

## FICHA TÉCNICA

Laura Itzel Badillo Hernández, Sergio Caballero Barrera

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

### 1. Introducción

La Perspectiva de Modelos y Modelación (PMM o Models and Modeling) propone que aprender matemáticas no es un proceso lineal, sino que es el proceso de desarrollo de sistemas conceptuales (modelos) que son modificados constantemente durante la interacción del estudiante con una situación o con un problema. Los modelos son compatibles, manipulables, modificables y reutilizables, los cuales se usan para describir, interpretar, predecir o controlar sistemas matemáticamente significativos (Lesh, 2010). Es decir, a partir de su conocimiento matemático previo, el alumno dará significado a las situaciones problemáticas mediante la construcción de herramientas matemáticas (Vargas et al. 2018), el provenir de la experiencia del individuo son únicos.

Esta perspectiva recomienda propiciar la resolución de situaciones cercanas a la vida real en el aula que demanden la construcción de modelos y no sólo respuestas cortas a preguntas específicas. (Vargas et al., 2017). Para lograr este cometido, se implementan las Model Eliciting Activities (MEA), son situaciones contextualizadas en la realidad, que sugiere la construcción de un modelo, cuyo propósito es apoyar la toma de decisión de un cliente ante una problemática.

El diseño de esta actividad es laboriosa pues las MEAs deben diseñarse siguiendo seis principios descritos por el autor de esta perspectiva Richard Lesh y que retomamos del artículo de Vargas et al (2018):

- *Principio de la realidad*, las situaciones deben ser cercanas a los intereses de los estudiantes, sus experiencias y conocimientos para dar sentido a la actividad.
- *Principio de construcción*, sugiere que la presentación de los datos debe provocar la necesidad de buscar una solución, esto se logra por el desarrollo explícito de una construcción, descripción, explicación o de una predicción justificada
- *Principio de autoevaluación*, debe estar orientado a ayudar al estudiante evaluar por sí mismos las soluciones propuestas. Para que las ideas o sistemas conceptuales evolucionen es necesario la selección y refinamiento de las mismas.
- *Principio de documentación*, las situaciones deben ser reveladores de pensamiento, para esto se sugiere revisar los productos elaborados revelan la forma como pensaron los datos, las metas y procesos de solución de los estudiantes.
- *Principio de reutilización*, al ser herramientas conceptuales, los modelos matemáticos y procedimientos que se derivan de ellos, al ser generalizables varían ampliamente, surgiendo cuestiones como si es útil para quien lo construyó, puede ser transferible, transportable y fácil de modificarse.
- *Principio de la generalización*, propone una revisión sobre si el modelo es útil para situaciones más complejas o si es posible recordarlo ya pasado un tiempo

## **2. Diseño de la MEA**

La tarea denominada “recolección de la basura de la ciudad” es una MEA diseñada para estudiantes de bachillerato del tercer semestre de la especialidad de Construcción del CBTIS 83, del municipio de Actopan, Hidalgo. Donde actualmente existe una problemática importante sobre la producción y manejo de basura, algo palpable para la zona donde se encuentra el bachillerato, y que a falta de espacios para rellenos sanitarios que cumplan con todas las normativas de salud, próximamente podrá ser una dificultad para muchos otros municipios.

El uso de Actividades Provocadoras de Modelos (APM) o MEAs normalmente cuenta con tres partes clave: 1) nota periodística, que ayudará a contextualizar al estudiante sobre una situación real. 2) preguntas de calentamiento, con ellas se pretende generar una reflexión de los alumnos sobre la problemática. y 3) situación problema, donde el alumno deberá proponer una solución a un cliente sobre el mismo contexto.

En la primera actividad de forma individual se introducen al estudiante dos notas periodísticas que hablan sobre el problema de producción y recolección de basura en el municipio de Actopan, Hidalgo. Después se presentan preguntas de calentamiento que resolverán individualmente, lo que permitirá al estudiante adueñarse del contexto al visualizar la problemática en su propio entorno.

Al finalizar, se crearán equipos de cinco alumnos donde se establecerán las funciones de cada participante y donde por medio de otra ronda de preguntas de calentamiento, se buscará diversificar los datos para obtener un panorama mucho más generalizado del problema.

En la actividad principal en un escenario ficticio donde por parte del gobierno municipal se solicita al público en general una propuesta para el problema de basura generada en todo el municipio, se ofrecen datos generales (tanto reales como imaginarios) con los que se espera que los grupos puedan analizar y generar el diseño de modelos para la posible solución.

