

Enseñanza de las Ciencias Básicas y Ciencias Básicas de Ingeniería de Sistemas a través de aplicaciones y ejemplos

Edwin Romero Cuero*^a

^aLicenciado en Matemáticas y Computación. Magister en Enseñanza de la Matemática. Facultad de Ingeniería, Universidad del Quindío

Recibido: 08/06/16. Aprobado: 18/10/16

RESUMEN

Este trabajo, tiene como propósito mostrar algunas aplicaciones de las Ciencias Básicas a la Ingeniería de sistemas, utilizando modelos de programación lineal entera y binaria. De igual manera, contribuye al entrenamiento de los profesores de Matemáticas, ya que en algunos casos citar ejemplos prácticos y concretos se convierte en una dificultad para lograr una buena comunicación con los estudiantes. Por esta razón se muestran ejemplos del uso de las matemáticas en este programa.

Palabras clave: Ingeniería; Ciencias Básicas; Enseñanza

Teaching the basic sciences and basic sciences of systems engineering through applications and examples

ABSTRACT

The purpose of this work is to show some applications of Basic Science to systems engineering, using full and binary linear programming models. Likewise, it contributes to the training Mathematics teachers, since in some cases, to quote specific and practical examples makes it difficult to achieve good communication with students. Thus, examples of the use of mathematics in this program are shown.

Key words: Engineering; Basic Science; Teaching

1. Introducción

En las dos últimas décadas se ha venido discutiendo sobre la aplicación de las Ciencias Básicas particularmente, las matemáticas en la INGENIERIA DE SISTEMAS como si se tratara del “Eslabón perdido”. Esto debido algunas veces al sentido intangible y pragmático en el manejo de la información. Por esta razón surgen muchos interrogantes entre los Ingenieros de Sistemas, estudiantes y carreras afines (Ingenieros de Sistemas y Computación, Ingenieros de Software, Ingenieros Informáticos entre otros.) tales como:

Si la Ciencia Básica aporta las herramientas necesarias para entender asignaturas posteriores “llamadas disciplinares” en la Ingeniería de sistemas ¿Por qué no las aplico en dichas materias? O, si las

Ciencias Básicas de Ingeniería de sistemas deben mostrar parte de las aplicaciones de la carrera ¿Sólo me enseñan a través de ejemplos generales como lo hace la Ciencia Básica?

Estas preguntas surgen debido al desconocimiento de los profesores de Ciencias Básicas en los ejemplos y aplicaciones concretas en la Ingeniería de Sistemas, sumado al desconocimiento de algunos Ingenieros de Sistemas o la falta de consciencia en el momento de aplicarlas.

El objetivo de este documento es mostrar algunas aplicaciones de las Ciencias Básicas en la Ingeniería de Sistemas y contribuir a los profesores de Ciencia Básicas en su entrenamiento para la enseñanza de las matemáticas en la Ingeniería de Sistemas.

2. Materiales y métodos.

Los modelos que se mostrarán posteriormente son realizados utilizando los métodos cuantitativos para la

* E-mail: eromero@uniquindio.edu.co
ORCID 0000-0003-1858-1264

toma de decisiones en la programación lineal entera y binaria. Estos modelos fueron validados en diferentes Software tales como *Winqs* for *Windows* y *QM* for *Windows*, ambos se adquieren de manera gratuita.

3. Resultados y discusión.

En la enseñanza de las Ciencias Básicas y Ciencias Básicas de Ingeniería de Sistemas y carreras afines, se ha abordado una discusión sobre la aplicación de las Ciencias Básicas y sobre los ejemplos concretos que se deben tratar en el aula, para lograr una mayor coherencia en la relación con los espacios académicos llamados “disciplinares”.

las Ciencias Básicas contribuyen al Ingeniero de Sistemas en la toma de decisiones en diferentes áreas del conocimiento tales como: a) Integración de distintas unidades de procesamiento b) Un estado de activación c) Una función de salida para cada unidad d) Un patrón de conexión entre las unidades e) Unas reglas de propagación de los patrones de inferencia entre todas las unidades f) Unas reglas de aprendizaje que modifican con las experiencias los patrones de activación g) Un ambiente dentro del cual debe operar el sistema. (Parra, 2010, Pg. 82)

Igualmente Brito *et al.* (2011) aducen que el conocimiento científico en general es concebido por las prácticas sociales, sin embargo, se ha considerado en muchas ocasiones el estudio de las matemáticas como el trabajo con conceptos abstractos, es decir alejados de la actividad humana. Por esta razón, los autores proponen el estudio de las matemáticas a través de modelo que muestren las aplicaciones cotidianas en forma sistémica.

