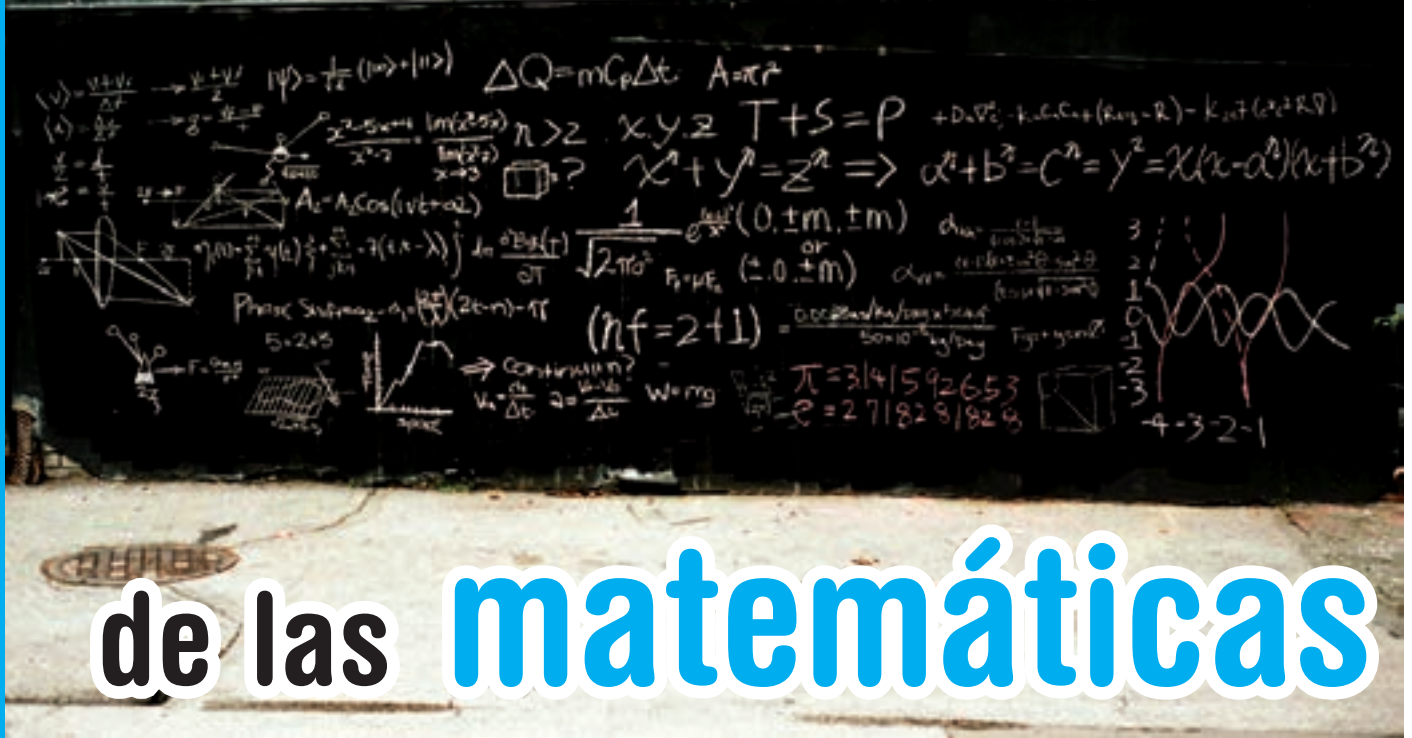


Imagen Flickr / Byron Barrett.

