

AC 06 03

Radio Educativa para los alumnos de este curso, de la Universidad Nacional de Educación y también para los que quieren saber algo más, temas, orientaciones, charlas, comentarios, seminarios radiofónicos, todo esto es AccesoUNED, de 10 a 10 y media de la noche, hora peninsular, de lunes a viernes, programas interdisciplinares e informativos, de 9 a 9 y media de la mañana, hora peninsular, en sábados alternos. Es muy posible que el alumno de Acceso se haya preguntado alguna vez, ¿para qué las matemáticas?, ¿para qué cursar matemáticas básicas o especiales en el curso de Acceso? En el presente programa vamos a dar respuesta a esta pregunta, trataremos en efecto de la importancia de las matemáticas. Vamos a ver durante unos minutos cómo es la situación de las matemáticas en el curso de Acceso.

Matemáticas es una de las disciplinas que han de estudiar forzosamente todos los alumnos matriculados en el curso de Acceso Directo a la Universidad para mayores de 25 años, sin embargo, existen dos niveles diferentes, ya sean los que cursen Acceso, futuros estudiantes de carreras de Ciencias o de Letras. Quienes piensen incorporarse a Derecho, Filosofía y Letras en sus distintas carreras estudian las llamadas matemáticas básicas. A su vez, aquellos que vayan a estudiar Ciencias Económicas y Empresariales, Ingeniería Industrial o Ciencias Físicas, Químicas y Matemáticas, tienen como asignatura obligatoria en Acceso matemáticas especiales.

Como se puede suponer, los objetivos de alcanzar son diferentes para uno u otro nivel. En el caso de matemáticas básicas, tal como señala la guía del curso de Acceso, se pretende que el alumno obtenga unos conocimientos básicos sobre determinados temas fundamentales a un nivel más o menos similar al que adquiere un alumno de bachillerato. Con ello alcanzará una capacidad de razonamiento lógico que le será muy útil durante los estudios universitarios superiores.

Las matemáticas especiales, base fundamental para los estudios de Ciencias e Ingeniería, tratan de formar a los alumnos en álgebra, análisis y cálculo infinitesimal y en las técnicas operativas imprescindibles para dominar con su altura todos estos contenidos. En cualquier caso, las matemáticas, sobre todo las especiales, se consideran por parte del alumnado como una de las asignaturas difíciles del curso de Acceso. Hay que tener en cuenta respecto las características de los estudiantes, faltos de hábito de estudio en unos casos o con poca base en otros.

Consideremos el caso de la asignatura mayoritaria, las matemáticas básicas. José Sabater, profesor de matemáticas básicas en la sede central de la UNED. ¿Por qué cursan matemáticas básicas alumnos que posteriormente harán carreras de letras? Bueno, pues yo pienso que, en principio, la respuesta a esta pregunta tiene como tres versiones distintas.

En primer lugar hay que tener en cuenta que el curso de Acceso es un curso de Acceso a la universidad, es decir, que no está destinado a una carrera especial, o sea, no es un curso de

Acceso a Derecho, un curso de Acceso a Filosofía, es un curso de Acceso a la universidad, que, bueno, pretende, digamos, alcanzar un nivel próximo que es alcanzar un bachillerato convencional, y que evidentemente las matemáticas forman parte de las asignaturas en este tipo de enseñanza convencional. O sea, este sería un motivo, digamos, más o menos legal del asunto. Luego, bueno, yo pienso que, desde luego, en una preparación, una buena preparación a una vida profesional, sea cualquiera que sea el tipo de dedicación posterior, es necesaria un aprendizaje de matemáticas a un cierto nivel, o sea, un nivel básico como se trata la asignatura esta.

Recalcar la importancia de las matemáticas como una formación intelectual del alumno. Es decir, yo pienso que las matemáticas proporcionan al alumno una, digamos, riqueza conceptual que no le proporciona ninguna otra materia. Bueno, con esto me refiero a que, precisamente, los problemas que surge al alumno al enfrentarse con un lenguaje como el matemático, en el cual toma contacto con un lenguaje que trata temas más abstractos que los que está acostumbrado a tratar, el esfuerzo que le supone la dificultad es un, digamos, un trabajo intelectual que, bueno, pienso yo que no se da en ninguna otra materia, y que pienso que es muy importante y muy necesario, luego, de cara al alumno, sea cual sea la actividad que va a desarrollar, ¿no? Las matemáticas proporcionan riqueza conceptual.