La actividad consiste en dos partes, la primera donde los equipos deberán seleccionar el medio de comunicación que sea más recomendable de acuerdo a sus experiencias y/o costos de implementación, esto podrá generar más de un medio elegido. La segunda parte consiste en que de acuerdo al medio seleccionado y los porcentajes de reducción de producción de basura, algunos establecidos y otros en los que utilizarán sus propios criterios, los estudiantes podrán generar un modelo que represente el comportamiento de los costos en un año.

Al terminar los alumnos comunicarán en plenaria durante 15 minutos cada equipo su modelo, junto con sus reflexiones, justificaciones y resultados. Para posteriormente dedicar 30 minutos para contestar el cuestionario de autoevaluación donde ellos mismos valorarán su modelo, sus limitaciones y su participación

Siguiendo los seis principios fundamentales de toda MEA, la presente propuesta cumple con ellos de la siguiente forma:

*Principio de la realidad*, puesto que el planeamiento de la problemática está basada en una situación real y actual en el municipio de Actopan, Hidalgo, como se puede ver en las dos notas periodísticas .

*Principio de construcción*, al buscar que los estudiantes ofrezcan una solución a la problemática para satisfacer la invitación de la presidencia, los obliga a generar sus propios modelos.

*Principio de autoevaluación*, con ayuda de la plenaria, la rúbrica y el cuestionario final, los alumnos tienen la oportunidad de valorar sus modelos y reflexionar sobre el refinamiento del mismo.

*Principio de documentación*, durante la plenaria los equipos justificarán y reflexionarán sobre sus procesos de creación del modelo, que serán plasmados en el reporte final que se enviará por correo electrónico a la presidencia.

*Principio de reutilización*, al estar al tanto que esta problemática no es única de un municipio, se espera que pueda ser aprovechado por otros municipios del estado de Hidalgo o incluso de otros estados cercanos.

*Principio de la generalización*, si el modelo es lo suficientemente refinado podría ser aplicado en más comunidades y/o entidades con una mayor o menor producción de basura.

### **3. Posibles rutas de solución**

Para esta propuesta de actividad es importante considerar algunas de las posibles soluciones que esperamos puedan darnos los estudiantes, ya sea con herramientas tradicionales (lápiz y papel) o herramientas digitales. A continuación se propone una ruta que se espera puedan generar estudiantes de tercer semestre de bachillerato

#### **Primera parte de la actividad**

Se espera de los alumnos que propongan la implementación de una campaña de reducción de la generación de basura mediante los diversos medios disponibles por el municipio: material impreso, en redes sociales, en la radio y eventos, cuyos costos se presentan en el oficio de invitación

En esta parte los estudiantes podrán representar la información por medio de tablas, gráficas y/o ecuaciones (modelos) sobre los costos al día, semana y mes de implementación

#### ***Representación 1:***

Tabla de costos

Tabla de costos de la campaña de a favor de la reducción de la generación de basura					
Periodo de tiempo	Facebook	Perifoneo	Radio	Volantes	Actividades varias
1 día	500	1000	470	500	3000
2 días	500	1000	470	500	0
3 días	500	1000	470	500	0
4 días	500	1000	470	500	0
5 días	500	1000	470	500	0
6 días	500	1000	470	500	0
7 días	500	1000	470	500	3000
costo total por semana	3500	7000	3290	3500	6000
costo total por mes	14000	28000	13160	14000	24000

### Representación 2:

Ecuación algebraica que representa el costo de cada medio acorde a los días de implementación

$$y = nx$$

donde

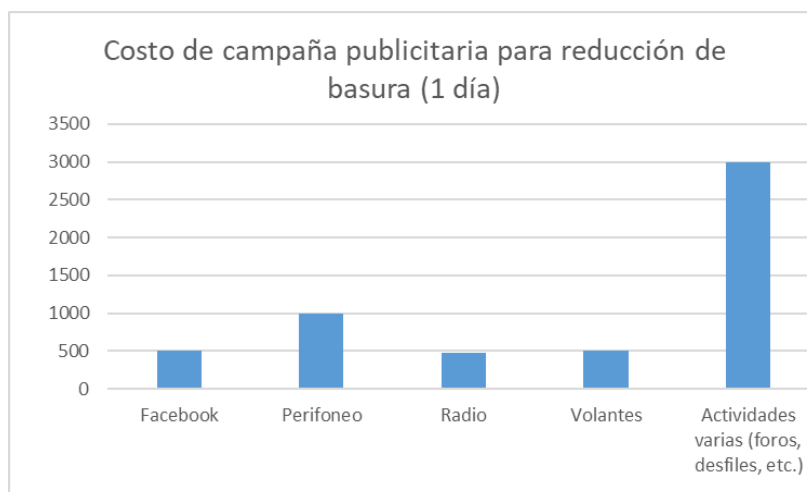
y = gasto

x = costo del medio

n = número de días implementados

### Representación 3:

Uso de gráficas (barras, sectores, pictograma, etc.) Se espera que los estudiantes usando un programa les permita graficar los costos de la campaña de publicidad (puede ser por día, por semana, etc.).