# El complejo mundo



# de las matemáticas

**Matemáticas es la asignatura más odiada por los estudiantes de todo el mundo. Sin embargo, no todos son sombras. Los alumnos que las disfrutan y las entienden acaban enamorándose de esta ciencia tan abstracta como compleja. En los últimos años, las universidades que ofrecen este grado contemplan como crece el número de alumnos, especialmente porque la inserción laboral de los matemáticos es óptima, ya no solo en el ámbito educativo, sino también en el sector bancario, el tecnológico e incluso el comercial.**

## Entre Estudiantes

Las matemáticas son de lejos la materia más difícil de todas para la gran mayoría de los alumnos, ya no solo de nuestro país, sino de todo el mundo. El odio que despierta en algunas personas se arrastra durante años y termina siendo irreconciliable. Es, en definitiva, la asignatura que trae de cabeza a la mayoría de los estudiantes desde primaria hasta la universidad. Pero por eso, quienes las aman, lo hacen para

siempre. Y hay quien decide profundizar, estudiando el grado universitario, considerado uno de los más difíciles de toda la oferta académica.

Ciertamente, es una ciencia abstracta y compleja que puede presentar dificultades ausentes en otras materias, pero es una ciencia con un lenguaje universal. Galileo decía que es el lenguaje en que está escrito nuestro mundo, "el alfabeto con el que Dios ha dictado el Universo". Prácticamente no podemos hacer nada sin que intervengan las matemáticas como un instrumento que facilita nuestras actividades. Son, han sido y serán la base de la evolución de la humanidad y han posibilitado el actual nivel de desarrollo de las sociedades industriales y de la información.

Las matemáticas surgen por la necesidad que tiene el hombre de resolver ciertas cuestiones y problemas que le intrigan. Son un intento de conocer el universo, de hacerlo inteligible mediante el razonamiento y la simbolización. Las matemáticas han proporcionado, y proporcionan, las herramientas necesarias para desarrollar las aplicaciones científicas y técnicas que han hecho posible nuestra actual civilización tecnológica.

## La carrera al desnudo

■ **Área:** Ciencias

■ **Estudios:** Matemáticas

■ **Duración:** Cuatro cursos (240 créditos)

■ **Acceso:** Aunque el acceso de Grado es posible desde cualquiera de las vías de bachillerato, cuando no haya plazas suficientes tendrán preferencia los alumnos procedentes de Ciencias y Tecnología, pues es recomendable tener conocimientos de biología, química, matemáticas y física.

**Desde Formación Profesional:** Cuando la demanda supere la oferta de plazas tendrán preferencia los técnicos superiores procedentes de la familia de Informática y Comunicaciones, o similares.

■ **Perfil del estudiante:** El grado en Matemáticas está diseñado para acoger a estudiantes con capacidad para el razonamiento abstracto y la resolución de problemas, además del imprescindible hábito de trabajo, dedicación al estudio y gusto por las Matemáticas y la Estadística. Asimismo, y además de tener facilidad para estas materias, es importante que tenga capacidad intelectual y de abstracción y capacidad de visualización geométrica en el espacio.

■ **Objetivos:** Entre los objetivos más destacados a alcanzar por los estudiantes de este grado destaca:

- Conocer la naturaleza, métodos y fines de los distintos campos de la Matemática junto con cierta perspectiva histórica de su desarrollo.
- Reconocer la presencia de la Matemática subyacente en la Naturaleza, en la Ciencia, en la Tecnología y en el Arte. Reco-

nocer a la Matemática como parte integrante de la Educación y la Cultura.

- Desarrollar las capacidades analíticas y de abstracción, la intuición y el pensamiento lógico y riguroso a través del estudio de la Matemática.
- Capacitar para la utilización de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la definición y planteamiento de problemas y en la búsqueda de sus soluciones tanto en contextos académicos como profesionales.
- Preparar para posteriores estudios especializados, tanto en una disciplina matemática como en cualquiera de las ciencias que requieran buenos fundamentos matemáticos.