Esto es lo que nos ha dicho José Sabater, profesor de matemáticas básicas en la sede central de la UNED. Un ejemplo de lo que acaba de decir José Sabater, de que también para carreras de letras es importante el conocimiento matemático, podría ser el pensar, por ejemplo, en una carrera como el derecho. Carlos Palao Taboada, catedrático de derecho financiero y tributario en la UNED.

¿Un futuro abogado debe conocer matemáticas? Se pueden señalar dos aspectos en los cuales el estudio de las matemáticas tiene interés, incluso para los alumnos de derecho. En primer lugar, porque las matemáticas proporcionan una habilidad para el razonamiento abstracto, una gimnasia mental que es útil en cualquier campo del conocimiento, que forma parte en realidad de la cultura general y, por consiguiente, es importante también para los campos del saber que se suelen englobar bajo la denominación de estudios de letras. Pero concretamente en la carrera de derecho el estudio de las matemáticas tiene un interés específico, en primer lugar porque en el plan de estudios de la carrera de derecho no solamente existen disciplinas estrictamente jurídicas, sino que hay otras cuyo estudio aporta al alumno una formación complementaria importante, puesto que le abre a un conocimiento de otros aspectos no jurídicos de la sociedad, en los cuales unos conocimientos elementales de matemáticas tienen también una gran importancia.

De manera especial existe la asignatura de Economía Política. La asignatura de Economía Política utiliza ciertos tipos de razonamientos matemáticos, aunque en Derecho se cursen naturalmente a un nivel elemental, en los cuales un conocimiento de unas matemáticas simples son enormemente importantes, y en los cuales probablemente los alumnos que intenten cursar esa asignatura se encontrarían en dificultades. Incluso en asignaturas específicamente

jurídicas, la mía en concreto, Derecho Financiero y Tributario, donde se estudian los distintos tributos que componen el sistema tributario español, unos conocimientos de matemáticas elementales tienen también interés.

Mi experiencia docente me enseña que muchas veces los alumnos no son capaces de realizar operaciones aritméticas elementales, o de hacer cálculos algebraicos muy simples, y esas operaciones son indispensables, por ejemplo, para llevar a cabo una liquidación tributaria correctamente. De manera que no debe desdeñarse en absoluto el estudio de las matemáticas para los alumnos que intenten después seguir la carrera de Derecho, sino que deben estudiarlos con atención porque no se arrepentirán de ello si lo hacen. El profesor de matemáticas básicas, José Sabater, tiene algo más que decir.

Bueno, puede haber un alumno que esté escuchando y que diga muy bien las matemáticas, más o menos entiendo que sean necesarias, pero que pueda plantear la pregunta de por qué este tipo de matemáticas, lo que se ha llamado matemática moderna, puede ser de alguna forma. Por qué no vamos a estudiar lo de toda la vida, la regla de tres y estas cosas que luego vamos a utilizar en la vida, y entonces no meternos en estos líos de la matemática moderna. En primer lugar, vamos a decir que la matemática moderna, desde luego, en cuanto a contenido científico, por supuesto que no es completamente similar a la otra, no tiene ninguna diferencia y que precisamente se diferencia en que está construida basada en unas leyes operativas, una axiomatización, que es especialmente lo que hace que el alumno tenga ese trabajo de entender, etcétera, que decía antes, que hace que se desarrolle intelectualmente más.

O sea que pienso que este tipo de matemática, a un nivel así introductorio y elemental, es mucho más formativa de cara a un alumno que vaya a estudiar luego carreras de letra. Hace unos segundos nos hemos ocupado del derecho y nos vamos a otra carrera, a la psicología. Es importante tener una base matemática para estudiar psicología.

Un profesor de psicología matemática y psicometría, Alonso Lozano Nicolás, en la UNED, explica ahora algunas de las razones de la importancia de las matemáticas en la psicología. Los avances de la ciencia han impuesto desde luego su ritmo y por supuesto sus necesidades a las ciencias sociales y de la conducta. Quizá por esto es por lo que se le plantea al hombre moderno resolver distintas cuestiones, tal como poder localizar a los individuos más aptos, a los más capacitados, ver las tendencias, las opiniones, las actitudes de la población o de los individuos que integran esa población y que queremos analizar.

Y por tanto muchas veces se hace necesario, entre otras cosas, por ejemplo, ordenar numérica o gradualmente a unos sujetos mediante la asignación de unos baremos o de unas puntuaciones. También se hace igualmente necesario establecer distintas relaciones de igualdad, de diferencia entre los individuos. Si bien, y con todos los respetos, vemos cómo el hombre moderno queda reducido, en sus capacidades sobre todo, a números.