Al final de los diferentes modelos, es deseable que los equipos determinen cuál de los medios es el menos costoso y cuál el más favorable de acuerdo las experiencias de los integrantes del equipo.

NOTA: la selección del medio de comunicación dependerá directamente del criterio del alumno, lo cual permitirá un debate que conducirá a diferentes selecciones de medios que eventualmente se refinarán al hacer el corte final de costos.

### Segunda parte de la actividad

Es esperado que los estudiantes por medio de tablas, gráficas y/o ecuaciones analicen los costos actuales del municipio, ya sea por días o por zonas, a la semana, mensual y/o anual.

#### *Representación 1:*

Ecuaciones algebraicas

$$x = 6ac + bc$$

donde  $x$  es el costo por día de recolección,  $a$  es el promedio de toneladas generadas al día normal,  $b$  las toneladas generadas el miércoles y  $c$  el costo por día.

Para determinar la cantidad de gasto anual, simplemente bastará con dividir 365 días entre 7 días, lo que nos genera un aproximado de 52 semanas al año. Por lo tanto el costo total anual ( $C$ ) es de  $C = 52x = \$6,171,360.00$  con una producción de 23,920 toneladas de basura al año (460 toneladas por semana en promedio)

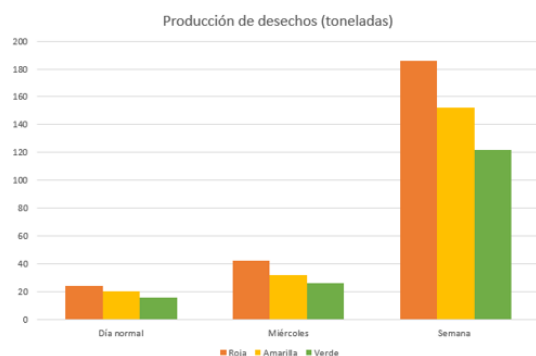
#### *Representación 2:*

## Uso de tablas

	c= Costo \$258 p/Ton	
	Promedio toneladas generadas	x= Precio por día
a= Dias normales	60	\$ 15,480.00
b= Miércoles	100	\$ 25,800.00
<b>TOTAL SEMANAL</b>	<b>460</b>	<b>\$ 118,680.00</b>
Si un año en promedio tiene 52 semanas		
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>23920</b>	<b>\$6,171,360.00</b>

### Representación 3:

Uso de tablas y gráficas sobre la producción y por ende el costo por zona

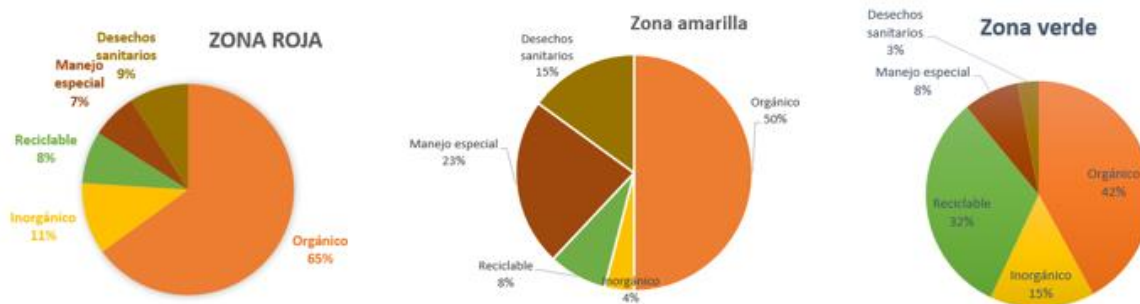


Producción total de basura por zonas en días (Toneladas)			
	Roja	Amarilla	Verde
Día normal	24	20	16
Día tianguis	42	32	25.92
Semana	186	152	121.92
	<b>\$47,988.00</b>	<b>\$ 39,216.00</b>	<b>\$31,455.36</b>

