

Uso crítico de los índices y modelos matemáticos gubernamentales en el desarrollo de profesores en servicio

Mario Sánchez

INTRODUCCIÓN

En un artículo publicado en la versión en línea del diario mexicano *La Jornada*, señalo que, dentro del sistema educativo mexicano (incluidas las instituciones de investigación educativa), es muy limitada la cantidad de propuestas y experimentos didácticos en los que los niños y jóvenes estudian las matemáticas y su relación con la conciencia política, la ética y la toma de decisiones (véase Sánchez, 2007). Como una continuación de ese señalamiento, en este escrito se muestra un diseño didáctico que aborda el análisis y la discusión de algunos de los modelos matemáticos que el gobierno federal mexicano emplea en los estudios de marginación social. Este diseño fue aplicado en abril de 2008 en el programa de matemática educativa *en línea* para profesores en servicio del Instituto Politécnico Nacional de México (CICATA-IPN). Además del contenido del diseño y su contexto de aplicación, también se exponen algunas de las reacciones de los profesores de matemáticas que experimentaron este diseño didáctico.

EL CONTEXTO DE APLICACIÓN

El diseño didáctico al que se hace referencia en este estudio fue parte de un curso introductorio para profesores en servicio sobre la enseñanza y el aprendizaje de la modelación matemática. El curso fue aplicado en el programa de matemática educativa del CICATA-IPN en México, pero en realidad fue diseñado en la Universidad de Roskilde (RUC) en Dinamarca y administrado por educadores matemáticos de ambas instituciones.

Fecha de recepción: 6 de diciembre de 2008.

La estructura del mencionado curso se basó en el artículo de Blum y Niss (1991). En ese escrito, los autores presentan una revisión del tipo de argumentos que se han utilizado para incluir la modelación y las aplicaciones matemáticas en la instrucción matemática escolar. Se seleccionaron tres de esos argumentos y se trató de ilustrarlos durante el curso mediante diferentes actividades didácticas. El diseño didáctico que será presentado en la siguiente sección se planeó para ilustrar el “argumento de la competencia crítica” que asegura:

[Este argumento] se enfoca en preparar estudiantes para vivir y actuar con integridad como ciudadanos privados y sociales que posean una competencia crítica en una sociedad cuya forma y funcionamiento están siendo crecientemente influidas por la utilización de las matemáticas a través de aplicaciones y modelación. El propósito de esta competencia crítica es permitir a los estudiantes “ver y juzgar” de manera independiente, reconocer, entender, analizar y evaluar ejemplos representativos de usos reales de las matemáticas, incluidas soluciones (sugeridas) a problemas socialmente significativos (Blum y Niss, 1991, p. 43, traducción mía).

Para ilustrar a los profesores la importancia de analizar la manera en la que se aplica la matemática en asuntos socialmente relevantes, se efectuó la búsqueda de un ejemplo de tal aplicación en las diferentes secretarías gubernamentales del Estado mexicano. En la página web del Consejo Nacional de Población (<http://bit.ly/AWNkg>), se localizó un ejemplo muy interesante referente a los estudios de marginación que esta institución lleva a cabo de manera periódica. Después de analizar los diferentes modelos matemáticos y criterios utilizados para definir y calcular el índice de marginación, se diseñó una actividad que fue resuelta primero de manera individual por los profesores en servicio y, posteriormente, discutida de manera colectiva con el resto de los profesores del curso. Esta interacción se llevó a cabo utilizando un foro asincrónico de discusión de la plataforma *Moodle*, en la cual se basa el sistema del campus virtual del Instituto Politécnico Nacional.

En un foro asincrónico, los participantes emiten e intercambian mensajes escritos sobre un determinado tópico, pero no en tiempo real, es decir, los participantes plasman su opinión en el foro y, en un momento posterior (minutos, horas e incluso días después), reciben las reacciones escritas de sus compañeros a su comentario original. En el caso del programa de matemática educativa del CICATA-IPN, este sistema es muy conveniente en términos prácticos, ya que permite

que profesores de diferentes países encuentren un lugar común de encuentro y discusión, donde las barreras temporales y geográficas desaparecen. Además de las ventajas prácticas que presenta este tipo de comunicación, también se han identificado otras potencialidades para el desarrollo profesional de los profesores de matemáticas (véase, por ejemplo, McGraw *et al.*, 2007).

Para el caso aquí expuesto, la discusión de la actividad matemática duró cinco días. Enseguida se muestra el contenido de la actividad presentada a los profesores.