Por lo anterior, se observa que algunas áreas de aplicación han sido identificadas, sin embargo no se evidencia el interés del ingeniero de sistemas por la aplicación de las mismas.

Lo anterior se debe a la falta de ejemplos concretos en el aula y en los diferentes espacios académicos abordados en la Ciencia Básica. En algunas ocasiones el estudiante debe esperar hasta los cursos de posgrados para que estas aplicaciones se conviertan en realidad.

Estas preguntas no tendrían lugar en el quehacer del ingeniero de sistemas si existiera en los programas de Ingeniería de sistemas y afines proyectos integradores, donde los profesores de Ciencia Básica trabajaran conjuntamente con los Ingenieros de Sistemas, logrando así colaboración mutua y una mejor orientación a los Ingenieros en formación.

A continuación se presentan algunos ejemplos de aplicación de las Ciencias Básicas en la Ingeniería de Sistemas.

Ejemplos.

a. Casos de Uso en una empresa de desarrollo de Software.

En este primer ejemplo se presenta un problema de asignación de casos de uso en una empresa de desarrollo de Software.

Un Ingeniero de Sistemas es el líder de un equipo de desarrollo en una fábrica de software y está interesado en la utilización más efectiva de sus recursos de personal buscando la forma de hacer las mejores asignaciones de los casos de uso a los desarrolladores que tiene a su cargo.

Revisando el personal encuentra 4 desarrolladores (Desarrollador1, Desarrollador2, Desarrollador3 y Desarrollador4). Todos pueden ser asignados a los casos. Cada uno de ellos sólo se puede hacer cargo de un caso.

Los Casos de uso son clasificados de la siguiente manera:

- Consultar información.
- Guardar información.
- Validar datos.
- Modificar datos.

Para decidir la mejor asignación, el Ingeniero tiene en cuenta una tasa de efectividad (de 1 a 9) construida sobre actuaciones anteriores de dichos desarrolladores, ya que no todos tienen el mismo desempeño en todo tipo de implementación:

Tabla 1. Tasa de efectividad según el caso de uso

Desarrollador	Consultar Información	Guardar Información	Validar Datos	Modificar Datos
Desarrollador1	3	5	4	2
Desarrollador2	6	7	8	9
Desarrollador3	7	6	7	4
Desarrollador4	5	7	8	3

Fuente: Elaboración propia.

Primero se definen las variables a utilizar en el modelo:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si el desarrollador } i \text{ realiza el caso de uso } j \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Función objetivo

La función objetivo representa la mayor efectividad en el uso de sus recursos.

$$z(\max) = 3x_1 + 5x_2 + 4x_3 + 2x_4 + 6x_2 + 7x_2 + 8x_3 + 9x_3 + 7x_3 + 6x_3 + 7x_3 + 4x_4 + 5x_4 + 7x_4 + 8x_4 + 3x_4$$

Restricciones

Todos pueden ser asignados a los casos y cada uno de ellos sólo se puede hacer cargo de un caso.

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} &= 1 & x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} &= 1 \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} &= 1 & x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} &= 1 \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} &= 1 & x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} &= 1 \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} &= 1 & x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} &= 1 \end{aligned}$$

b. Asignación de tareas en diferentes computadores.

En este segundo caso se muestra la asignación de diferentes tareas a 3 computadoras y el tiempo mínimo requerido para ejecutarlas.

Un sistema de procesamiento compartido tiene 3 computadores diferentes ($C_j, j = 1,2,3$) y tiene que procesar 6 tareas ($T_i, i=1,2,3,4,5,6$) Todas las tareas se pueden realizar en cualquier computador, pero no pueden fraccionarse (se deben completar en el ordenador en que se inician). Los tiempos de procesamiento de cada tarea i en cada computador j , varía según el computador. El tiempo disponible de cada computador para ejecutar las tareas está limitado.

tiene un tiempo limitado de operación para realizar las tareas, lo que arrojo las siguientes ecuaciones:

Tiempo disponible en cada computador:

$$\begin{aligned} 18x_{11} + 14x_{21} + 23x_{31} + 16x_{41} + 17x_{51} + 25x_{61} &\leq 48 \\ 16x_{12} + 21x_{22} + 23x_{32} + 24x_{42} + 24x_{52} + 28x_{62} &\leq 42 \\ 12x_{13} + 19x_{23} + 33x_{33} + 23x_{43} + 24x_{53} + 30x_{63} &\leq 47 \end{aligned}$$