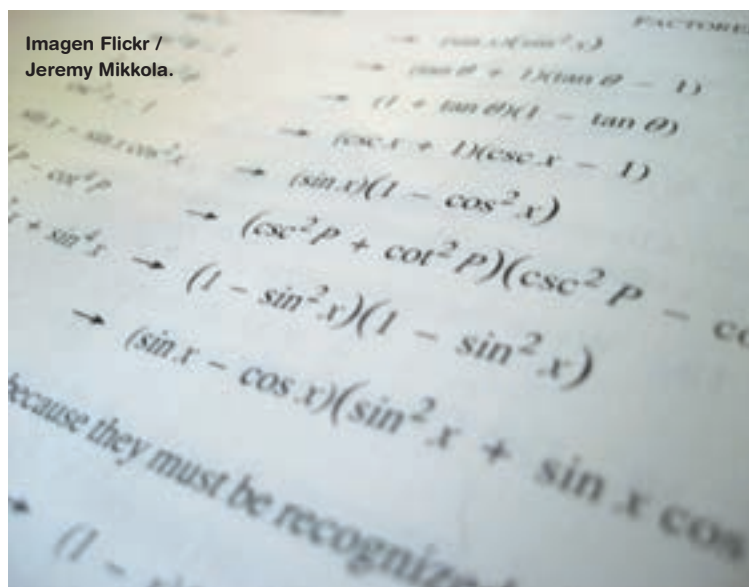
■ **Competencias:** Entre otras, algunas de las competencias específicas que adquirirán los estudiantes que culminen esta titulación son las siguientes:

- Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad de enunciar proposiciones en distintos campos de las Matemáticas, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de las Matemáticas.
- Asimilar la definición de nuevos objetos matemáticos en términos de otros ya conocidos y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.

■ **Donde se estudia:** Universidad Politécnica de Catalunya, Universidad de Barcelona, Universidad Autónoma de Madrid, Universitat de València, Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad de Alicante, Universidad Complutense de Madrid, Universidad de Valladolid, Universidad de Málaga, Universidad del País Vasco, Universidad de Salamanca, Universidad de Sevilla, Universidad de Santiago de Compostela, Universidad de Extremadura, Universidad Rey Juan Carlos, Universidad de Oviedo, Universidad de Granada, Universidad de Murcia, Universidad de Cantabria, Universidad de La Rioja, Universitat de les Illes Balears, Universidad de La Laguna, Universidad de Almería, Universidad de Zaragoza y UNED.

### Análisis del grado

Los estudios de Matemáticas no dejan indiferente a nadie: o gustan mucho o se odian, de hecho, en torno al 30% de los alumnos que comienzan estos estudios acaba cambiándose a otro grado. Es la ciencia abstracta por excelencia, por lo que es necesario sentir una atracción especial por los números. La carrera da un buen conocimiento de las matemáticas básicas y capacita para poder aplicarlas en las diferentes salidas laborales. Forma profesionales capaces de proponer modelos teóricos para explicar fenómenos reales, de hacer un buen planteamiento de un problema y acercarse al método más adecuado para proponer e implantar soluciones. Esta es una de las razones por la que las empresas, cada vez con más frecuencia, incorporan matemáticos en sus plantillas.



En las universidades españolas, ya desde su fundación en la Edad Media, las Matemáticas han estado siempre presentes, ligadas fundamentalmente, primero a la Astronomía, y más tarde, en las épocas renacentista y moderna, a la Ciencia de la Navegación, a las Ingenierías y a la Física. En los últimos años, el número de alumnos matriculados en este grado en las universidades españolas no deja de crecer. Esto indica que el

### «Al cabo de dos años el 95% de los titulados tiene empleo»

antiguo flujo de potenciales alumnos de Matemáticas que iba hacia las Ingenierías y la Informática se ha detenido e incluso se revierte en la actualidad, una vez que el mercado laboral de esos profesionales se satura y que los graduados en Matemáticas hacen valer su versatilidad en las tareas empresariales.

La razón básica de esa versatilidad y de la elevada cotización de los matemáticos en el mercado laboral es que sus estudios les proporcionan una buena capacidad de abstracción, un estimable rigor lógico, una alta capacidad de análisis, estructuración y síntesis, una gran habilidad para la modelización y sobre todo una estimable capacidad de resolver problemas de muy diversos tipos.

Estas competencias son consecuencia contrastada de la formación estrictamente matemática que se ha venido impartiendo en la titulación y de la capacitación informática adquirida precisamente con el desarrollo de las disciplinas matemáticas.

