

Taller de Matemáticas en la industria

Carlos Javier Garrido

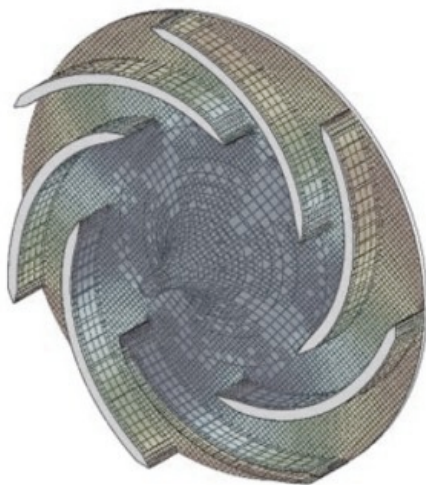
Juan Pablo de la Vega

Estudiantes de Matemáticas Aplicadas del ITAM

Los talleres de “Matemáticas en la Industria” son una variante del ESGI (*European Study Group with Industry*), el taller líder en Europa sobre la interacción entre matemáticos y la industria. Estos talleres, de una semana de duración, se han venido realizando desde 1968 y en un principio eran denominados *Oxford Study Groups with Industry*. La finalidad es atraer a matemáticos líderes para trabajar en problemas relacionados con el ámbito industrial.

Los grupos de estudio son organizados por diferentes universidades en Europa y se han organizado eventos similares en Australia, Estados Unidos y otros países. En ellos, se invita a trabajadores de investigación industrial y comercial a presentar algunos de los problemas técnicos que enfrentan, para ser estudiados junto a especialistas líderes de la comunidad académica. Los problemas expuestos pueden provenir de una gran variedad de áreas, el único requisito es que sean susceptibles a modelación matemática.

En una semana llena de lluvias de ideas y modelación, lo primero que se hace es discutir ideas y desechar algunas, para que las restantes sean revisadas con más detalle. La verdadera investigación puede empezar hasta finalizado todo este proceso, y para llevarla a cabo se hacen contactos entre los matemáticos participantes para trabajar juntos.



Se han tratado problemas que pueden ser modelados con mecánica continua, tales como transferencia de masa y calor, flujo de fluidos, materiales granulares, campos eléctricos, derivados financieros y estrategias domésticas; pero en principio no hay limitaciones para el tipo de matemáticas utilizadas o para las áreas a tratar. Otra función que realizan estos talleres, particularmente importante, es la de crear un vínculo entre los departamentos de Matemáticas de las universidades representadas por los participantes, y más aún, un vínculo entre dichos departamentos y la industria en general.

Pero como ya se mencionó, todo lo anterior está enfocado a los matemáticos y académicos solamente. Debido a ello, surgió la idea de organizar eventos similares pero con la participación de la comunidad estudiantil, con la finalidad también de fomentar la cooperación y el intercambio de ideas. El primer taller de este tipo fue realizado en Bari, Italia y en los años siguientes se llevaron a cabo otros en las ciudades de Kaiserslautern, Alemania; Oxford, Inglaterra; Eindhoven, Holanda; Linz, Austria; Grenoble, Francia y California, EUA.

En nuestro país, los talleres estudiantiles iniciaron en 1994 con el “Primer Taller de Modelación Matemática para Estudiantes”. Fue organizado por el Comité de Matemáticas y Sector Productivo de la Sociedad Matemática Mexicana y fue el primer evento de su tipo fuera de Estados Unidos y Europa. El taller estuvo coordinado por el Doctor Alistair Fitt de la Universidad de Southampton, Inglaterra, como parte del proyecto de colaboración con el EMCI (*European Consortium for Mathematics in Industry*). En él participaron 34 estudiantes de instituciones públicas y privadas, y 5 doctores, quienes fungieron como líderes de los grupos. En el ITAM, los talleres de matemáticas e industria para estudiantes se han venido realizando desde 1997.

Dentro del ITAM, el doctor Rafael Morones ha participado en varios de los talleres ESGI. El primero de ellos en 1997, en la Universidad de Bath, con el problema *Diseño óptimo de un calefactor*; en 1998 en la Universidad de Southampton con el problema *Flujo de arcillas hinchables en grietas estrechas*; en 1999 en la Universidad de Edimburgo con el problema *Deformación de la superficie de un pez*; en 2000 en la Universidad de Sheffield con el problema *Identificación de parámetros globales para el comportamiento viscoelástico del músculo de un pez*; en 2001 en la Universidad de Keele con el problema *Transportes supersónicos libres de choque*; en 2002 en la Universidad de Lancaster con el problema *Pequeña y rápida emisión de tinta de una boquilla*; en 2004 en la Universidad de Oxford con el problema *Medida del contenido glucoso en el humor acuoso*; en 2006 en la Universidad de Bath con el problema *Deposición de cera en ductos de petróleo*; y en 2007 en la Universidad de Nottingham con el problema *Transporte de rocas de desecho incorporando los efectos de la rotación de la perforadora*.