Pero estos números hay que saberlos interpretar. Ese es el objetivo que persiguen distintas materias en nuestra universidad y concretamente en nuestro departamento, como es la

psicología matemática 1, la psicología matemática 2, la psicometría. Esa puede ser alguna de las justificaciones que podemos aducir para defender la importancia de la matemática aplicada a las ciencias de la conducta o a las ciencias sociales.

Joaquín Abejermonte Agudo es profesor de matemáticas especiales. ¿Las matemáticas especiales para qué? Bueno, pues en principio está claro que están dedicadas a alumnos que van a estudiar carreras de ciencias. Quiere esto decir que, en principio, lo que se quiere obtener aquí, de una forma clara y además muy concreta, son una serie de conocimientos, y también, claro, capacidades intelectuales alrededor de estos conocimientos matemáticos que sean la base para que después se sigan carreras científicas, carreras científicas que empiezan por asignaturas de matemáticas a un nivel que podríamos decir superior.

Entonces nosotros cubrimos, o debemos de cubrir, el nivel, digamos, no elemental que corresponde un poco a las matemáticas especiales, pero sí el nivel básico de las matemáticas. Es decir, tenemos que dar a los alumnos los conceptos y los instrumentos para que ellos sean capaces de abordar las matemáticas que podríamos llamar superiores o matemáticas universitarias que van a tener en casi todos los cursos de las carreras de ingeniería, ciencias y ciencias empresariales y económicas. Entonces, pues a partir de ahí es donde empezamos nosotros a trabajar, ¿no? Para hacernos una idea y que nos entiendan quizá incluso personas que piensen estudiar el curso de acceso en la UNED alguna vez, pues las matemáticas que ellos tendrían que estudiar en el curso de acceso sería una especie de lo que corresponde a un primero, segundo, tercero y co.

Digamos, rebajado en ciertas cosas. O sea, no exigimos el cúmulo total de conocimientos que se imparten en estos cursos de bachillerato, sino que intentamos dar lo más esencial. O sea, que aunque vayan a la universidad en desventaja en algunos temas concretos con respecto a otros alumnos, sí tengan por lo menos las herramientas suficientes como para entender absolutamente todas las matemáticas que se les puedan explicar a distancia, por supuesto en este caso, de estas asignaturas de las carreras universitarias.

También las matemáticas son hoy fundamentales para el estudio de las ciencias económicas y empresariales, hasta el punto de que entre economía y matemáticas, entre matemáticas y economía, se da una simbiosis. Los alumnos de la UNED que cursan o que piensan cursar, mejor dicho, carreras de ciencias o de económicas y empresariales, deben cursar matemáticas especiales. Las matemáticas han contribuido al desarrollo de la economía, pero la economía ha contribuido al de las matemáticas.

Hace 80 o 90 años, sólo unos cuantos grandes economistas habían tenido una formación eminentemente matemática o lógica. Tal fue el caso de Alfred Maschal, del economista sueco Knut Wiesel o del americano Irving Fischer. En la anterior generación, Stanley Gibbons, antes de ser conocido como economista, tenía ya ganada una reputación como lógico y estadístico, y hasta como meteorólogo en Australia.

Todavía antes Cournot, el iniciador de la economía matemática, había sido profesor de análisis

y mecánica en Lyon, y Gilles Dupuy era un inspector de puentes y caminos arrastrado a la economía en su afán de buscar un criterio económico para medir la utilidad de las obras públicas que iban a emprenderse en su zona. La importancia del papel de las matemáticas en la economía no deriva desde luego de que muchos grandes economistas hayan llegado a la teoría económica trayendo un cierto bagaje matemático o lógico. Como tampoco se debe al hecho contrario, es decir, a que eminentes matemáticos o lógicos como Frank Rensi, John von Neumann o Abraham Ball hayan hecho aportaciones perdurables a la economía.

La penetración de las matemáticas en la teoría económica ha sido más profunda. Parece como si la economía hubiese querido adquirir rango científico por medio de una importación masiva de técnicas matemáticas y una axiomatización cada vez más rigurosa de los modelos importantes, en particular del modelo abstracto de una economía competitiva. Son diversas las conquistas y los problemas que han surgido como consecuencia de esta matematización de la economía.

Se han desarrollado ramas completas de las matemáticas, la teoría de juegos por ejemplo, en respuesta a la motivación de problemas típicamente económicos pendientes de resolver. La familiarización con estas técnicas matemáticas y, lo que es más importante, la familiaridad con el razonamiento matemático en sí, plantea hoy al economista y al estudiante de economía serios problemas de formación. Las matemáticas no constituyen solamente un lenguaje que se puede aplicar a múltiples ciencias, sino que en sí mismas constituyen una ciencia formal.