#### Futuro profesional

La Encuesta de Población Activa (EPA) publicada el pasado año revelaba que los matemáticos y los estadísticos son los profesionales que menos paro sufren en España, con una tasa de desempleo de tan solo un 5,7 por ciento. Las razones de su elevada demanda son diversas: por un lado, las empresas los buscan por su gran formación en distintas áreas, como informática, economía o estadística, y, por otro, los titulados en Matemáticas se caracterizan por ser muy imaginativos en sus planteamientos, lo que les permite ejercer profesiones que, en principio, podrían parecer lejanas a su formación.

Hace unos 15 años, los licenciados en Matemáticas tenían como salida laboral la docencia o la investiga-

#### Plan de estudios (UCM)

##### Primer curso

- Álgebra Lineal
- Análisis de Variable Real
- Matemáticas Básicas
- Informática
- Elementos de Matemáticas y Aplicaciones

##### Segundo curso

- Estadística
- Física: Mecánica y Ondas
- Cálculo Diferencial
- Cálculo Integral
- Métodos Numéricos
- Investigación Operativa
- Elementos de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias
- Estructuras Algebraicas
- Probabilidad
- Geometría Lineal

##### Tercer curso

- Geometría Diferencial Curvas y Superficies
- Topología Elemental
- Ecuaciones Diferenciales
- Análisis Numérico
- Análisis de Funciones de Variable Compleja
- Optimización
- Ecuaciones Algebraicas
- Dos optativas

##### Cuarto curso

- Seis optativas de itinerario
- Dos optativas (puede incluir prácticas externas)
- Trabajo Fin de Grado

##### Optativas

- Teoría de Conjuntos
- Lógica Matemática
- Historia de las Matemáticas
- Matemática Elemental desde un Punto de Vista Superior
- Astronomía y Geodesia
- Modelos Estadísticos
- Teoría de Números
- Cálculo de Variaciones

##### Itinerarios de cuarto

- Prácticas externas
- Matemática Pura y Aplicada
- Ciencias de la Computación
- Contenidos avanzados en Matemática Pura y Aplicada
- Contenidos avanzados en Ciencias de la Computación

ción, y eran campos muy limitados. Sin embargo, en los últimos años esta tendencia ha cambiado y el mercado laboral se ha ido ampliando poco a poco para ellos. Son demandados, principalmente, por el sector bancario, por empresas tecnológicas de informática y telecomu-

nicaciones, por el sector comercial y por consultorías. Destaca también que los datos aportados por la Real Sociedad Matemática Española confirman los aportados por la Encuesta de Población Activa: Al cabo de dos años, el 95% de los titulados tiene empleo.

## Las asignaturas-pilares de esta ciencia

La formación básica del grado en Matemáticas está compuesta, ya no solo por materias relacionadas directamente con las matemáticas, sino también con otras que están más cerca de la física o la informática. Estos tres pilares serán sobre los que se sustente toda la titulación y estas son algunas de las asignaturas más importantes de su plan de estudios:

### ÁLGEBRA

A diferencia de la aritmética elemental, que trata de los números y las operaciones fundamentales, en álgebra -para lograr la generalización- se introducen además símbolos (usualmente letras) para representar parámetros (variables o coeficientes), o cantidades desconocidas (incógnitas); las expresiones así formadas son llamadas "fórmulas algebraicas", y expresan una regla o un principio general. Más en concreto, el álgebra lineal es una rama de las matemáticas que estudia conceptos tales como vectores, matrices, sistemas de ecuaciones lineales y en su enfoque de manera más formal, espacios vectoriales y sus transformaciones lineales. Es un área activa que tiene conexiones con muchas áreas dentro y fuera de las matemáticas, como el análisis funcional, las ecuaciones diferenciales, la investigación de operaciones, las gráficas por ordenador o la ingeniería.