Taller de Matemáticas en la Industria 2008

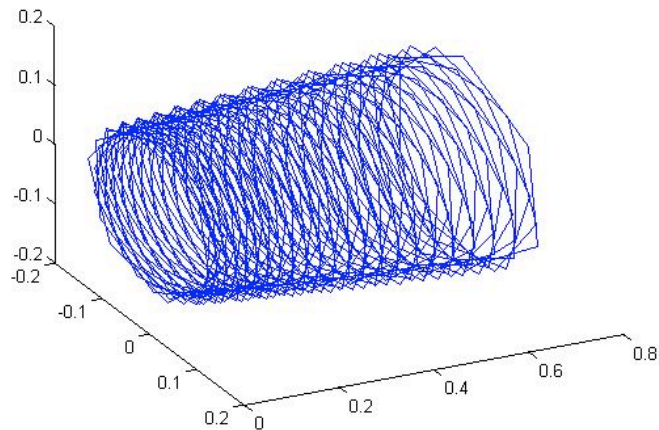
La semana del 11 al 15 de agosto se llevó a cabo la semana de Matemáticas en la Industria en el Instituto Tecnológico Autónomo de México. En esta ocasión el Dr. Andrew Lacey presentó cuatro problemas reales de diferentes industrias y se formaron equipos, una para cada uno de dichos problemas. A continuación una descripción de estos y la idea que siguió cada equipo para tratar de encontrar una solución.

Problema 1. Transporte de desechos de roca

Cuando se taladra un pozo petrolero, las partículas de piedra resultantes se transportan a la superficie a través de un flujo de un fluido viscoso no newtoniano. Los modelos actuales desprecian el efecto de la rotación del taladro. Se busca hacer un modelo que incluya estos efectos. El flujo de la región que rodea al taladro puede ser laminar o turbulenta. El túnel del pozo puede tener largas secciones que sean aproximadamente horizontales en las cuales se puede formar una cama de sedimentos. El taladro está girando y generalmente no está centrado por su peso y la influencia del flujo. La velocidad rotacional del taladro y la velocidad axial del fluido son comparables. Con la rotación podemos esperar que se forme una sedimentación.

Resultados

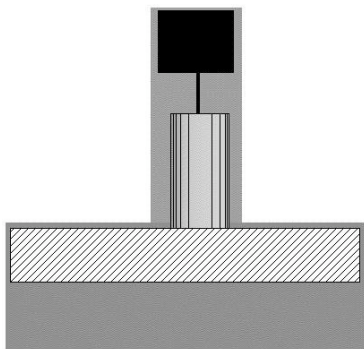
El equipo modeló el movimiento de una partícula dentro del fluido que rodea al taladro con ecuaciones diferenciales, tomando en cuenta el flujo rotacional y el flujo hacia la superficie del fluido viscoso. Se apoyaron con Matlab para hacer un modelo dinámico y varias pruebas para determinar la distancia que alcanza dicha partícula antes de convertirse en sedimento.



Problema 2. Presión del aire en el derrumbe de una mina

Cuando hay un derrumbe de roca en una excavación subterránea, la roca que cae generalmente desplaza una gran cantidad de aire y este aire desplazado puede resultar en un golpe de viento dentro de los túneles conexos y los ejes de las minas. Los golpes de viento son ocurrencias extremadamente perjudiciales que pueden causar daño al equipo para minería, a la infraestructura e incluso la muerte. Es posible que se generen velocidades del aire sumamente altas.

Resultados

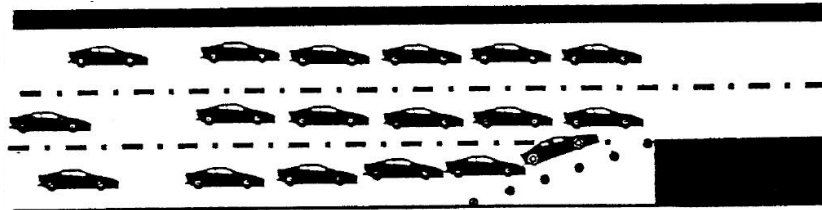


Primero se modeló la roca que cae como un pistón sólido en caída libre, tratando de calcular la presión del aire que se generaría cuando éste estuviera a unos metros del piso. El segundo paso, fue considerar a la roca cayente como un pistón poroso, es decir, que el aire puede fluir a través de él. Este modelo considera que no sólo la presión del aire cambia, sino también lo hace el volumen del mismo. En este modelo, utilizando métodos de ecuaciones diferenciables, en particular un factor integrante, se llegó a una ecuación que no tiene solución analítica por lo que se intentó aproximar numéricamente. El tercer paso habría sido considerar los túneles interconectados dentro de la mina, sin embargo, el tiempo no fue suficiente.