EL DISEÑO DIDÁCTICO

Tomando como base la información encontrada en la página web del Consejo Nacional de Población de México, se diseñó lo que se ha denominado una *nota de reflexión* (véase Sánchez, 2008). Las notas de reflexión son actividades en las que se presenta a los profesores una situación escolar ficticia, organizada alrededor de una pregunta o problema matemático. La principal ventaja que ofrece al diseñador la nota de reflexión es que le permite introducir casos de estudio que estén convenientemente ajustados a sus intereses y propósitos didácticos. En este caso particular, se planeó atraer la atención de los profesores hacia las implicaciones sociales que puede tener el uso de modelos matemáticos por parte de nuestros gobernantes.

Este tipo de herramienta didáctica no es novedosa; en su revisión de literatura especializada, Judith T. Sowder comunica otros usos y ventajas de los casos de estudio escritos en el desarrollo de profesores de matemáticas (véase Sowder, 2007).

Éste es el contenido de la nota de reflexión tal como les fue presentada a los profesores.

EL ÍNDICE DE MARGINACIÓN

Susana es una profesora de matemáticas que ha estado discutiendo con sus estudiantes acerca del uso de los modelos matemáticos en relación con problemas socialmente relevantes. Susana llega a su clase con una nueva actividad para sus estudiantes:

SUSANA: Hola, he decidido que esta clase y la próxima las utilizaremos para discutir de manera más concreta el uso de las matemáticas para abordar problemas sociales. He encontrado un buen ejemplo en la página web del Consejo Nacional de Población de México; se trata del *Índice de marginación 2000*. Aquí tengo una copia del documento, pero ustedes pueden consultarlo en Internet en esta dirección (*Susana escribe en el pizarrón la siguiente dirección web*):

<http://www.conapo.gob.mx/00cifras/2000.htm>

El índice de marginación es una medida que se usa para definir y orientar políticas sociales. Déjenme leerles lo que dice la presentación del documento:

En atención a sus atribuciones y responsabilidades, el Consejo Nacional de Población (Conapo) realiza estudios y construye indicadores para conocer las características sociodemográficas, económicas, sociales y culturales de las poblaciones marginadas y vulnerables, así como identificar los patrones territoriales de sus poblamientos y precisar sus interrelaciones con los procesos poblacionales, con la finalidad de aportar criterios y consideraciones demográficas en los programas dirigidos a ampliar las capacidades y opciones de las personas.

En ese sentido, la estimación de los índices de marginación por entidad federativa y municipal para el año 2000, que damos a conocer en esta publicación, es una aportación institucional al proceso de planeación demográfica y del desarrollo económico y social del país. El uso cada vez más generalizado del índice de marginación, tanto en los procesos de planeación como en la asignación de los recursos presupuestarios de los gobiernos federal y estatales, ha contribuido a fortalecer la coordinación de las políticas públicas orientadas a mejorar las condiciones de vida de la población más desaventajada y fortalecer la justicia distributiva en el ámbito local. Esperamos que la difusión de los índices de marginación y los análisis que se presentan contribuya a impulsar políticas y programas orientados a fortalecer la justicia distributiva y a reducir las profundas brechas del desarrollo regional del país, al tiempo que estimulen la reflexión y el desarrollo de investigaciones en la materia.

Reflexión, eso es precisamente lo que quiero que hagamos. Vamos a formar nueve equipos y cada uno analizará uno de los modelos que están contenidos

en el anexo C del documento, los cuales se utilizan para calcular los nueve indicadores socioeconómicos que constituyen el índice de marginación.

El objetivo de la actividad es que entiendan cuáles son las variables y los conceptos que intervienen en el modelo, cuáles son los supuestos y, si existen, que reflexionen sobre las ventajas y desventajas de cada modelo como herramienta para representar el fenómeno socioeconómico en cuestión. La próxima clase, cada equipo explicará su modelo y las ventajas y desventajas que haya encontrado.

Aunque el análisis se enfocará en el anexo C del documento, pueden consultar el documento en su totalidad o cualquier otra fuente de información que consideren relevante para su análisis. Ahora vamos a formar los equipos y a distribuir los modelos.

Susana ayuda a formar los equipos, distribuye los nueve modelos a cada uno de los equipos y los estudiantes comienzan a trabajar hasta finalizar la clase. Dos días después, Susana regresa a clases con sus estudiantes:

SUSANA: Buenos días, ¿listos para continuar la actividad que dejamos pendiente? ¿Quién quiere comenzar a hablar sobre su modelo?

EMMA: Nosotros queremos comenzar.

SUSANA: Bien, dígnanos cuál es el modelo que analizaron y qué encontraron.

