

Congreso Iberoamericano de Educación
METAS 2021

Un congreso para que pensemos entre todos la educación que queremos
Buenos Aires, República Argentina. 13, 14 y 15 de septiembre de 2010

TIC Y EDUCACIÓN

La Enseñanza de Investigación de Operaciones a través de Estudio de Caso: manejo de basura en la ciudad de México.

Isabel Quintas Pereira¹
Gloria Baca Lobera²
Irene Sánchez Guevara³

¹ Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco (México). iqpere@correo.xoc.uam.mx

² Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco (México). gbaca@correo.xocuam.mx

³ Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco (México). isabiro@yahoo.com

RESUMEN.

La adopción de un enfoque del proceso de aprendizaje desde la perspectiva de las tecnologías de la informática y la computación, a través de casos de estudio en las universidades, es un proceso complejo que se enfrenta con barreras tecnológicas y humanas. Por este motivo, es necesario diseñar una serie de objetivos y estrategias nuevas. Los casos de estudio constituyen un ejemplo de estrategias que invitan a los estudiantes a través de temas propuestos por su misma realidad, a tener una actitud de interés por el aprendizaje así como un compromiso con su comunidad por resolver situaciones emergentes como son los temas ambientales.

Este trabajo surge para responder algunas inquietudes y mostrar experiencias personales sobre la enseñanza de la Investigación de Operaciones en las licenciaturas de Economía y Administración. En este sentido se desarrollan tres casos de estudio: simulación Monte Carlo para un tema de juegos de azar, otro de toma de decisiones en inventarios, y el uso de la Programación Lineal en un tema de optimización para un problema de la basura en la Ciudad de México. Así mismo, se muestran algunas reflexiones que sobre el tema han hecho investigadores a cerca de la forma en que las herramientas de la información y la computación pueden influir para aprender mejor.

Palabras clave: Programación lineal, transporte y toma de decisiones.

INTRODUCCIÓN: LA INCORPORACIÓN DE LAS TIC'S EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.

Desde el inicio de los años 80, la gran expectativa que despertaron las aplicaciones de las TIC's en los procesos de enseñanza- aprendizaje hasta ahora no se han realizado. Estamos convencidas de que esto no se debe a las limitaciones propias de la tecnología, sino a las limitaciones de nuestra imaginación, y sobre todo, a las restricciones que nos imponen los viejos hábitos y las rígidas estructuras sociales que no acepta modificaciones fácilmente.

En este mismo sentido, consideramos que todavía no se han identificado con toda claridad en lo que pueden contribuir las TIC's que sea nuevo y diferente, y lo que es más importante, lo que esas diferencias significan en términos del proceso de enseñanza-aprendizaje. Por lo que es una cuestión fundamental realizar estudios con la aportación de diferentes disciplinas con el objetivo de avanzar en esa dirección.

Desde el punto de vista de la enseñanza de las matemáticas, una actividad básica que nos pudiera permitir obtener resultados positivos es examinar las formas que las TIC's se pueden usar para representar ideas y procesos, y analizar cuáles son las diferencias con esas mismas representaciones en los medios tradicionales, y cuáles son las fuentes específicas de cualquier eficacia o ineficacia del aprendizaje. Además se tiene que considerar los cambios que su uso introduciría en la organización física del aula y de la estructura organizacional de los sistemas educativos.

1. LA PERSPECTIVA CONSTRUCTIVISTA EN LA EDUCACIÓN Y EL USO DE LAS TIC.

Debido a la gran versatilidad y fácil acceso de las computadoras, su aplicación en el campo de la educación puede ayudar a cambiar el foco del conocimiento como posesión hacia el conocimiento como construcción, y del aprendizaje como guiado desde afuera, hacia el aprendizaje guiado por sí mismo. Además permite renovar el concepto de instrucción que cambia la atención de impartir el conocimiento hacia la instrucción como una guía socialmente basada en la exploración.