Problema 3. Flujo del tránsito

Quizás el problema más sencillo de enunciar, sin embargo su respuesta no lo es. El objetivo es simplemente modelar el flujo del tránsito automotriz. Algunos de los comportamientos que se observan son:

- Ondas “stop-go” con densidad local más alta donde los vehículos se mueven lentamente y propagándose hacia atrás en el tráfico (efecto similar a gente esperando en colas).
- “Shocks” que se pueden desarrollar con vehículos que reducen drásticamente su velocidad al encontrarse con una fila de lento movimiento.
- El alto repentino en semáforos en luz roja y la gradual aceleración cuando se torna verde.
- ¿Pueden surgir estancamientos “fantasma”? Es decir, en los cuales no hay una razón evidente del porque suceden.



Resultados

En este problema se encontraron dos líneas principales de enfoque. Primero, se podía ver el tráfico como algo continuo y pensar que los automóviles se comportan como un fluido. La otra consiste en considerar un modelo discreto modelando coche por coche. Esta última manera de ver el problema complica considerablemente el modelo por lo que se optó por el modelo continuo. Sin embargo, y a pesar de la extensa literatura al respecto, se encontró que el problema es vasto y complejo llegando a requerir incluso ecuaciones diferenciales parciales para aproximar una solución. Se pudieron mostrar modelos simples para las ondas de tráfico en un semáforo, en un estancamiento o en un accidente, sin embargo, no fue posible encontrar un modelo para los estancamientos “fantasma”.

Problema 4. Uso de la electricidad

En el Reino Unido, el cargo por uso de electricidad por todo el invierno depende fuertemente del consumo que se realice durante los tres períodos de media hora de mayor consumo eléctrico. Para ayudar a los clientes a reducir estos costos, grandes proveedores de electricidad pretenden predecir cuándo ocurrirán estos picos y previenen a los consumidores, quienes pueden reducir su consumo en estos períodos. No obstante, el mismo acto de prevenir a los consumidores reduce el consumo total y esto puede prevenir que dicho máximo ocurra. Cada proveedor de electricidad espera reducir el cargo para algunos de sus clientes emitiendo una advertencia en los días que parece posible que un pico ocurra posteriormente. Los clientes industriales generalmente reducen su consumo en esos días. Un proveedor está restringido a un número limitado de avisos. Un cliente que recibe un aviso puede o no tomarlo en cuenta. El objetivo es poder predecir, de manera confiable, con ligera ventaja cuándo serán los períodos de mayor consumo de energía.

Resultados

Se tomaron en cuenta los avisos de los proveedores de electricidad acerca de cuál podría ser un pico. Basándose en éstos, se uso un modelo llamado el Problema de la Secretaria para poder escoger los avisos a los cuales hacerles caso. El problema surge de la necesidad de un directivo de escoger una secretaria teniendo que entrevistar a varias. La solución simplificada indica que se debe dejar pasar un número fijo de secretarias y luego escoger de las siguientes la que me ofrezca más que todas las anteriores. En el problema de la electricidad, se pueden asignar probabilidades a cada una de las advertencias del proveedor condicionadas a la cantidad de energía que se consumió en advertencias anteriores y después de cierto número de advertencias, escoger aquella que tenga una mayor probabilidad que todas las anteriores.

Conclusiones

A pesar de que los problemas presentados en este taller quizás exceden los conocimientos de matemáticas que se adquieren en una licenciatura y una semana es muy poco tiempo para conseguir una solución precisa para cada uno de ellos, estos problemas son una buena manera de emplear todo el conocimiento que ya tenemos y darnos una idea de cómo se puede aplicar todo lo que nos enseñan en problemas reales que surgen en la industria y conseguir una idea simplificada de lo que podría ser la solución de dichos problemas. También nos permitió convivir con personas de diversos semestres (de quinto en adelante) para conocer a los compañeros de toda la carrera y poder trabajar en equipo. Más aún, de este taller surgió la idea de modelar el flujo de los torniquetes recientemente instalados en todas las entradas del ITAM para encontrar la manera de que entorpezcan lo menor posible la entrada y salida de personas de nuestro instituto.

¡ESCRIBE PARA LABERINTOS E INFINITOS!

Envía tus artículos a

laberintoseinfinitos@yahoo.com.mx

y visita nuestro sitio

laberintos.itam.mx