

LA HISTORIA DE LA MATEMÁTICA EN LA ENSEÑANZA DE LA TEORÍA DE COLAS.

Ing. Neydalis Piloto Fleitas¹

*1. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca
Km.3, Matanzas, Cuba.*

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental dar algunas ideas de cómo introducir pinceladas de historia en nuestras explicaciones diarias en el aula, a fin de intentar motivar a nuestros alumnos, utilizando como ejemplo la conferencia No 3. "Fenómenos de Espera" que reciben los estudiantes de cuarto año de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad de Matanzas en la asignatura de Simulación. Como resultado del mismo se concluye que el conocimiento de la Historia de la Matemática hace que el alumno la vea más cercana y accesible a la vez que fomenta su espíritu investigador y que es tarea de todos los profesores de Matemáticas, enseñar al estudiante la manera de trabajar de los grandes matemáticos, que les acerque a la persona humana a la que nos referimos y por supuesto que aumente, no sólo su conocimiento científico, sino en general su cultura y su formación integral.

Palabras claves: Historia; Fenómenos de espera; enseñanza; Teoría de colas

Introducción

Muchos alumnos piensan que las Matemáticas son eternas y estáticas, que hablan de verdades inmutables y que en ellas todo está ya descubierto. Piensan que los matemáticos son como semidioses dedicados a una ciencia fría, extraña, poderosa e incomprensible para la mayoría de la gente. Pero... ¿fomentamos nosotros esa idea dejando a un lado la Historia de la Matemática y dando la idea, por omisión, de que éstas son atemporales?, o por el contrario ¿contamos en nuestras clases las necesidades y los problemas reales que hicieron pensar e investigar nuevos métodos matemáticos a personas reales, con fecha y lugar de nacimiento?

¿Qué hacemos en nuestras clases? Ya sabemos que uno de los intereses principales es que los alumnos aprendan técnicas matemáticas necesarias que les ayuden a resolver problemas con los que se enfrentarán; pero también deberíamos desear que las clases incentivarán el desarrollo integral del alumno, es decir, tanto su desarrollo intelectual como cultural, y para esto podemos utilizar como instrumento la Historia de la Matemática.

Este trabajo pretende dar algunas ideas de cómo introducir pinceladas de historia en nuestras explicaciones diarias en el aula, a fin de intentar motivar a los alumnos, utilizando como ejemplo la conferencia No 3. "Fenómenos de Espera" que reciben los estudiantes de cuarto año de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad de Matanzas en la asignatura de Simulación.

Desarrollo

1. El papel de la Historia en la enseñanza de las Matemáticas

La visión histórica transforma meros hechos y destrezas sin alma en porciones de conocimiento buscadas ansiosamente y en muchas ocasiones con genuina pasión por hombres de carne y hueso que se alegraron inmensamente cuando por primera vez dieron con ellas. Cuántos de esos teoremas, que en nuestros días de estudiantes nos han aparecido como verdades que salen de la oscuridad y se dirigen hacia la nada, han cambiado de aspecto para nosotros al adquirir un perfecto sentido dentro de la teoría, después de haberla estudiado más a fondo, incluido su contexto histórico y biográfico.

La perspectiva histórica nos acerca a la matemática como ciencia humana, no endiosada, a veces penosamente reptante y en ocasiones falible, pero capaz también de corregir sus errores. Nos aproxima a las interesantes personalidades de los hombres que han ayudado a impulsarlas a lo largo de muchos siglos, por motivaciones muy distintas.

Según (Guzmán, 1998) el conocimiento de la historia de la matemática y de la biografía de sus creadores más importantes nos hace plenamente conscientes del carácter profundamente histórico, es decir, dependiente del momento y de las circunstancias sociales, ambientales, prejuicios del momento,... así como de los mutuos y fuertes impactos que la cultura en general, la filosofía, la matemática, la tecnología, las diversas ciencias han ejercido unas sobre otras. Aspecto este último del que los mismos matemáticos enfrascados en su quehacer técnico no suelen ser muy conscientes, por la forma misma en que la matemática suele ser presentada, como si fuera inmune a los avatares de la historia.

Para el estudiante que desea sumergirse en la investigación matemática como para el que quiere dedicarse a sus aplicaciones o a la enseñanza, la historia de la matemática suele estar totalmente ausente de su formación universitaria.

Los diferentes métodos del pensamiento matemático, tales como la inducción, el pensamiento algebraico, la geometría analítica, el cálculo infinitesimal, la topología, la probabilidad,... han surgido en circunstancias históricas muy interesantes y muy peculiares, frecuentemente en la mente de pensadores muy singulares, cuyos méritos, no ya por justicia, sino por ejemplaridad, es muy útil resaltar.