No es coincidencia que esos cambios, que implican el uso de la computadora, resulten congruentes con los principios del constructivismo del aprendizaje y la enseñanza. Cada una por su lado, el constructivismo y la computadora, han modificado substancialmente el concepto de aprendizaje y han provocado nuevas posibilidades de instrucción para casi todas las situaciones, incluyendo la tradicional clase, la clase a distancia y el autoaprendizaje. El constructivismo ha aportado ideas en la construcción de ambientes de aprendizaje basados en la tecnología. Una de esas implicaciones es la necesidad que se crea de situar el aprendizaje en contextos auténticos y con significados. Es importante decir que los ambientes educativos con enfoque constructivista creados en la computadora no involucran el conocimiento para guiar y estructurar el proceso de aprendizaje, sino sólo crean situaciones y ofrecen herramientas que estimulen a los estudiantes a hacer un uso máximo de su propio potencial cognitivo.(Scardamalia et al., 1989).

Otra consecuencia importante del enfoque constructivista para la creación de ambientes de aprendizaje basados en la tecnología radica en que puede ser una actividad tanto individual como social, la introducción de la tecnología en el proceso de aprendizaje

puede tener consecuencias profundas para el diseño de formas de aprendizaje sociales, dada la diversidad de contextos y de tutoriales.

La computadora puede servir en el proceso de obtención de información, indagación y colaboración, y no sólo como un vestigio de instrucción directa. Las herramientas de tecnología que ayudan al aprendizaje incluyen varios tipos de softwares de simulación, video discos, multimedia, y telecomunicaciones (correo electrónico e Internet). Estas herramientas presentan beneficios que incluyen la habilidad de obtener información relevante en la forma de documentos, fotografías videos; **además de dar experiencias virtuales que de otra forma no son posibles; y la oportunidad para los estudiantes de examinar una variedad de puntos vista para que sean capaces de construir su propio conocimiento sobre diversos conceptos.** El potencial de la tecnología de la telecomunicación radica en su habilidad de funcionar como una entrada; una entrada a los recursos, al aprendizaje colaborativo y de logro individual. Aunque es importante no perder de vista el hecho de que la tecnología de las comunicaciones no es una componente necesaria para desarrollar un ambiente de aprendizaje ni tampoco es suficiente para provocar la emergencia de tal aprendizaje, sin embargo, permite un medio para que el aprendizaje constructivista pueda, de hecho, llevarse a cabo.

2. CASO DE ESTUDIO.

La ciudad de México se encuentra ubicada en una cuenca cerrada a más de dos mil metros de altura. Cuenta con una población de algo más de ocho millones de habitantes dentro de sus límites políticos, pero está inmersa en una de las regiones conurbadas más grandes con cerca de 20 millones de habitantes, muy densamente poblada.

La población de la ciudad de México tiene la mayor generación de residuos per cápita del país, debido a su condición urbana y a también tener el mayor PIB per cápita; cada individuo produce 1.5 kg /día, lo que implica 12 mil toneladas diarias. La recolección de basura la llevan a cargo las autoridades locales (delegaciones) pero el manejo final se realiza de manera centralizada.

La infraestructura básica con que cuenta la ciudad consiste en un sitio de disposición final (relleno sanitario) que está llegando al final de su vida útil, seis plantas de composta, tres plantas de separación y 13 estaciones de transferencia. Tanto las plantas de separación como las de composta están subaprovechadas, y aunque al menos el 40% de los residuos son orgánicos, como no se realiza la separación en el origen, es muy poco lo que se envía a compostaje.



6 Plantas de composta

Bordo Poniente
 Cuajimalpa
 Del. Álvaro Obregón
 Del. Iztapalapa
 Del. Milpa Alta
 Del. Xochimilco