### Representación 4:

Se puede considerar como un modelo complejo donde espera que los alumnos consideren el tipo de basura que se genera por cada zona simplemente multiplicando la producción semanal de cada zona, por sus respectivos porcentajes de la información desarrollada en la invitación de la presidencia, esta información puede ser representada por tablas o por gráficas, dependerá de los estudiantes

Tipo de basura generada por zona, a la semana ( toneladas)						
	Zona roja		Zona amarilla		Zona verde	
	Toneladas	Costos	Toneladas	Costos	Toneladas	Costos
Orgánico	120.9	\$ 31,192.20	76.0	\$ 19,608.00	51.2	\$ 13,211.25
inorgánico	20.5	\$ 5,278.68	6.1	\$ 1,568.64	18.3	\$ 4,718.30
Reciclable	14.9	\$ 3,839.04	12.2	\$ 3,137.28	39.0	\$ 10,065.72
Manejo especial	13.0	\$ 3,359.16	35.0	\$ 9,019.68	9.8	\$ 2,516.43
Desechos sanitarios	16.7	\$ 4,318.92	22.8	\$ 5,882.40	3.7	\$ 943.66
TOTAL	186.0		152.0		121.9	



Una vez ya comprendido el coste de recolección, los estudiantes deberán generar un modelo nuevo sobre las variaciones que se producirán a lo largo del año considerando los gastos de implementación de la campaña y la reducción de producción de basura reciclada por parte de la población. A Continuación algunos de los modelos previstos:

### Representación 1:

Con ayuda de una línea de tiempo, se pueden presentar los costos con el avance de los meses



## Representación 2:

Con ayuda del programa de excel los estudiantes pueden realizar una tabla con los costos de cada ámbito, aquí un ejemplo donde se tomó como las actividades varias como el medio de comunicación perfecto, y los porcentajes de reducción de basura orgánica aleatorios hasta llegar al 15%

		Gasto campaña	Ahorro Reciclable		Ahorro orgánico		
Mes	Gasto basura	Actividades varias	% Ahorro	Costo	% Ahorro	Costo	Total
Enero	\$ 474,720.00						\$ 474,720.00
Febrero	\$ 474,720.00	\$ 24,000.00					\$ 498,720.00
Marzo	\$ 474,720.00		33.3%	\$ 45,399.98			\$ 429,320.02
Abril	\$ 474,720.00		66.6%	\$ 22,699.99			\$ 452,020.01
Mayo	\$ 474,720.00		100%	\$ 68,168.14			\$ 406,551.86
Junio	\$ 474,720.00			\$ 68,168.14			\$ 406,551.86
Julio	\$ 474,720.00			\$ 68,168.14			\$ 406,551.86
Agosto	\$ 474,720.00			\$ 68,168.14	2	\$ 5,120.92	\$ 401,430.94
Septiembre	\$ 474,720.00			\$ 68,168.14	3	\$ 7,681.37	\$ 398,870.49
Octubre	\$ 474,720.00			\$ 68,168.14	7	\$ 17,923.21	\$ 388,628.65
Noviembre	\$ 474,720.00			\$ 68,168.14	10	\$ 25,604.58	\$ 380,947.28
Diciembre	\$ 474,720.00			\$ 68,168.14	15	\$ 38,406.87	\$ 368,144.99
Costo anual total							\$5,012,457.95



### Representación 3:

Uso de gráficas



### Representación 4

Representación algebraica.

Costo por mes

Enero=  $x$

Febrero= $x+a$

Marzo=  $x - 0.33c$

abril =  $x - 0.66c$

mayo =  $x - c$

junio =  $x - c$

julio =  $x - c$

agosto =  $x-c-yb$

septiembre =  $x-c-yb$

octubre =  $x-c-yb$

noviembre =  $x-c-yb$

diciembre =  $x -c-0.85b$

costo promedio total =  $x$

$a$  = costo de campaña

$c$  = costo de basura reciclable

$y$  = porcentaje (valores del 0 al 15 por ciento)

$b$ = costo de basura inorgánica

En conclusión, independientemente del medio de comunicación elegido, siempre existirá una reducción de costos en la recolección de basura y corresponderá a los alumnos determinar cual de estos genera el mayor ahorro.