### GEOMETRÍA

Es una rama de las matemáticas que se ocupa del estudio de las propiedades de las figuras en el plano o el espacio, incluyendo puntos, rectas, planos, polígonos (que incluyen paralelas, perpendiculares, curvas, superficies, polígonos, poliedros, etc.). Es la base teórica de la geometría descriptiva o del dibujo técnico. También da fundamento a instrumentos como el compás, el teodolito, el pantógrafo o el sistema de posicionamiento global (en especial cuando se la considera en combinación con el análisis matemático y sobre todo con las ecuaciones diferenciales). Sus orígenes se remontan a la solución de problemas concretos relativos a medidas. Tiene su aplicación práctica en física aplicada, mecánica, arquitectura, geografía, cartografía, astronomía, náutica, topografía, balística etc.

### FÍSICA MECÁNICA

La mecánica es la rama de la física que estudia y analiza el movimiento y reposo de los cuerpos, y su evolución en el tiempo, bajo la acción de fuerzas. Modernamente la mecánica incluye la evolución de sistemas físicos más generales que los cuerpos másicos. En ese enfoque la mecánica estudia también las ecuaciones de evolución temporal de sistemas físicos como los campos electromagnéticos

o los sistemas cuánticos donde propiamente no es correcto hablar de cuerpos físicos. La mecánica es una ciencia perteneciente a la física, ya que los fenómenos que estudia son físicos, por ello está relacionada con las matemáticas. Sin embargo, también puede relacionarse con la ingeniería, en un modo menos riguroso. Ambos puntos de vista se justifican parcialmente ya que, si bien la mecánica es la base para la mayoría de las ciencias de la ingeniería clásica, no tiene un carácter tan empírico como éstas y, en cambio, por su rigor y razonamiento deductivo, se parece más a la matemática.

### PROBABILIDAD

Las probabilidades constituyen una rama de las matemáticas que se ocupa de medir o determinar cuantitativamente la posibilidad de que un suceso o experimento produzca un determinado resultado. La probabilidad está basada en el estudio de la combinatoria y es fundamento necesario de la estadística. La creación de la probabilidad se atribuye a los matemáticos franceses del siglo XVII Blaise Pascal y Pierre de Fermat, aunque algunos matemáticos anteriores, como Gerolamo Cardano en el siglo XVI, habían aportado importantes contribuciones a su desarrollo. La probabilidad matemática comenzó como un intento de responder a varias preguntas que surgían en los juegos de azar, por ejemplo saber cuántas veces se han de lanzar un par de dados para que la probabilidad de que salga seis sea el 50 por ciento.

### TOPOLOGÍA

La topología es probablemente la más joven de las ramas clásicas de las matemáticas. En contraste con el álgebra, la geometría y la teoría de los números, cuyas genealogías datan de tiempos antiguos, la topología aparece en el siglo diecisiete, con el nombre de 'analysis situs', esto es, análisis de la posición. De manera informal, la topología se ocupa de aquellas propiedades de las figuras que permanecen invariables, cuando dichas figuras son plegadas, dilatadas, contraídas o deformadas, de modo que no aparezcan nuevos puntos, o se hagan coincidir puntos diferentes. La transformación permitida presupone, en otras palabras, que hay una correspondencia biunívoca entre los puntos de la figura original y los de la transformada, y que la deformación hace corresponder puntos próximos a puntos próximos. Esta última propiedad se llama continuidad, y lo que se requiere es que la transformación y su inversa sean ambas continuas: así, trabajarlos con homeomorfismos. Por ejemplo, en topología un círculo es lo mismo que un cuadrado, ya que podemos transformar uno en otro de forma continua, sin romper ni pegar. Pero una circunferencia no es lo mismo que un segmento, ya que habría que partirla por algún punto.

JOSE FERNÁNDEZ, VICEDECANO DE LA FACULTAD DE MATEMÁTICAS DE LA UM

# «El futuro de los matemáticos es bastante prometedor»

**J**osé Fernández Hernández es doctor en Matemáticas por la Universidad de Murcia. Actualmente, desempeña el puesto de vicedecano de Alumnos de la Facultad de Matemáticas de esta universidad.