1 Sitio de disposición final

Bordo Poniente

3 Plantas de selección

Bordo Poniente
 San Juan de Aragón
 Santa Catarina

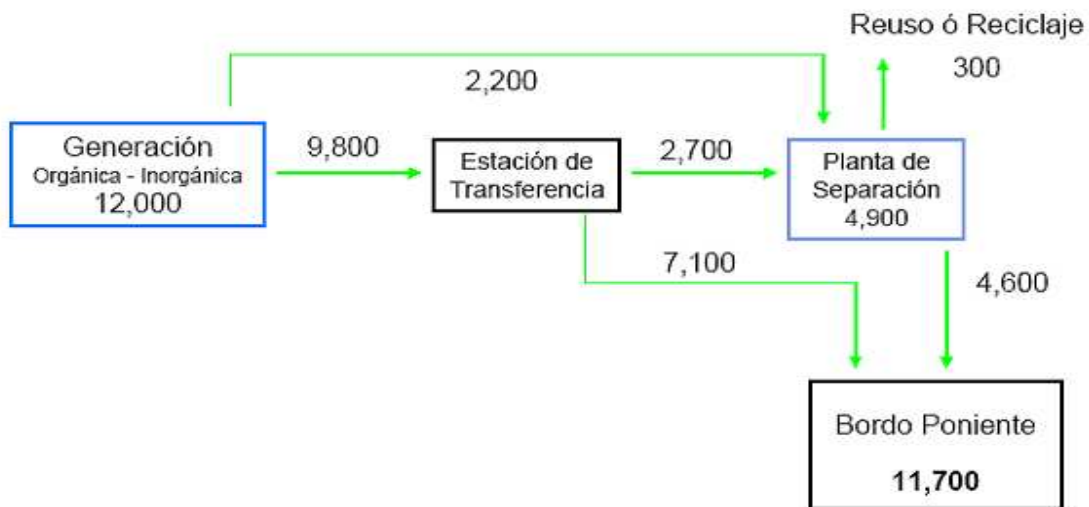
13 estaciones de transferencia

En el siguiente cuadro se presenta la capacidad de cada una de las instalaciones

	planta	capacidad	uso actual ton/año	Recupera- do
Bordo Poniente	Relleno sanitario			
Bordo Poniente	Planta composteo	73,000 ton/año	17,000 ton/año	
Cuajimalpa	Planta composteo	1,200		
Alvaro Obregón	Planta composteo	1,836		
Iztapalapa	Planta composteo	1,440		
Milpa Alta	Planta composteo	1,380		
Xochimilco	Planta composteo	1,300		
Bordo Poniente	Planta selección	5,600/3 Ton/día	510 mil ton/año	5.5%
San Juan Aragón	Planta selección	5,600/3 Ton/día	509 mil ton/año	8.5 %
Santa Catarina	Planta selección	5,600/3 Ton/día	481 mil ton/año	6 %

Las autoridades presentan su funcionamiento actual en un diagrama de flujo correspondiente a la operación diaria; las cantidades están expresadas en toneladas por día.

Actualmente hay diferentes propuestas sobre la operación del sistema, tan variadas como cerrar la planta de composteo del Bordo Poniente y otra que propone que se triplique su operación diaria de 200 a 600 toneladas. También hay propuestas de utilizar totalmente la capacidad instalada en las plantas de separación, abrir otras plantas de composteo y la posibilidad de utilizar hornos para incinerar una parte de los residuos.



Análisis del problema: al estudiarte se le presenta un problema que puede reconocer como algo concreto, y debe comenzar por analizar los datos, entender los procesos, las unidades, la distribución geográfica. En esta etapa el estudiante se apropia del problema y puede comprender la necesidad de mejorar el sistema.

La etapa siguiente de manera natural es preguntarnos que queremos hacer, y como se trata de un curso de programación lineal, necesitamos plantearnos un objetivo. Esto nos puede llevar a plantear posteriormente diferentes problemas. Un objetivo puede ser minimizar la cantidad de residuos generados, pero esto está fuera del alcance a corto plazo de cualquier gobierno local. Algunos objetivos posibles serían:

- minimizar la cantidad de residuos que lleguen a la disposición final
- maximizar la recuperación de materiales reciclables
- minimizar el costo del manejo de los residuos
- minimizar los costos sociales o ambientales de la población y el entorno

Para cada uno de estos objetivos se pueden plantear las restricciones materiales existentes y evaluar propuestas alternas tomando en consideración restricciones impuestas por la normatividad vigente, las restricciones presupuestales y las limitaciones impuestas por lo que es aceptado o no por la sociedad.

3. EL MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA EL PROBLEMA DE LA MINIMIZACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS.

Para ejemplificar las posibilidades, se propone un problema en que se quiere minimizar la cantidad de residuos que llegan a la disposición final utilizando al máximo la capacidad disponible en las plantas de composteo, modernizando la planta de separación de san Juan de Aragón de tal manera que se incremente su capacidad de procesamiento a dos mil toneladas diarias y una eficiencia de recuperación del 15%. Además se planea la construcción de un incinerador de residuos aprovechando la generación de metano generado en el relleno sanitario. Los cálculos indican la posibilidad de quemar 1250 toneladas diarias.