Después se sacaron las condiciones que permitieran que una tarea solo se pudiera realizar en un computador, evitando así la duplicación de tareas, y haciendo que el sistema logre su objetivo en un menor tiempo, se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} x_{11} + x_{21} + x_{31} &= 1 & x_{41} + x_{51} + x_{61} &= 1 \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} &= 1 & x_{42} + x_{52} + x_{62} &= 1 \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} &= 1 & x_{43} + x_{53} + x_{63} &= 1 \end{aligned}$$

Tabla 2. Tiempo de procesamiento

Tareas	C_1	C_2	C_3
T_1	18	16	12
T_2	14	21	19
T_3	23	27	33
T_4	16	24	23
T_5	17	24	24
T_6	25	28	30
Tiempo Disp.	48	42	47

Fuente: elaboración propia a partir Universidad Carlos III de Madrid

Tras haber logrado identificar las condiciones necesarias para resolver el problema se pasó a obtener la función objetivo a minimizar, a partir de los tiempos que tardan las tareas:

$$z = 18x_{11} + 16x_{12} + 12x_{13} + 14x_{21} + 21x_{22} + 23x_{23} + 27x_{31} + 27x_{32} + 33x_{33} + 16x_{41} + 24x_{42} + 23x_{43} + 17x_{51} + 24x_{52} + 24x_{53} + 25x_{61} + 28x_{62} + 30x_{63}$$

¿A qué computador debemos mandar cada tarea si queremos minimizar el tiempo total de procesamiento?

Analizando el problema se tiene que para que se pueda optimizar y obtener el menor tiempo posible, se deben tener en cuenta las restricciones dadas, lo primero que se tuvo en cuenta es que cada ordenador

c. Envío de un archivo desde un Dispositivo de Red.

El tercer ejemplo se observa un caso que puede ser tratado en Redes o en Teoría de Grafos, que trata del envío de un paquete a través de la mejor ruta.

Se requiere enviar un archivo de 6000 Bytes. Para

realizar este proceso, el archivo (paquete) puede viajar por “varias rutas”, involucrando diferentes dispositivos de red, los cuales influyen sobre el tiempo final de llegada del archivo. Cada uno de los dispositivos tiene un tiempo de transmisión, el cual indica el tiempo que tarda el dispositivo de red en preparar y enviar dicho

paquete; también se tiene el tiempo de propagación, el cual indica el tiempo que tarda el paquete en llegar al próximo dispositivo. Haciendo uso de herramientas tales como *Packet Tracer*, se realiza la estructura de la red de la siguiente manera:

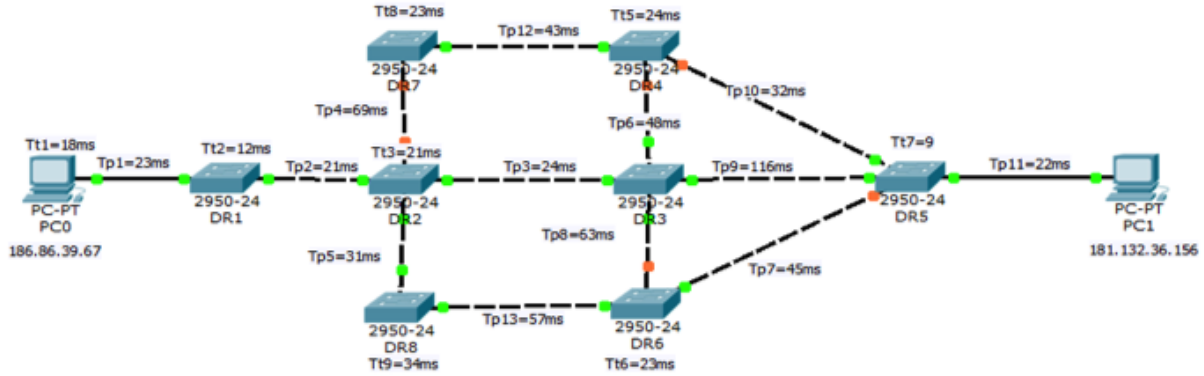


Figura 1. Estructura de la red
Fuente: (Loaiza y Salamanca, 2014)

Es de aclarar que cuando un paquete es enviado desde un dispositivo de red a otro, este no puede retornar a su origen. Además, el tiempo total es igual a la suma de los tiempos de transmisión y los tiempos de propagación de cada dispositivo de red.

Por otro lado, para evitar el congestionamiento de la red se necesita que el tiempo de transmisión total no sea mayor a 127 ms y que el tiempo de propagación no sea mayor a 208 ms. Encontrar la ruta en la cual el paquete tarde el menor tiempo en llegar a su destino.