Nos lo cuenta Vicente Quesada, estadístico facultativo y profesor agregado de teoría de probabilidades y métodos estadísticos en la Facultad de Matemáticas de la Universidad Complutense. La matemática no es solo un lenguaje aplicado a la ciencia, sino que aparte de es una propia ciencia, la ciencia básica por naturaleza. Kant ya decía que una ciencia es tanto más ciencia cuanto más utiliza las matemáticas en su desarrollo.

Entonces aparecen problemas económicos que se han traducido al lenguaje matemático, pero que incluso al haberse traducido a este lenguaje matemático han producido problemas matemáticos nuevos. Por ejemplo, la noción de teoría de juegos es un problema matemático basado en la competencia, la competitividad de la teoría económica. Ha dado lugar a teoría de juegos, hoy día la teoría de juegos está bastante adelantada con juegos llamados juegos diferenciables, que aplica la topología diferencial y que hoy día se ha puesto en contacto y en coordinación con otra nueva rama de la matemática aplicada a la teoría económica que es la teoría del control estocástico.

Hay modelos de juegos diferenciables que se pueden atacar desde el punto de vista de la teoría del control estocástico y recíprocamente problemas de la teoría del control estocástico que se pueden atacar desde el punto de vista de los juegos diferenciables. Es decir, que no sólo la matemática ayuda a las ciencias en su desarrollo y en su avance hacia los problemas reales, sino que las ciencias al plantearle problemas a la matemática hacen que ésta se desarrolle. Seguimos escuchando a Vicente Quesada, estadístico facultativo y profesor agregado de teoría

de probabilidades y métodos estadísticos en la Facultad de Matemáticas de la Complutense.

Barone al principio del siglo juzgaba que con un curso de seis meses se podría aprender toda la matemática que necesitaba un economista. Hoy día, sin embargo, esto es imposible. Es necesario, por una parte, tener primero una formación básica en matemáticas, en la que materias como el álgebra lineal, el análisis real, la teoría de conjuntos y la teoría de probabilidades deberían formar parte de la formación de cualquier economista.

Hay que hacer notar que en muchas universidades americanas esta formación básica se lleva a cabo en lo equivalente al primer ciclo de las universidades españolas. También se debe considerar desde el punto de vista del tercer ciclo de nuestras universidades la creación de equipos mixtos de matemáticos y economistas, con el fin de potenciar el intercambio de conocimientos e información, así como el de planteamiento de problemas reales. Esta vinculación entre matemáticos y economistas daría lugar, y esto está contrastado, a nuevas teorías matemáticas que sirvan por una parte para ayudar a los economistas en sus problemas y por otra parte a desarrollar la matemática en sí.

Ejemplos como la programación lineal, la programación cuadrática, la programación estocástica, de gran aplicación, por ejemplo, en la teoría de la utilidad, sobre todo la programación cuadrática tiene gran aplicación en la teoría de la utilidad. La teoría del control estocástico, la topología diferencial, son materias que han surgido por problemas puramente económicos, como son la asignación de recursos, la teoría de la utilidad, la economía del desarrollo o el equilibrio macraciano. Las matemáticas han sido concebidas tradicionalmente como la ciencia de la cantidad.

Hoy parece, sin embargo, que esta noción está superada con el desarrollo de nuevas ramas como la topología, que estudian aspectos cualitativos de la realidad ajenos a la cuantificación. Las matemáticas hoy, desde el punto de vista de muchas ciencias, no sólo ciencias sociales como la economía, sino naturales y experimentales como la física o la química, son las grandes suministradoras de modelos de raciocinio, de modelos de razonamiento. Continúa hablándonos el profesor Don Vicente Quesada, estadístico facultativo y profesor agregado de teoría de probabilidades y métodos estadísticos en la Facultad de Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid.

La matemática efectivamente ha tenido en su evolución diversas concepciones. Hoy día la matemática se concibe como una ciencia creadora de modelos para facilitar el análisis y la comprensión de problemas reales. Un modelo matemático no es más que una extracción de la realidad.

Este modelo es susceptible, una vez establecido, de ser desarrollado matemáticamente, es decir, a través de las relaciones y postulados de la lógica matemática. Por último, el modelo es aplicado a la realidad. En el desarrollo matemático, los resultados que se obtienen son verdades matemáticas.

Sin embargo, cuando el modelo se aplica a la realidad, no podemos hacer ninguna afirmación de este tipo. En la construcción de modelos hay que distinguir los siguientes puntos. En primer lugar, el problema real, que puede ser un problema económico, problema físico, problema social, problema médico, etc.