Dado que la ciudad tiene también problemas de contaminación ambiental, las autoridades fijaron el tope de gases producidos diariamente en tres toneladas y media de CO₂ equivalente. Tanto el proceso de compostaje como la incineración generan gases que se pueden traducir en su equivalente en CO₂. En el siguiente cuadro se presentan las capacidades máximas de cada planta así como la cantidad de gases contaminantes producidos por cada tonelada procesada; las diferencias entre las plantas de composteo se deben tanto al tipo de desechos como a la técnica empleada

Planta	Capacidad Ton/día	Contaminación kg/ton
Bordo Poniente	600	3.0
Cuajimalpa	3.3	2.8
Alvaro Obregón	5	2.8
Iztapalapa	4	2.8
Milpa Alta	3.75	5.2
Xochimilco	3.5	2.8
Incinerador	1 250	5.
Selección	2 000	0

Las variables de este problema son ocho

- X₁ : cantidad de ton de desperdicios a enviar a composteo a Bordo Poniente
- X₂ : cantidad de ton de desperdicios a enviar a composteo a Cuajimalpa
- X₃ : cantidad de ton de desperdicios a enviar a composteo a Álvaro Obregón
- X₄ : cantidad de ton de desperdicios a enviar a composteo a Milpa Alta
- X₅ : cantidad de ton de desperdicios a enviar a composteo a Iztapalapa
- X₆ : cantidad de ton de desperdicios a enviar a composteo a Xochimilco
- X₇ : cantidad de ton de desperdicios a enviar al incinerador
- X₈ : cantidad de ton de desperdicios a enviar a separación

El modelo correspondiente es maximizar la cantidad de residuos que se envían a estas plantas para minimizar la cantidad de residuos que irán a disposición final sin exceder los límites establecidos. Finalmente se analizará la cantidad en que se reduce la disposición final.

$$\text{Max } X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8$$

Sujeto a :

$$\begin{aligned}
 3 X_1 + 2.8 (X_2 + X_3 + X_4) + 5.2 X_5 + 2.8 X_6 + 5 X_7 &\leq 3000 \\
 X_1 &\leq 600 \\
 X_2 &\leq 3.3 \\
 X_3 &\leq 5 \\
 X_4 &\leq 4 \\
 X_5 &\leq 3.75 \\
 X_6 &\leq 3.5 \\
 X_7 &\leq 1250 \\
 X_8 &\leq 2000
 \end{aligned}$$

El problema se introduce a la hoja de cálculo y con la herramienta SOLVER se obtienen un reporte de resultados y otro con el análisis de sensibilidad.

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈			
cantidad (ton)	600	3.3	5	4	0	3.5	331	2000	2946.95		
Comp BP	1								600	<	600.00
Comp C		1							3.3	<	3.30
Comp AO			1						5	<	5.00
Comp MA				1					4	<	4.00
Comp Iz					1				0	<	3.75
Comp X						1			3.5	<	3.50
Al incinerador							1		331.152	<	1250.00
A separación								1	2000	<	2000.00
kg CO ₂ equiv	3.00	2.8	2.8	2.8	5.2	2.8	5		3500	<	3500.00

Microsoft Excel 11.0 Informe de respuestas

Celda objetivo
(Máximo)

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$J\$2	cantidad (ton)	2800.00	2947

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor original	Valor final
\$B\$2	cantidad (ton) x1	600	600
\$C\$2	cantidad (ton) x2	0	3.3
\$D\$2	cantidad (ton) x3	0	5

\$E\$2	cantidad (ton) x4	0	4
\$F\$2	cantidad (ton) x5	0	0
\$G\$2	cantidad (ton) x6	0	3.5
\$H\$2	cantidad (ton) x7	200.0	331.2
\$I\$2	cantidad (ton) x8	2000	2000

