se apoya sobre dos pilares. El primero es el profundo desconocimiento de la historia en general, y de la de nuestra cultura, de las matemáticas, de las mujeres y de las mujeres matemáticas en particular. De cubrir esta laguna están encargándose en los últimos años muchas personas, y el número de publicaciones serias tanto sobre la historia de las matemáticas, como sobre la contribución de las mujeres a la matemática a lo largo de su historia, es cada vez mayor.

El otro supuesto en el que se basa esta creencia de que las mujeres no son lo bastante buenas en matemáticas, es la firme convicción que existe en nuestra sociedad en general, y en la comunidad científica en particular, de que las matemáticas, y la ciencia en general, son una *meritocracia*, que quien tenga talento acabará brillando, y que si alguna persona es verdaderamente buena en matemáticas, su talento prevalecerá. La historia de las mujeres matemáticas y científicas a lo largo del siglo XX, de todo el siglo XX, ha puesto en cuestión este supuesto, y está llevando a la comunidad científica a caer en la cuenta de que se trata tan sólo de un mito. Un mito que sigue resultando muy conveniente mantener, pues absuelve a esta comunidad de toda responsabilidad ante la escasez de mujeres investigadoras.

Como demuestra el histórico artículo que Agnes Wold y Christinne Wennerås publicaron en *Nature* en 1997 (“Nepotism and sexism in peer-review”, vol. 387, 241-243), un análisis cuidadoso de las experiencias de las mujeres científicas nos lleva a conclusiones bien distintas. En efecto, hay dos conclusiones irrefutables de este estudio, que por quién lo había escrito —dos investigadoras, inmunólogas, en activo y muy buenas en lo suyo— y dónde se publicó —*Nature*, LA revista científica por excelencia— no pudo ser ignorado por la comunidad masculina científica. que por vez primera vio ciertas vergüenzas suyas aireadas y denunciadas públicamente. La primera es que la culpa de que no haya más mujeres científicas no está en la sociedad, sino en la propia comunidad científica y académica, en sus maneras discriminatorias a la hora de seleccionar sus miembros y en sus prejuicios a la hora de evaluarles. (Concretamente, la culpa de que no haya más mujeres matemáticas la tiene la propia comunidad matemática.)

La segunda conclusión es que el talento no basta. Mujeres notorias en los ambientes matemáticos por tener una capacidad matemática fuera de serie, que

**Con formato:** Centrado

**Con formato:** Fuente:  
Univers, 8 pt, Color de fuente:  
Gris 50%

se han doctorado en las más prestigiosas instituciones del mundo, cuyas tesis y trabajos posteriores han supuesto verdaderos avances en la resolución de problemas matemáticos concretos, siguen abandonando la investigación, cambiando de disciplina o dando clases en alguna oscura universidad del mundo. Si hasta hace algunos años las experiencias de estas mujeres pasaban desapercibidas, hoy ya no es así. La actividad de las asociaciones y redes de mujeres matemáticas, así como los numerosos estudios sobre la situación de las mujeres científicas que desde muy diversos puntos de vista se vienen llevando a cabo, han ayudado a levantar la venda de los ojos de muchos, a quienes ya no cabe la menor duda de que el talento por sí sólo no basta para que alguien se convierta en matemático. De la mano de las mujeres, el mito ha caído, dejándonos una larga lista de preguntas. ¿Qué hay que tener, además de talento, para llegar a conseguir un puesto en la comunidad matemática? ¿Cuáles son las reglas implícitas, nunca verbalizadas, que hay que seguir para formar parte del juego? Mientras estas reglas no se expliciten la situación no mejorará para nosotras, ni se estará en un sistema democrático ni “excelente”

**P. ¿En qué medida está presente la ciencia en su vida diaria?**

R. Soy científica y vivo en el siglo XXI en el seno de una cultura fruto del hacer científico. Hay pocas cosas en mi vida diaria que no tengan que ver, directa o indirectamente con la ciencia.

**P. ¿Piensa que la ciencia no tiene límites? ¿Por qué?**

R. El motor que mueve la ciencia es la curiosidad humana, y la curiosidad humana no tiene límites.

**P. ¿Cuál cree que ha sido el descubrimiento científico más valioso para la historia de la humanidad?**

R. Quizás entender la relación entre pensar y entender.

**P. ¿Cuál es para usted la investigadora o investigador actual o histórico que más le ha impactado?**

R. Actuales, las biólogas Rita Levi-Montalcini y Lynn Margulis. Históricas, la matemática Emmy Noether y el físico Albert Einstein.

**Con formato:** Centrado

**Con formato:** Fuente:  
Univers, 8 pt, Color de fuente:  
Gris 50%

**P. ¿Cuáles cree que serán los problemas éticos que tendrá que superar la ciencia del futuro?**

R. Los mismos que ha tenido que superar siempre: qué hacer cuando no cabe la menor duda de que el conocimiento al que estamos accediendo, las técnicas que estamos desarrollando y la tecnología que estamos construyendo están muy por encima de lo que nuestra especie está capacitada para entender, digerir, o manejar.

**P. ¿Qué tema de los que la ciencia hasta ahora no haya sido capaz de explicar le gustaría que fuese resuelto?**

R. Cómo funciona el cerebro.

**Con formato:** Centrado

**Con formato:** Fuente:  
Univers, 8 pt, Color de fuente:  
Gris 50%