Variables de decisión

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si se toma la traza que va desde el dispositivo de red } i \text{ hasta el } j \\ 0, & \text{si no se toma la traza que va desde el dispositivo } i \text{ hasta el } j \end{cases}$$

Función Objetivo

$$z(\text{mín}) = 41x_{01} + 33x_{12} + 90x_{27} + 52x_{28} + 45x_{23} + 88x_{34} + 103x_{36} + 156x_{35} + 31x_{59} + 91x_{89} + 86x_{63} + 68x_{65} + 66x_{74} + 72x_{43} + 56x_{45}$$

Restricciones

· La ruta siempre debe pasar por los dispositivos DR1 Y DR2.

$$x_{01} + x_{12} = 2$$

· Si el paquete está en DR2 puede tomar 3 direcciones (DR7, DR3, DR8) pero solo se debe escoger una.

$$x_{27} + x_{23} + x_{28} = 1$$

· Si el paquete toma la ruta hacia DR7 debe tomar la ruta rumbo a DR4, ya que es el único camino.

$$x_{27} \leq x_{74}$$

· Si el paquete toma la ruta hacia DR8 debe tomar la ruta rumbo a DR6, ya que es el único camino.

$$x_{28} \leq x_{86}$$

· Si el paquete se encuentra en DR6 puede ir a DR3 o DR5.

$$x_{63} + x_{65} \leq 1$$

· Si el paquete se encuentra en DR4 puede ir a DR3 o DR5.

$$x_{43} + x_{45} \leq 1$$

· El paquete puede tomar 3 direcciones (DR4, DR5, DR6) pero solo puede escoger una o cero.

$$x_{34} + x_{35} + x_{36} \leq 1$$

· El paquete siempre debe pasar por DR5.

$$x_{59} = 1$$

· Si el paquete está en DR3 y toma la ruta a DR4 debe ir a DR5, ya que no es permitido devolverse.

$$x_{34} \leq x_{45}$$

· Si el paquete está en DR3 y toma la ruta a DR6 debe ir a DR5, ya que no es permitido devolverse.

$$x_{36} \leq x_{65}$$

· El paquete debe pasar por DR4 o DR3 o DR6.

$$x_{45} + x_{35} + x_{65} = 1$$

· Total tiempo de transmisión no debe ser mayor 127 ms.

$$18x_{01} + 12x_{12} + 21x_{27} + 21x_{28} + 21x_{23} + 40x_{34} + 40x_{36} + 40x_{35} + 9x_{59} + 34x_{86} + 23x_{63} + 23x_{65} + 23x_{74} + 24x_{43} + 24x_{45} \leq 127$$

· Total tiempo de propagación no debe ser mayor a 208ms.

$$23x_{01} + 21x_{12} + 69x_{27} + 31x_{28} + 24x_{23} + 48x_{34} + 63x_{36} + 116x_{35} + 22x_{59} + 57x_{86} + 63x_{63} + 45x_{65} + 43x_{74} + 48x_{43} + 32x_{45} \leq 208$$

· Si el paquete está en DR3 puede tomar 3 direcciones (DR4, DR5, DR6) pero solo se debe escoger una.

$$x_{23} = x_{34} + x_{35} + x_{36}$$

3. Conclusión

La responsabilidad en la aplicación de las Ciencias Básicas recae en cada Ingeniero de acuerdo a su especificad; sin embargo, los profesores de Ciencia Básicas de cualquier universidad siempre deben tener presente el ¿Para quién? y el ¿para qué? se orientan los espacios académicos. Estos deben estar basados en aplicaciones generales, que amplíen la identificación de las Ciencias Básicas en los contextos generales, y de las aplicaciones concretas o específicas, que ayuden al estudiante a encontrarle sentido práctico dentro de su proyecto profesional. Lo anterior contrasta con las ideas expuestas por (Brito & otros, 2011) al considerar las matemáticas como una parte de la actividad humana que no debe estar alejada de la realidad.

4. Referencias

- Brito M, Romero I & otros (2011). Papel de la modelación matemática en la formación de los ingenieros. *Ingeniería Mecánica*, vol.14 no.2. La Habana.
- Loaiza, D y Salamanca, Y. (2014). Proyecto final de la asignatura investigación de operaciones. Universidad del Quindío.
- Parra, E (2010). Las ciencias básicas en ingeniería de sistemas: justificaciones gnoseológicas desde los objetos de estudio y de conocimiento. *Revista Educación en Ingeniería*, Volumen No 10. ACOFI., 1900-8260.
- UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID. (2007). Examen de Investigación Operativa de ingeniería informática. Consultado el 06 de noviembre de 2014. Consultado en http://www.est.uc3m.es/esp/nueva_docencia/comp_col_leg/ing_info/io/examenes/EXSEP07.