CARLOS: Nosotros trabajamos con el noveno indicador socioeconómico que mide el porcentaje de la población ocupada con ingresos de hasta dos salarios mínimos.¹ El indicador se calcula usando el siguiente modelo (*Carlos escribe la siguiente fórmula en el pizarrón*):

$$I_{i9} = \frac{P_i^{sm \leq 2}}{P_i^O} \times 100$$

Donde:

$P_i^{sm \leq 2}$ es la población ocupada que no recibe ingresos por su trabajo o que sólo percibe hasta dos salarios mínimos, y P_i^O representa el total de la población ocupada.

CARLOS: Creemos que el modelo es un poco raro...

SUSANA: ¿Por qué?

¹ El salario mínimo en el año 2008 para el Distrito Federal, la capital de México, fue de aproximadamente 3.16 € diarios.

CARLOS: Bueno, lo primero que hicimos para entender el modelo fue buscar la definición de persona ocupada que está en la página 174 del anexo C. Nos sorprendió muchísimo que la definición también considera ocupadas a aquellas personas de 12 años o más que hayan trabajado al menos una hora una semana antes de realizada la entrevista... ¡aunque no hayan recibido pago alguno por su trabajo!

SUSANA: Bueno, aunque la definición suena extraña, ése es un supuesto del modelo.

CARLOS: Pero ese supuesto tiene consecuencias. Por ejemplo, el modelo podría arrojar un número pequeño, lo cual significa que en la localidad donde se aplicó el modelo poca gente gana dos salarios mínimos o menos, pero...

EMMA: Pero el número no dice nada sobre los menores de 12 años que trabajan; en otras palabras, el modelo no es sensible al trabajo y la explotación infantil. En la biblioteca digital del INEGI,² encontramos un estudio llamado "El trabajo infantil en México 1995-2002"³ y ahí se estima que 1.1 millones de niños y niñas entre 6 y 11 años de edad trabajan, muchas veces sin recibir remuneración por su trabajo... ¿Acaso esos niños no están marginados?

SUSANA: Es muy interesante la información que han encontrado y la observación que hacen, pero antes de comenzar a discutirla me gustaría saber si encontraron algo más sobre el modelo.

SANDRA: Sí. Creemos que es posible tener la situación opuesta con el mismo modelo.

SUSANA: ¿Qué quieren decir?

SANDRA: En el pie de página 23 del anexo C, se advierte que mucha gente, especialmente aquella con ingresos medios o altos, suele omitir la información sobre sus ingresos. Cuando leí esto, inmediatamente me vino a la mente gente como los secuestradores, los narcotraficantes y la gente que trabaja en el mercado negro evadiendo impuestos... seguramente mienten sobre sus ingresos.

SUSANA: ¿Y?

² Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México.

³ Documento obtenido en marzo de 2008 de: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/sociodemografico/trabajo_infantil/El_Trabajo_Infantil.pdf.

SANDRA: Pues el modelo podría generar un número grande, el cual indica que hay mucha gente con ingresos bajos en esa comunidad, pero en realidad son ricos. Por ejemplo, el municipio de Badiraguato en el estado de Sinaloa es uno de los principales productores de marihuana y amapola en el ámbito nacional; los agricultores no van a declarar cuál es su verdadero trabajo, ni cuánto ganan por hacerlo, ¿verdad? Lo más interesante es que en el anexo B del Índice de marginación 2000 se afirma que en Badiraguato más de 72% de la población gana hasta dos salarios mínimos y aparece como el municipio más marginado de todo Sinaloa. Me pregunto si el modelo representa adecuadamente la realidad y si son justas las decisiones políticas que se toman basadas en ese modelo.

SUSANA: Su análisis es realmente interesante, los felicito. ¿Alguien quiere comentar sobre el análisis de Carlos, Emma y Sandra? ¿Alguno encontró algo sobre los otros modelos?

TU TAREA

- i. ¿Cuál es tu opinión sobre el análisis del modelo para el noveno indicador socioeconómico que hacen Emma, Carlos y Sandra?
- ii. Selecciona alguno de los modelos para calcular los nueve indicadores socioeconómicos y analízalo enfocándote en sus fortalezas y debilidades (si existen) como herramienta para representar la realidad social para la que está diseñado. Utiliza argumentos matemáticos (cálculos numéricos, cálculos algebraicos, representaciones gráficas, análisis del efecto de los parámetros y variables sobre los resultados producidos por el modelo, etc.) para justificar tu análisis.