La historia debería ser un potente auxiliar para objetivos tales como:

- hacer patente la forma peculiar de aparecer las ideas en matemáticas
- enmarcar temporalmente y espacialmente las grandes ideas, problemas, junto con su motivación, precedentes,...
- señalar los problemas abiertos de cada época, su evolución, la situación en la que se encuentran actualmente,...apuntar las conexiones históricas de la matemática con otras ciencias, en cuya interacción han surgido tradicionalmente gran cantidad de ideas importantes.

2. Los fenómenos de Espera

Los fenómenos de espera resultan bastante frecuentes tanto en los sistemas de servicios como productivos. La cotidianidad de los mismos constituye un factor motivante para los estudiantes que sin dificultad comprenden que la formación de líneas de espera es un fenómeno que ocurre siempre que la demanda actual de un servicio excede a la capacidad actual de proporcionarlo. Con frecuencia, en la industria y en otros sitios, deben tomarse decisiones respecto a la capacidad que debe proporcionarse. Sin embargo, muchas veces es imposible predecir con exactitud cuándo llegarán las unidades que buscan el servicio y/o cuánto tiempo será necesario para dar ese servicio; es por esto que esas decisiones suelen ser difíciles. Proporcionar demasiado servicio implica costos excesivos. Por otro lado, carecer de la capacidad de servicio suficiente causa colas excesivamente largas en ciertos momentos. Las líneas de espera largas también son costosas en cierto sentido, ya sea por un costo social, por un costo causado

por la pérdida de clientes, por el costo de empleados ociosos o por algún otro costo importante. Entonces, la meta final es lograr un balance económico entre el costo de servicio y el costo asociado con la espera por ese servicio.

El tratamiento matemático para el análisis de los sistemas de espera lo aporta la llamada teoría de colas que proporciona un gran número de modelos matemáticos para describir una situación de línea de espera.

El contenido de esta temática que está contemplado en el plan de estudio de los ingenieros industriales sólo incluye los fenómenos de espera en estado estacionario, lo cual garantiza el cálculo de los parámetros que caracterizan el sistema independientemente del tiempo, además de que sea válida la expresión de Little que relaciona el valor esperado de unidades en el sistema con el tiempo medio de permanencia de las unidades en el sistema. Dentro del curso solo son objeto de estudio los modelos de cola markoviano, con disciplina de servicio FIFO, con población finita e infinita con estación única o múltiple.

Al tema se le asigna 12 horas del fondo de tiempo de la asignatura, 2 de ellas a conferencia y el resto a actividades prácticas y laboratorios.

3. Historia de la Matemática en los fenómenos de Espera

El estudio de los fenómenos de espera resulta de gran interés para los estudiantes de Ingeniería Industrial pues los dota de una herramienta que les permite el análisis de los sistemas de servicio para ver su comportamiento, así como para el diseño correcto del mismo. Aunque es de vital importancia para su desempeño como profesionales el contenido que reciben en este tema; es evidente que los estudiantes lo ven como algo sin importancia y poco aplicable y que les resulta difícil su estudio, en primer lugar por el miedo que causa en la mayoría de los estudiantes todo lo relacionado con las Matemáticas y en segundo lugar porque desconocen las condicionantes históricas que hicieron posible el surgimiento de esta teoría.

Por todo lo antes expuesto es muy importante que el profesor que imparta la asignatura sea capaz de lograr que los estudiantes venzan el miedo a la misma y que aprecien que este contenido es aplicable en una amplia variedad de situaciones como: negocios, comercio, industria, ingenierías, transporte y telecomunicaciones.

A continuación se muestra como el profesor, en la conferencia Fenómenos de Espera o teoría de Colas, puede incluir elementos históricos que propicien un mayor entendimiento del contenido a impartir e incrementen la cultura y la formación integral del estudiante.

Cuando se realiza la introducción al nuevo tema se puede realizar un breve recuento de cómo surge esta teoría y de los aspectos biográficos de su creador

Historia de la Teoría de Colas

Según (Álvarez-Buylla, 1987) los primeros estudios tendientes a formular matemáticamente la teoría de los fenómenos de espera fueron realizados a principios del siglo XX.

El primer artículo sobre Teoría de Colas aparece en el año 1909 como resultado de los estudios realizados sobre el problema de dimensionamiento de líneas y centrales de conmutación telefónica para el servicio de llamadas por el matemático danés Agner Krarup Erlang, que trabajó para la Copenhagen Telephone Exchange.

¿Quién fue Agner Krarup Erlang?