En segundo lugar, la creación del modelo. La creación del modelo se lleva a cabo mediante el postulado de una serie de axiomas que están más o menos de acuerdo con lo que ocurre en la realidad. En tercer lugar, el desarrollo matemático del modelo.

En cuarto lugar, la aplicación del modelo a la realidad. Y en quinto lugar, la contrastación del mismo. Concebida de esta manera la matemática, bajo este punto de vista de creación de modelos, no cabe duda que supera la concepción antigua de que la matemática es la ciencia de la cantidad.

Física, química, medicina, biología, astronomía, economía. Utilizan modelos matemáticos. Un gran porcentaje de alumnos que cursan matemáticas especiales en la UNED es porque piensan estudiar luego la carrera de económicas.

Merece la pena que nos ocupemos entonces un poco más en este aspecto. Rosa Borbolla es doctora en matemáticas y profesora en la Facultad de Económicas de la Complutense precisamente de Economía Matemática. Le vamos a preguntar qué ramas de las matemáticas considera más importantes en la formación de un futuro economista.

Bueno, en la formación de un economista podríamos distinguir dos facetas muy claras. La economía matemática, muy en boga, y también la economía aplicada. Las técnicas matemáticas que se necesitan para cada una de las ramas realmente son algo diferentes, aunque las dos tengan fuertes apoyos matemáticos.

Pero en economía matemática lo que hace es, fundamentalmente, apoyarse sobre algunos conceptos básicos y fundamentales del análisis funcional y también de la topología. Aunque tampoco hay que exagerar, creo yo, el aporte y el apoyo que la topología, y sobre todo ciertas ramas de la topología, dan a la economía matemática. Ya que creo que es más importante el poder asegurarnos que se conocen algunas técnicas bien y no todas regular.

Pues en algunos textos están recogidas incluso frases como las del profesor Nicaído, en las que apoya que para hacer economía lo que hay que saber es conocer bien R y RN . Y luego ya se puede pasar a hacer otras cosas, por ejemplo, ahora está muy de moda, aplicar topología diferencial. A pesar del alto nivel que tienen algunos estudios de economía matemática, esperamos que los alumnos de acceso no se asusten con lo que ha dicho Rosa Borbolla.

El nivel de acceso es, por supuesto, inferior. Y en el futuro habrá oportunidad de profundizar en las matemáticas. Incluso ni los matemáticos, ni los economistas, ni los físicos o químicos pueden llegar a dominar todas las diferentes ramas que se tratan en los múltiples libros y manuales que hay sobre estas materias.

Bueno, yo creo que es que un economista, igual que un matemático, no puede dominar todas las ramas que allí se tratan. Un matemático no puede dominar todas esas ramas. Por tanto, un economista tampoco.

Lo lógico es que un economista sepa lo que necesita y entonces busque el matemático adecuado, porque tampoco es verdad que cualquier matemático pueda ir allí y preguntarle «Mire, hoy le traigo un problema de teoría de juegos, mañana uno de teoría de la medida». Lo lógico es que hay matemáticos especializados en teoría de la medida, sistemas dinámicos, topología... Entonces cada uno debe ir, cuando conoce su problema, debe tener contacto con facultades de matemáticas o con matemáticos que le puedan decir «Yo no te lo resuelvo, pero puedes ir a ver a fulano de tal, al profesor tal, que está en tal sitio, que te ayudará». Un economista debe tener unos conocimientos de matemáticas fundamentales, también un físico, un químico o un ingeniero.

Un futuro psicólogo, un pedagogo, deben poseer unos niveles elementales de matemáticas básicas. Pero las matemáticas constituyen una herramienta difícil y muy especializada. Hay que conocer su utilidad y, sobre todo, las posibilidades de su aplicación práctica, buscando a los matemáticos adecuados para resolver los problemas específicos de las diversas ciencias.

Incluso un matemático no conoce todas las matemáticas que hay, pero siempre puede remitirnos al matemático experto. Termina así este programa especial sobre la importancia de las matemáticas. Este sábado a las nueve de la mañana, hora perinsular, un coloquio sobre un tema de ciencias, sobre un tema de astronomía.

Por hoy, nada más. Buenas noches y hasta mañana. Llegó al final.

Acceso UNED. Con acceso termina también el tiempo de la UNED. Volveremos mañana a partir de las ocho de la noche en las mismas emisoras.

Radio 3, Radio Cadena Española en Soria, Valencia, Barbastro y Pamplona. Y en Antena de la Rioja. El grueso de nuestra programación irá dedicado mañana al mundo de la educación.

Muchas gracias por su atención y hasta mañana.