REACCIONES AL DISEÑO DIDÁCTICO

El diseño didáctico funcionó como un detonador que provocó que varios profesores dirigieran su atención a la manera como se utiliza la matemática en la sociedad, en particular para fundamentar o argumentar decisiones políticas que afectan a grandes sectores de la sociedad. Más aún, algunos de los profesores se vieron interesados en aplicar este tipo de actividades matemáticas con sus propios estudiantes como parte de su proyecto final para el curso, en el cual deberían

aplicar alguna actividad de modelación matemática en su propio salón de clases. Por ejemplo, éste es el momento en el que, en uno de los foros de discusión, el profesor Alberto,⁴ de México, expresa su interés por discutir con sus estudiantes la reforma de la empresa paraestatal mexicana Pemex. Esta reforma fue motivo de un intenso debate político nacional durante los días en los que se discutió la actividad:

Tópico: Re: ¿Ambigüedad matemática?

De: Alberto Corona

Fecha: viernes, 18 de abril de 2008, 01:22

Buenos días compañeros:

La sensibilidad que uno tiene ante los cambios sociales regularmente –creo– no la asociamos con las matemáticas directamente, aunque sabemos que éstas están siempre presentes, sobre todo y por citar algunos ejemplos, cuando se refiere a la economía de alguna entidad en particular o cuando hacemos referencia al índice de natalidad en función de los recursos con los que se cuenta, e incluso a enfermedades como la diabetes, el cáncer y el sida.

De estas cuestiones de índole social, me asalta el problema vigente relativo a Petróleos Mexicanos (Pemex) que está en la agenda nacional con una bipolaridad social al respecto, pues mientras unos apuestan por apresurar reformas para “darle autonomía” a la empresa (orillándola a la privatización), otros se oponen argumentando que Pemex puede renovarse sin necesidad de recibir capital privado (nacional o extranjero).

Confieso que el tema me atrae, incluso para trabajarlo para la actividad final, pues se pueden rescatar muchos datos estadísticos de la posición de Pemex como empresa en el mundo, además de que se pronostican cantidades de petróleo de reserva e incluso el tiempo que tienen para agotarse.

También se puede analizar Pemex desde las cifras que presentan el Banco Mundial y la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), además de echar un vistazo a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) para conocer la importancia que Pemex tiene en la economía mexi-

⁴ Los nombres originales de los profesores mencionados en este escrito han sido sustituidos para proteger su identidad.

cana y así hacer un modelo matemático con la intención de analizar los riesgos que provocaría la privatización, como pasó en otros países, como en el caso de Argentina... expongo lo último aprovechando la participación de los colegas Juan Carlos y Susana.

Un saludo a todos,
A. Corona

Alberto no fue el único profesor que decidió llevar este tipo de actividad matemática a su salón de clases. Hubo quien, por ejemplo, discutió las matemáticas que sustentan la decisión de dónde localizar un centro de tratamiento para residuos hospitalarios en una localidad.

Éste es, pues, un ejemplo de cómo se puede discutir el uso de las matemáticas en asuntos socialmente relevantes con profesores de matemáticas en servicio. Considero muy importante este tipo de prácticas, ya que por medio de ellas podemos, como en el caso de Alberto, inducirlos a experimentar este tipo de aproximaciones con sus propios estudiantes, los cuales, a su vez, verán enriquecida su educación en general, pero particularmente la educación matemática que reciben.

AGRADECIMIENTO

Con el apoyo del Programa Alβan, Programa de Becas de Alto Nivel de la Unión Europea para América Latina, beca núm. E06D101377MX.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blum, W. y M. Niss (1991), "Applied mathematical problem solving, modeling, applications, and links to other subjects - state, trends and issues in mathematics instruction", *Educational Studies in Mathematics*, vol. 22, pp. 37-68.
- McGraw, R., K. Lynch, Y. Koc, A. Budak y C. A. Brown (2007), "The multimedia case as a tool for professional development: An analysis of online and face-to-face interaction among mathematics pre-service teachers, in-service teachers, mathematicians and mathematics teacher educators", *Journal of Mathematics Teacher Education*, vol. 10, pp. 95-121.

- Sánchez, M. (2008), "Dialogue among in-service teachers in an internet-based mathematics education program", Documento de discusión presentado en el TSG-28 del 11th International Congress on Mathematical Education, [en línea], obtenido el 6 de julio de 2008 de <http://tsg.icme11.org/document/get/187>.
- (2007), "Matemáticas para la formación de ciudadanos críticos", *La Jornada On Line*, [en línea], obtenido el 2 de diciembre de 2007 de: <http://ciencias.jornada.com.mx/investigacion/ciencias-fisico-matematicas/investigacion/matematicas-para-la-formacion-de-ciudadanos-criticos>.
- Sowder, J. T. (2007), "The mathematical education and development of teachers", en F. K. Lester Jr. (ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, EUA, Information Age Publishing, pp. 157-223.

DATOS DEL AUTOR

Mario Sánchez

IMFUFA-NSM, Universidad de Roskilde, Dinamarca
marios@ruc.dk