Agner Krarup Erlang (1 de enero de 1878– †3 de febrero de 1929) fue un matemático, estadístico, e ingeniero danés, quien inventó los campos de ingeniería de tráfico y teoría de colas.

Erlang nació en Lonborg, en Dinamarca. Era hijo de un maestro de escuela y era descendiente del matemático Thomas Fincke por el lado de su madre.

Erlang aprobó con distinción el examen de ingreso para la Universidad de Copenhague en 1896. Obtuvo una beca para la universidad y se graduó en matemáticas en 1901. Durante los siguientes años sería profesor, pero mantuvo su interés en las matemáticas y recibió un premio por un artículo que remitió a la Universidad de Copenhague.

Fue miembro de la asociación danesa de matemáticas, por medio de la cual conoció a Johan Jensen, el ingeniero jefe de la Copenhagen Telephone Company (CTC), la cual era una subsidiaria de International Bell Telephone Company. Erlang trabajó por casi 20 años para CTC, desde 1908 hasta su muerte en Copenhague en 1928.

Contribuciones

Mientras trabajó para la CTC, a Erlang se le presentó el problema clásico de la determinación de cuántos circuitos eran necesarios para proveer un servicio telefónico aceptable.

Erlang puso manos a la obra investigando directamente el problema. El realizó medidas en terreno y era un experto en la historia y el cálculo de las tablas numéricas de algunas funciones matemáticas, particularmente logarítmicas.

Erlang desarrolló su teoría del tráfico telefónico a través de varios años. Entre sus publicaciones más importantes sobre la materia, se encuentran:

- En 1909 - "La teoría de las probabilidades y las conversaciones telefónicas" - la cual demostró que la Distribución de Poisson se aplica para tráfico telefónico aleatorio.
- En 1917 - "Solución de algunos problemas en la teoría de probabilidades de importancia en centrales telefónicas automáticas" - el cual contiene su fórmula clásica para el cálculo de pérdidas y tiempos de espera.

Un compendio de sus trabajos fue publicado posteriormente por la Copenhagen Telephone Company en 1948.

El interés por su trabajo continuó después de su muerte y hacia 1944 el "Erlang" era usado en los países escandinavos para denotar la unidad de tráfico telefónico. Esta unidad de medida fue reconocida internacionalmente al final de la segunda guerra

mundial. También una distribución estadística y un lenguaje de programación, han sido nombrados en su honor.

Posteriormente se les da a conocer la estructura básica de un sistema de servicio y se analizan cada uno de los elementos que componen dicho sistema. Al analizar el primer elemento de un sistema de servicio (unidades que arriban al sistema, también conocido como población) se les plantea que las mismas arribarán al sistema siguiendo una distribución Poisson, teniendo en cuenta que aunque los estudiantes ya deben conocer esta distribución de la asignatura de Probabilidades pero que presentan problemas para identificarla se les aclara que la distribución de Poisson, se aplica a varios fenómenos discretos de la naturaleza (esto es, aquellos fenómenos que ocurren 0, 1, 2, 3, ... veces durante un periodo definido de tiempo o en área determinada) cuando la probabilidad de ocurrencia del fenómeno es constante en el tiempo o el espacio y se les menciona algunos ejemplos de eventos que pueden ser modelados por la distribución de Poisson. Seguidamente y con el objetivo de incentivar a los estudiantes sobre el estudio de dicha distribución se les da a conocer quién fue su creador.

¿Quién fue el creador de esta distribución?

Siméon Denis Poisson (Pithiviers, Francia, 21 de junio de 1781-Sceaux, Francia, 25 de abril de 1842), fue un físico y matemático francés al que se le conoce por sus diferentes trabajos en el campo de la electricidad, también hizo publicaciones sobre la geometría diferencial y la teoría de probabilidades.

La primera memoria de Poisson sobre la electricidad fue en 1812, en que intentó calcular matemáticamente la distribución de las cargas eléctricas sobre la superficie de los conductores, y en 1824, también demostró que estas mismas formulaciones podían aplicarse de igual forma al magnetismo. El trabajo más importante de Poisson fue una serie de escritos de las integrales definidas, y cuando tan solo tenía 18 años, escribió una memoria de diferencias finitas.

Poisson enseñaba en la escuela Politécnica desde el año 1802 hasta 1808, en que llegó a ser un astrónomo del Bureau des Longitudes. En el campo de la astronomía estuvo fundamentalmente interesado en el movimiento de la Luna. En 1809 fue nominado como profesor de matemáticas puras en la nuevamente abierta facultad de ciencias.