Restricciones

Celda	Nombre	Valor de la celda	fórmula	Estado	Divergencia
\$J\$4	Comp BP	600	\$J\$4<=\$L\$4	Obligatorio	0
\$J\$5		3.3	\$J\$5<=\$L\$5	Obligatorio	0
\$J\$6		5	\$J\$6<=\$L\$6	Obligatorio	0
\$J\$7		4	\$J\$7<=\$L\$7	Obligatorio	0
\$J\$8	Comp Iz	0	\$J\$8<=\$L\$8	Opcional	3.75
\$J\$9		3.5	\$J\$9<=\$L\$9	Obligatorio	0
\$J\$10	AI incinerador	331.2	\$J\$10<=\$L\$10	Opcional	918.8
\$J\$11	A separación	2000	\$J\$11<=\$L\$11	Obligatorio	0
\$J\$12		3500	\$J\$12<=\$L\$12	Obligatorio	0

Idas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido	Coficiente objetivo	Aumento permisible	Decremento permisible
\$B\$2	cantidad (ton) x1	600	0	1	1E+30	0.4
\$C\$2	cantidad (ton) x2	3.3	0	1	1E+30	0.44
\$D\$2	cantidad (ton) x3	5	0	1	1E+30	0.44
\$E\$2	cantidad (ton) x4	4	0	1	1E+30	0.44
\$F\$2	cantidad (ton) x5	0	-0.04	1	0.04	1E+30
\$G\$2	cantidad (ton) x6	3.5	0	1	1E+30	0.44
\$H\$2	cantidad (ton) x7	331.2	0	1	0.67	0.04
\$I\$2	cantidad (ton) x8	2000	0	1	1E+30	1

stricciones

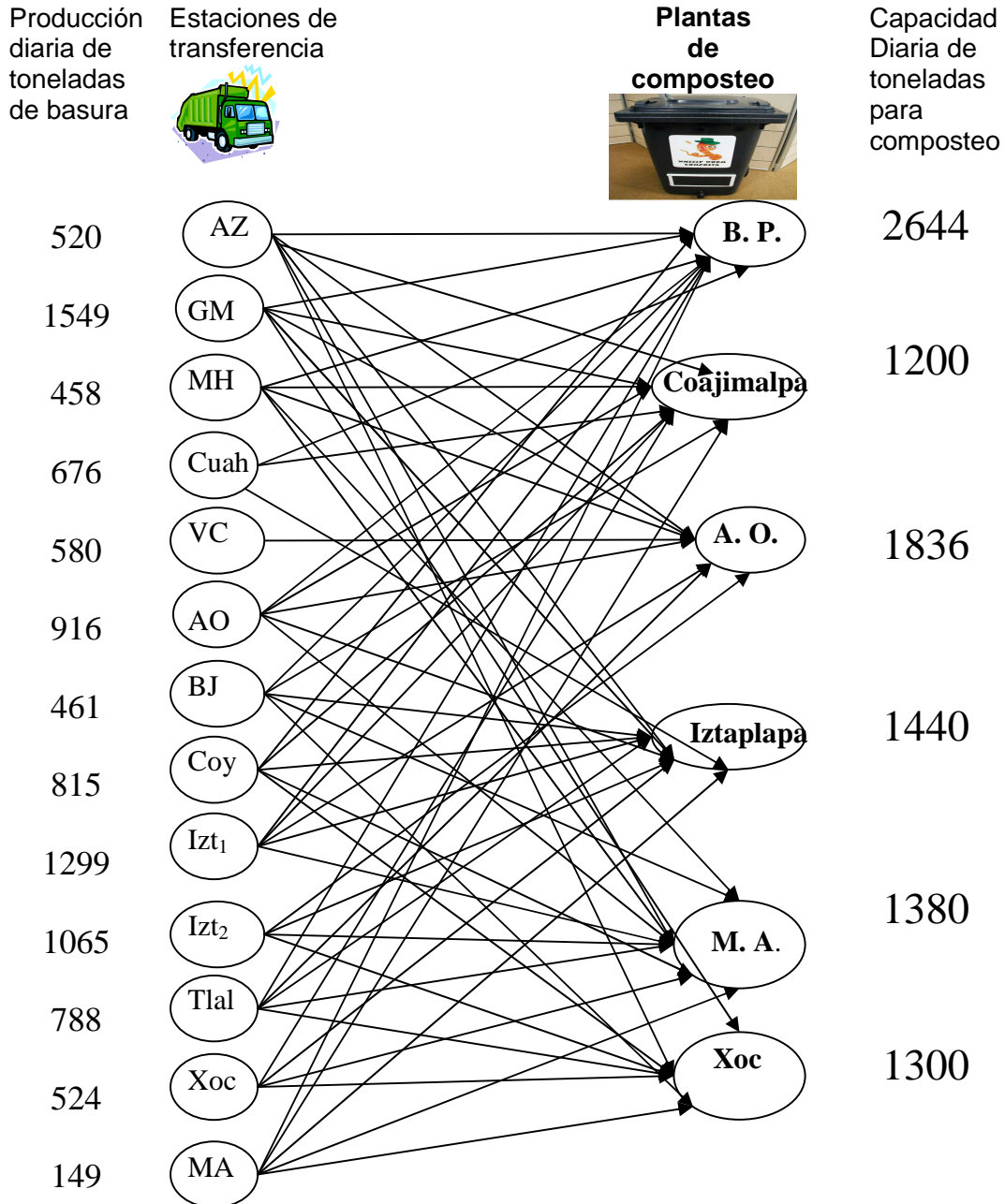
Celda	Nombre	Valor Igual	Sombra precio	Restricción lado derecho	Aumento permisible	Decremento permisible
\$J\$4	Comp BP	600	0.40	600	551.92	600
\$J\$5		3.3	0.44	3.3	591.34	3.3
\$J\$6		5	0.44	5	591.34	5
\$J\$7		4	0.44	4	591.34	4
\$J\$8	Comp Iz	0	0	3.75	1E+30	3.75
\$J\$9		3.5	0.44	3.5	591.34	3.5
\$J\$10	Al incinerador	331.152	0	1250	1E+30	918.8
\$J\$11	A separación	2000	1	2000	1E+30	2000
\$J\$12		3500	0.2	3500	4594.24	1655.8