—¿Cuál es el perfil idóneo para acceder a este grado?

—Aunque no se exige ninguna formación previa específica, se recomienda que quienes quieran cursar el grado en Matemáticas hayan estudiado un bachillerato científico-tecnológico. Además, resulta fundamental tener un buen hábito de trabajo e interés por las matemáticas: gusto por resolver problemas, habilidad en el cálculo y capacidad de razonamiento lógico.

—¿Sin duda, es un grado complejo, pero cuáles cree que son las asignaturas que más trabajo cuestan a los estudiantes?

—Ciertamente no es una carrera sencilla. No en vano, se estudian las teorías desarrolladas por algunas de las mentes más brillantes que ha dado la historia. No se puede decir que haya algunas asignaturas que sean más difíciles de aprobar que otras. No obstante, lo que sí es cierto es que el primer curso de la carrera, y en especial el primer cuatrimestre, es especialmente complicado para muchos alumnos. El aterrizaje en la universidad desde el instituto es en ocasiones difícil, y en esta carrera todavía más, ya que la manera de explicar los contenidos, así como los propios contenidos, son bien diferentes de lo aprendido hasta ese momento en el instituto. Hasta que

## «El primer curso es complicado para muchos alumnos»

los alumnos no se adaptan a las nuevas metodologías de trabajo la carrera resulta difícil. Aun así, pasado el primer curso, se podría decir que la dificultad de la carrera es similar a la de cualquier otra carrera científico-tecnológica.

—¿Cómo han evolucionado estos estudios con el Plan Bolonia?

—El plan de estudios actual se diferencia de la antigua licenciatura principalmente en el carácter más aplicado que impregna a todas las asignaturas. Prácticamente en todas hay prácticas de ordenador en las que se instruye al alumno en el uso de distintos programas. También se imparten en primero dos asignaturas de programación en java, ya que en cursos posteriores, en algunas asignaturas se exige a los alumnos que programen en dicho lenguaje distintos procedimientos matemáticos y algoritmos. El carácter más aplicado del grado tiene su reflejo más claro en una asignatura, 'Laboratorio de modelización', en la que se pide al alumno que aplique los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas reales, problemas que debe buscar muchas veces el propio alumno. Hay también una optativa en la que los alumnos pueden hacer prácticas en empresas.

—¿Dónde puede trabajar un matemático y qué labores desempeña?

—La salida tradicional ha sido siempre la enseñanza, pero ese escenario está cambiando. Hoy en día son muchos los egresados que terminan trabajando en empresas privadas (de consultoría, de análisis de datos, de programación informática, de logística, banca, etc.) o entidades públicas (Instituto Nacional de Estadística, Ministerio de Economía, Sanidad, etc.). Cada vez más, las empresas valoran tener entre sus empleados a gente capaz de ver con claridad los problemas y de diseñar estrategias de solución sin ningún tipo de fleco. Los matemáticos se adaptan muy bien a muchas situaciones, porque en la carrera han aprendido a aprender.

—¿Cómo ve el futuro laboral para los jóvenes egresados?

—El futuro (y también el presente) de los egresados es bastante prometedor. Es la carrera con menor índice de paro. Estamos inmersos en un mundo digital, donde la competitividad es enorme. La supervivencia de una empresa depende de que haga las cosas mejor que sus competidoras, y para muchos de los procesos de mejora hace falta un matemático: desde analizar la estructura de un diseño industrial, a simular un fenómeno y así poder experimentar con el modelo matemático, a buscar información útil entre las montañas de datos de que disponen hoy en día la mayoría de las empresas (el conocido como Big Data), pasando por planificar el proceso productivo, de reparto o logístico de una empresa.

LORENZO RODRÍGUEZ, LICENCIADO EN MATEMÁTICAS

# «No hace falta ser un superhombre para ser matemático»

**L**orenzo Rodríguez estudió Matemáticas en la Universidad de Murcia y después un máster de Ingeniería Matemática en Santiago de Compostela. Desde hace dos años trabaja en la empresa Sopra Steria de Madrid, en un motor de cálculo para el Riesgo Operacional del banco francés Société Générale.