#### 4. Tiempos de implementación

Actividad	Tiempo estimado
Calentamiento (individual)	20 min
Calentamiento (equipo)	50 min
Principal: Problemática de la recolección de basura	120 min
Exposición plenaria	120 min
Autoevaluación	30 min

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Lesh, R. (2010). Tools, Researchable Issues and Conjectures for Investigating what it Means to Understand Statistics (or other Topics) Meaningfully. *Journal of Mathematical Modeling and Application*, 1(2), pp. 16-48.

Vargas Alejo, V., Escalante, C. C., & Carmona, G. (2017). Competencias matemáticas a través de la implementación de actividades provocadoras de modelos. *Educación matemática*, 30(1), 213-236.

Vargas, V., Reyes, A., & Cristóbal, C. (2018). La deforestación como consecuencia del incremento de áreas de cultivo: Actividad Provocadora de Modelos. *Revista Épsilon*, 99, 7-28.

## ANEXOS

### ANEXO 1

NOTICIA 1. Obtenida del Sol del Hidalgo

LOCAL - POLICIACA MÉXICO - REPÚBLICA - MUNDO FINANZAS - ANÁLISIS GOSSIP - CÍRCULO

REGIONAL / SÁBADO 26 DE JUNIO DE 2021

## Sigue el problema de la basura en Actopan

La alcaldía deposita los desechos en un terreno municipal aledaño a varias oficinas públicas



Alma Leticia Sánchez

ACTOPAN, Hgo.- El problema de basura persiste en el municipio y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnath) desmintió que fuera notificada por la alcaldía en utilizar el relleno sanitario de Pachuca ubicado en el Huixmi.

Los desechos son depositados en un predio municipal que colinda con seguridad pública municipal, el Cereso distrital y las oficinas de los Juzgados Distritales.

El miércoles desde temprana hora, las 50 familias que pepean la basura en el relleno sanitario impidieron el paso a los camiones a fin de presionar para que sean integrados al proyecto que sustituya el tiradero, pues su vida útil ha concluido.

Hasta ayer por la mañana aún no entablaron diálogo con la alcaldesa Tatiana Angeles Moreno como lo han solicitado, por ello un grupo de pepenadores se manifestó en la alcaldía.

En tanto, El Sol de Hidalgo constató que el servicio de la recolección continúa y los camiones llegaron este jueves a un terreno del municipio que rodea oficinas de la policía municipal, de los Juzgados Distritales, así como del Cereso de Actopan.

La presidencia municipal informó que la basura sería trasladada a un lugar permitido por la Semarnath en Pachuca. Sin embargo, esta Secretaría dio a conocer mediante un comunicado

que no ha sido notificada por la presidencia municipal para depositar los residuos en el relleno sanitario del Huixmi.

Además, confirmó que el tiradero a cielo abierto de Actopan consta de casi 16 mil metros cuadrados, inició funciones en el 2017 y actualmente se encuentra a su máxima capacidad, "es por ello que la Semarnath solicitó al municipio presentar el plan de clausura y saneamiento para remediar el pasivo ambiental existente".

Así que la dependencia estatal le sugirió utilizar el depósito de Pachuca o Tula de Allende, siendo el primero el más cercano, "sin embargo hasta el momento, el municipio de Actopan no ha notificado a esta dependencia sobre el lugar donde se depositarán los residuos sólidos urbanos"

## NOTICIA 2. Capturada de La Crónica Hidalgo



SIGUE

A poco más de medio año de este 2023, el Ayuntamiento de Actopan ha tenido que erogar más de 4 millones 500 mil pesos para el traslado de la basura que generan los habitantes del municipio, recurso obtenido de otros programas que la Administración Municipal.

De acuerdo con las autoridades municipales, entre ellos la alcaldesa Tatiana Ángeles Moreno, Actopan tienen que trasladar diariamente un promedio de 100 toneladas de basura, misma que podría ser más si no es clasificada por los pepenadores.

En Tula tienen que pagar un promedio de 258 pesos por tonelada de residuos que llevan, es por ello, que en lo que va de este año se ha erogado un promedio de 4 millones 500 mil pesos, cantidad que podría incrementarse si no hubiera la clasificación en el espacio de traspaleo que recientemente fue suspendido.

Si no llegara a hacerse el proceso de clasificación, los gastos podrían llegar a 7 millones, montos que repercuten directamente a las finanzas del municipio debido a que se tienen que hacer ajustes en otros rubros que manejan para solventar los gastos.

Cabe mencionar que los costos por el servicio de recolección de basura también incrementaron desde el cierre del Relleno Sanitario de El Huixmí, situado en la capital hidalguense. (Hugo Cardón Martínez)