Los resultados del problema nos indican que esta alternativa reduciría la cantidad de residuos que se envían a disposición final en 1247 toneladas diarias, aunque generando las 3.5 toneladas de gases de efecto invernadero que se establecieron como tope, y se podría reducir a razón de 200 kg por cada kilogramo excedente de generación de gases, mientras que si se incrementa la capacidad de la planta de separación se lograrían disminuir 150 kilogramos por tonelada, sin afectar a la atmósfera.

4. EL MODELO DE TRANSPORTE PARA EL TRASLADO DE LA BASURA DE LAS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA A LAS PLANTAS DE COMPOSTEO.

Uno de los problemas es cómo transportar la basura de las 13 estaciones de transferencia a las 6 plantas de composta, a costo mínimo.

Este problema se puede describir mediante la siguiente gráfica:



La organización para un problema de transporte se hace a través de la siguiente tabla:

Estaciones de tranferencia	Plantas de composta						Producción diaria de toneladas de basura
	Bordo poniente	Cuajimalpa	Alvaro Obregón	Iztapalapa	Milpa Alta	Xochimilco	
Azcapotzalco							520
Gustavo A Madero							1549
Miguel Hidalgo							458
Cuahutemoc							676
Venustiano Carranza							580
Albaro Obregón							916
Benito Juarez							461
Coyoacán							815
Iztapalapa							1299
Iztaplapa							1065
Tlalpan							788
Xochimilco							524
Milpa Alta							149
capacidad diaria	2,644	1,200	1,836	1,440	1,380	1,300	9,800

La producción diaria de toneladas de basura se calculó con base en el número de habitantes de cada delegación y la producción diaria de basura que se encuentra entre 1 kg y 1.3 kg de basura por habitante.⁴

Posteriormente se calculan las distancias entre las estaciones de transferencia y las plantas de composta

Distancia entre las estaciones de transferencia y las plantas de composta

Estaciones de tranferencia	Plantas de composta						Producción diaria de toneladas de basura
	Bordo poniente	Cuajimalpa	Alvaro Obregón	Izt	Milpa Alta	Xoch	
Azcapotzalco	20	40	20	45	65	40	520
Gustavo A Madero	15	40	30	40	60	45	1549
Miguel Hidalgo	20	25	10	35	65	40	458
Cuahutemoc	10	30	13	30	55	35	676
V Carranza	5	35	18	5	45	30	580
Albaro Obregón	25	15	0	15	45	30	916
Benito Juarez	20	30	8	15	35	25	461
Coyoacán	25	20	10	10	25	20	815

⁴ Información obtenida por el INEGI.