**—¿Por qué te decantaste por las matemáticas? Es una de las ciencias más odiadas por los estudiantes...**

—Mentiría si dijese que desde el principio lo tuve claro. Aunque durante mis años de instituto sabía que lo mío eran las ciencias, no fue hasta segundo de bachillerato que me decidí por las matemáticas y no por alguna ingeniería. Esto fue en gran medida al impulso y buen consejo de mi profesor aquel curso. Creo que es fundamental a la hora de que un estudiante escoja una vía u otra tener a alguien que te enseñe y motive. Más si cabe cuando la materia en cuestión es, como dices, de las ciencias más odiadas.

**—La física y las matemáticas siempre han tenido una relación muy directa, ¿en qué se diferencian y en qué se apoyan?**

—Pregunta difícil. Te respondo desde la perspectiva de un matemático que ha estudiado únicamente la física del instituto. Las matemáticas son la base teórica de cualquier ciencia, muy especialmente de la física. Se fundamentan en teorías abstractas, en donde a partir de axiomas se demuestran de manera lógica las tesis. Y estas teorías son utilizadas por el resto de las ciencias. En las matemáticas, todo

se basa en algún resultado demostrado lógicamente. Los resultados son universales y eternos. La física, sin embargo, es una ciencia no exacta, que estudia fenómenos tangibles: la materia, el tiempo, etc. Las teorías se construyen según se van descubriendo los fenómenos, y pueden ir modificándose a lo largo de la historia. Es en la construcción de dichas teorías donde se utilizan las matemáticas. En realidad, a altos niveles, no es tan fácil diferenciar las matemáticas de la física. Por ejemplo, ¿dónde está la frontera matemáticas - física en la teoría de la relatividad? Tampoco hubiese sido posible el hallazgo de las ondas gravitacionales sin el nivel de matemáticas de hoy en día.

**—¿Dónde puede trabajar un matemático y qué sectores dan más posibilidades de empleo?**

—Puede parecer que la docencia es el destino lógico para un matemático, y quizás sea así, pero el abanico de posibilidades es inmenso. Un matemático puede trabajar casi en cualquier ámbito tecnológico hoy en día. No tanto por los conocimientos en sí, sino por las capacidades analíticas adquiridas en los años de estudio. Todo dependerá de lo dispuestos que estemos a alejarnos de la teoría y acercarnos a la vida real. En mi caso, durante la licenciatura eché de menos alguna asignatura más de matemática aplicada (las hay). Fue por ello que, al terminar, decidí estudiar un Máster en Ingeniería Matemática. Esto me sirvió, en parte, para darle sentido a toda la teoría que había visto los cinco años de carrera. Descubrí muchas de las aplicaciones que



tienen las matemáticas en el mundo real: los modelos matemáticos que predicen el tiempo, los modelos que predicen el enfriamiento del metal, los que determinan qué rumbo tomará un foco contaminante en el océano, etc. Mi sector es la banca y el cálculo del riesgo operacional.

**—¿Es tan difícil sacar el grado como se dice por ahí?**

—Siendo realistas, no es fácil. Como todo, depende de la capacidad de cada uno. Es una carrera complicada por el nivel de abstracción que exige y la cantidad de teoría que supone aprender. Se requiere un nivel de disciplina bastante grande. Para mí, lo más complicado, o incluso frustrante, eran los problemas. Todo problema se resuelve en base a la teoría. Pues bien, es frecuente saberse toda la teoría y no llegar a resolver los ejercicios. Incluyo en esto los exámenes.

**—¿Cuál es la principal cualidad que ha de tener un matemático para no morir en el intento?**

—Como todo en la vida, tienes que poner ganas a lo que haces. Es fundamental ser paciente y no darse por vencido a la primera de cambio. No hay que ser un superhombre para ser matemático. Basta con tener tesón, rigor, capacidad de levantarte si te caes, y vocación.