En 1837 publicó en *Recherches sur la probabilité des jugements*, un trabajo importante en la probabilidad, en el cual describe la probabilidad como un acontecimiento fortuito ocurrido en un tiempo o intervalo de espacio bajo las condiciones que la probabilidad de un acontecimiento ocurre es muy pequeña, pero el número de intentos es muy grande, entonces el evento ocurre algunas veces. Durante toda su vida publicó entre 300 y 400 trabajos matemáticos incluyendo aplicaciones a la electricidad, el magnetismo y la astronomía.

Después de incentivar a los estudiantes con los elementos de la vida Siméon Denis Poisson y de concluir el análisis de los elementos que componen un sistema de servicio se les plantea que se utilizará la notación de Kendall para describir las colas, la que fue introducida por David G. Kendall en el año 1953.

Posteriormente se les plantea que sólo serán objeto de estudio los modelos de cola markoviano, o sea, aquellos modelos asociados a un proceso de nacimiento y muerte

demostrándosele a los estudiantes como se pueden deducir las expresiones de estos modelos que estudiarán teniendo en cuenta estos procesos. En este momento de la clase se les realiza un breve recuento histórico sobre la vida de Andrei Andreyevich Markov.

¿Quién fue Markov?

Andrei Andreyevich Markov, se graduó como matemático en el año 1878, en la Universidad San Petersburgo, donde, a contar del año 1886, comenzó su carrera como profesor. En sus inicios laborales, focalizó su trabajo en análisis y teoría del número, fracciones continuas, límite de integrales, teoría de aproximación y la serie de convergencias.

Después del año 1900, Markov comienza a aplicar el método de fracciones continuas, iniciado por su profesor Pafnuty Chebyshev, a la teoría de las probabilidades. A su vez, estudia las secuencias de las variables mutuamente dependientes, esperando con ello establecer, de manera general, las leyes limitantes de las probabilidades. Probó el teorema del límite central bajo supuestos bastante generales. Markov es recordado, particularmente, por su estudio de las cadenas secuenciales, que consiste en variables al azar en las cuales la variable futura es determinada por la preexistente pero independiente de la manera en que ésta se generó de sus precursores. Este trabajo lanzó la teoría de los procesos estocásticos.

Después de esta breve disertación sobre la vida de este destacado matemático hasta el momento desconocido para los estudiantes se procede a deducir las expresiones de estos modelos que estudiarán teniendo en cuenta estos procesos de nacimiento y muerte.

Conclusiones

El conocimiento de la Historia de las Matemáticas hace que el alumno las vea más cercanas y accesibles a la vez que fomenta su espíritu investigador. Es tarea de todos los profesores de Matemáticas, dar a conocer a nuestros alumnos pinceladas de Historia de la Matemática que les haga más interesante la asignatura, que les enseñe la manera de trabajar de los grandes matemáticos, que les acerque a la persona humana a la que nos referimos y por supuesto que aumente, no sólo su conocimiento científico, sino en general su cultura y su formación integral. En la conferencia No 3. "Fenómenos de Espera" que reciben los estudiantes de cuarto año de la carrera Ingeniería Industrial se debe dar a conocer a los estudiantes que la Teoría de Colas surge como resultado de una investigación práctica sobre el dimensionamiento de líneas y centrales de conmutación telefónica para el servicio de llamadas por el matemático danés Agner Krarup Erlang. En la conferencia se les debe dar a conocer algunos elementos de la vida de grandes Matemáticos como: Agner Krarup Erlang, Siméon Denis Poisson y Andrei Andreyevich Markov.

Bibliografía

Álvarez-Buylla Valle, Mercedes. 1987. *Modelos Económico-Matemáticos II*. Ciudad de La Habana : ISPJAE, 1987.

Biografía Agner Krarup Erlang. [En línea] [Recuperado el: 7 de octubre de 2009.] http://es.wikipedia.org/wiki/Biografía_Agner_Krarup_Erlang.

Biografía Andrei Andreivich Markov. [En línea] [Recuperado el: 7 de octubre de 2009.]
http://es.wikipedia.org/wiki/Biograf%C3%ADa_Andrei_Andreivich_Markov.

Biografía Siméon Denis Poisson. [En línea] [Recuperado el: 2 de octubre de 2009.]
http://es.wikipedia.org/wiki/Biograf%C3%ADa_Sim%C3%A9on_Denis_Poisson.

De Guzmán, Miguel. 1998. Enseñanza de las ciencias y la matemática. [En línea]
[Recuperado el: 2 de octubre de 2009.] <http://www.campus-oei.org>.

Procesos Poisson. [En línea] [Recuperado el: 2 de octubre de 2009.]
http://es.wikipedia.org/wiki/Procesos_Poisson.

Teoría de colas. [En línea] [Recuperado el: 7 de octubre de 2009.]
http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_de_colas.