Iztapalapa	10	35	20	0	20	10	1299
Iztaplapa	10	35	20	0	20	10	1065
Tlalpan	30	30	15	10	15	10	788
Xochimilco	30	35	25	10	10	0	524
Milpa Alta	30	35	25	10	0	10	149
Capacidad diaria	2,644	1,200	1,836	1,440	1,380	1,300	9,800

Se prepara la tabla de costos por camión de basura que transporta 5 toneladas de una estación de transferencia a una planta de composta; suponiendo que el litro de diesel es de \$7.53 y que el rendimiento por litro es de 10 km en promedio.

Tabla de costos de transporte de cada camión que va de una estación de transferencia a una planta de composteo

Estaciones de tranferencia	Bordo poniente	Cuaj	Alvaro Obregón	Izta	Milpa Alta	Xoch	Número de camiones con 5 toneladas de basura
Azcapotzalco	\$15.06	\$30.12	\$15.06	\$33.89	\$48.95	\$30.12	104
G A Madero	\$11.30	\$30.12	\$22.59	\$30.12	\$45.18	\$33.89	310
Miguel Hidalgo	\$15.06	\$18.83	\$7.53	\$26.36	\$48.95	\$30.12	92
Cuahutemoc	\$7.53	\$22.59	\$9.79	\$22.59	\$41.42	\$26.36	135
V Carranza	\$3.77	\$26.36	\$13.55	\$3.77	\$33.89	\$22.59	116
Alvaro Obregón	\$18.83	\$11.30	\$0.00	\$11.30	\$33.89	\$22.59	183
Benito Juarez	\$15.06	\$22.59	\$6.02	\$11.30	\$26.36	\$18.83	92
Coyoacán	\$18.83	\$15.06	\$7.53	\$7.53	\$18.83	\$15.06	163
Iztapalapa	\$7.53	\$26.36	\$15.06	\$0.00	\$15.06	\$7.53	260
Iztaplapa	\$7.53	\$26.36	\$15.06	\$0.00	\$15.06	\$7.53	213
Tlalpan	\$22.59	\$22.59	\$11.30	\$7.53	\$11.30	\$7.53	158
Xochimilco	\$22.59	\$26.36	\$18.83	\$7.53	\$7.53	\$0.00	105
Milpa Alta	\$22.59	\$26.36	\$18.83	\$7.53	\$0.00	\$7.53	30
Capacidad diaria en número de camiones	529	240	368	288	276	260	1,961

Con la tabla anterior y una tabla para asignación, se utiliza la herramienta del Excel, SOLVER y se obtienen las siguientes asignaciones:

Estaciones de Tranferencia	Bordo poniente	Cuajimalpa	Álvaro Obregón	Iztapalapa	Milpa Alta	Xoc.	Número de camiones con 5 toneladas de basura
Azcapotzalco	104						104
G. A Madero			117			193	310
M Hidalgo	92						92
Cuahutemoc			135				135
V. Carranza			116				116
Al Obregón					116	67	183
Benito Juárez	92						92
Coyoacán		5		28	130		163
Iztapalapa				260			260
Iztaplapa		213					213
Tlalpan	136	22					158
Xochimilco	105.						105
Milpa Alta					30		30
capacidad diaria	529	240	368	288	276	260	

Finalmente los costos:

Matriz para asignación por costos y costo total mínimo						
Estaciones de tranferencia	Bordo poniente	Cuajimalpa	Alvaro Obregón	Iztapalapa	Milpa Alta	Xochimilco
Azcapotzalco	\$1,566.24					
G. A Madero			\$2,643.03			\$6,539.80
M Hidalgo	\$1,385.52					
Cuahutemoc			\$1,321.51			
V Carranza			\$1,572.26			
A. Obregón					\$3,930.66	\$1,513.53
Benito Juárez	\$1,385.52					
Coyoacán		\$72.29		\$212.35	\$2,447.25	
Iztapalapa				\$0.00		
Iztaplapa		\$5,613.61				
Tlalpan	\$3,067.72	\$501.50				
Xochimilco	\$2,371.95					
Milpa Alta					\$0.00	
COSTO TOTAL MINIMO			\$36,144.75			

Interpretación de la solución

La solución óptima es:

- Enviar 104 camiones de 5 toneladas de basura de Azcapotzalco a la planta de composteo en el Bordo Poniente a un costo de \$1,566.24
- Enviar 117 camiones de 5 toneladas de basura de Gustavo A. Madero a la planta de composteo de Álvaro Obregón a un costo de \$2,643.03
- Enviar 117 camiones de 5 toneladas de basura de Gustavo A. Madero a la planta de composteo de Álvaro Obregón a un costo de \$2,643.03 y 193 camiones de 5 toneladas a la planta de composteo ubicada en Xochimilco.
- Enviar 92 camiones de 5 toneladas de basura de Miguel Hidalgo a la planta de composteo en el Bordo Poniente a un costo \$1,385.52
- Enviar 135 camiones de 5 toneladas de basura de Cuauhtemoc a la planta de composteo en Álvaro Obregón a un costo \$1,321.51
- Enviar 116 camiones de 5 toneladas de basura de Álvaro Obregón a la planta de composteo en Milpa Alta a un costo de \$3,930.66 y 67 camiones de 5 toneladas a la planta de composteo ubicada en Xochimilco.
- Enviar 92 camiones de 5 toneladas de basura de Benito Juárez a la planta de composteo en el Bordo Poniente a un costo \$1,385.52
- Enviar 5 camiones de 5 toneladas de basura de Coyoacán a la planta de composteo en Cuajimalpa a un costo de \$72.29, 28 camiones de 5 toneladas a la planta de composteo ubicada en Iztapalapa y 130 a Milpa Alta
- Enviar 280 camiones de 5 toneladas de basura de Iztapalapa a la planta de composteo en Iztapalapa a un costo de \$0.0 y 213 camiones de 5 toneladas a la planta de composteo ubicada en Coajimalpa a un costo de \$5,613.61
- Enviar 136 camiones de 5 toneladas de basura de Tlalpan a la planta de composteo en el Bordo Poniente a un costo de \$3,067.72 y 22 camiones de 5 toneladas a la planta de composteo ubicada en Coajimalpa a un costo de \$501.50
- Enviar 105 camiones de 5 toneladas de basura de Xochimilco a la planta de composteo en el Bordo Poniente a un costo de \$2371.95
- Enviar 30 camiones de 5 toneladas de basura de Milpa Alta a la planta de composteo en el Bordo Poniente a un costo de \$0.0

El costo mínimo por este plan de transporte diario de basura es de: \$36,144.75

5. CONCLUSIONES.

La metodología epistemológica que se ofrece en la UAM Xochimilco denominada sistema modular y que consiste en plantear un problema eje de interés multidisciplinario, para ser analizado y en su caso resuelto con diversas aristas del conocimiento, fue aplicado en este trabajo, con el problema eje del manejo de la basura.

Para su análisis y vías posibles de solución se aplicó las herramientas de Investigación de Operaciones,

La utilización de las TIC's permite alcanzar dos objetivos:

1. A través de la herramienta SOLVER, del Excel, se evitan los cálculos engorrosos que antaño se realizaban forzosamente y funcionaban como antídoto para el

aprendizaje de matemáticas y en consecuencia el análisis del problema y su posible solución.

2. La utilización de la Internet para la recopilación de información de datos estadístico, para un análisis real del contexto del problema, en consecuencia la exacerba la motivación del estudiante

BIBLIOGRAFÍA.

MCKEOWN, D., *“Modelos cuantitativos para administración”*. Grupo editorial Iberoamérica.

GOULD SCHMITH, E., *“Investigación de operaciones en la ciencia administrativa”*. Prentice Hall.

HILLIER & LIEBERMAN, *“Introducción a la investigación de operaciones”*. McGraw Hill.

WINSTON., *“Investigación operativa”*. Grupo editorial Iberoamérica.