

La cultura matemática en la enseñanza de la planeación territorial

Estudiante: —El área de la delegación Xochimilco es 15 000 m²

Profesor: —¡Eso es absurdo!

IÑAQUI DE OLAIZOLA
TECNOLOGÍA Y PRODUCCIÓN
UAM XOCHIMILCO
inaquide@correo.xoc.uam.mx

PALABRAS CLAVE:

Cultura cuantitativa
Planeación
Habilidades matemáticas
Enseñanza

KEYWORDS

Quantitative culture
Planning
Mathematical abilities
Teaching process

RESUMEN

En este artículo se reflexiona acerca de la cultura cuantitativa en el campo de la planeación. Se hace una revisión de la literatura en términos de las necesidades detectadas en el campo profesional y de la enseñanza de métodos cuantitativos en el nivel superior. Se muestran los resultados de una investigación acerca de las habilidades matemáticas básicas en estudiantes de planeación territorial y arquitectura, y se discuten algunas de las dificultades de los estudiantes para desarrollar una cultura cuantitativa básica.

ABSTRACT

The article deals about the quantitative culture in the field of planning. It reviews the literature in terms of the detected needs of students in the professional fields as well as the teaching problems of quantitative methods at the universities. The results of a research about the basic mathematical abilities of students learning territorial planning and architecture are displayed, and some of the problems that face the students trying to develop a basic quantitative culture are discussed.

El diálogo entre estudiante y profesor que reseñamos arriba ocurrió en una presentación en posgrado. No se necesita ser un conocedor de la delegación Xochimilco para percatarse de lo absurdo de la afirmación de la estudiante (probablemente debido a un error al transcribir el dato); un área de 15 000 m² equivale, aproximadamente, a dos campos de fútbol. Es de esperar que profesionales como arquitectos y planificadores territoriales que suelen trabajar con áreas vayan contando con referentes concretos de áreas y sean capaces de darse cuenta de absurdos como éste. Estos referentes concretos, en este caso, áreas, son parte de su cultura¹ cuantitativa.

La sociedad del conocimiento exige que todo mundo, y no sólo los profesionales, sean competentes matemática, científica y tecnológicamente. En el ámbito profesional, muchas de las decisiones importantes deben ser fundamentadas con medidas y argumentos cuantitativos. Por ejemplo, en cuestiones de política pública, las medidas cuantitativas son esenciales tanto para diseñarlas como para evaluar su efectividad.

Es justo el caso de la planeación territorial. Sin embargo, existen grandes dificultades en los programas destinados a este campo para lograr que los estudiantes desarrollen las competencias necesarias para su posterior desempeño profesional eficaz. En varios estudios se reporta que los estudiantes que ingresan a los programas de posgrado en planeación están cada vez menos preparados para el aprendizaje de métodos cuantitativos y, como consecuencia de ello, se observa una tendencia a reducir dichos contenidos y habilidades en los programas educativos; al mismo tiempo, no se logra atender adecuadamente las demandas de estas habilidades que se generan en el campo profesional de la planeación. (Kaufman y Simons, 1995; Urey, 2002)

Los avances tecnológicos de las últimas décadas han traído cambios cualitativos en las modalidades de razonamiento cuantitativo y en la comunicación de resultados. Por ejemplo, las hojas electrónicas han favorecido la exploración de relaciones cuantita-

tivas y facilitado su representación gráfica; los programas de aplicación estadística ponen al alcance de más profesionales estas técnicas y permiten un mayor énfasis en la interpretación; los sistemas de información geográfica (SIG) ayudan a la toma de decisiones de profesionales y otros agentes sociales mediante la organización y visualización de información relevante (Jackson, 2008).

Consciente o inconscientemente, profesores y estudiantes constituyen, mediante un complejo proceso de negociación de significados, una cultura cuantitativa en el aula; en su interacción cotidiana, negocian nuevos significados acerca de la naturaleza de las matemáticas, de lo cuantitativo y de lo que significa aprender esta disciplina.² Esto no es privativo de quienes participan en cursos de métodos cuantitativos; el uso (o no uso) y la valoración que se haga de los métodos cuantitativos en los diversos cursos de un programa contribuyen a la constitución de dicha cultura cuantitativa.

¿Cuáles son las competencias matemáticas, cuantitativas, que deben desarrollar estos estudiantes a lo largo de la licenciatura? ¿Qué habilidades comunicativas utilizando hechos, conceptos, relaciones y argumentos de carácter cuantitativo deberá desarrollar un estudiante? En este artículo reflexionamos acerca de la problemática de la enseñanza, esto es, de la constitución de una cultura cuantitativa en los programas de planeación en general, y en particular, en el caso de la licenciatura en planeación territorial de la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco (UAM-X).

MÉTODOS CUANTITATIVOS EN LA PLANEACIÓN Y SU ENSEÑANZA

Desde la década de 1970, la planeación ha venido alejándose del enfoque de despacho de arquitectura y cada vez hay mayor énfasis en aquéllos basados en métodos de las ciencias sociales en las escuelas de planeación. Se le da una mayor importancia a las tecnologías de la información, el cómputo y los sistemas de información geográfica; son fundamentales las competencias asociadas con

el manejo de información, su visualización y análisis, y es común que en los programas educativos se integren elementos de diseño, política y estrategia y se aborden mediante el trabajo grupal. Frecuentemente, se establece una situación, se definen los actores y se simula el proceso de planeación. Se usan también programas de multimedia con el fin de ilustrar y documentar diversos tipos de fenómenos que ocurren en este campo (Wong, 2006).

Desde hace décadas se ha ido, cada vez más, entendiendo y enseñando el diseño urbano en el contexto de las teorías sociales, políticas, económicas y de desarrollo urbano y se considera la doble dimensión de la actividad de planeación como política pública, pero también como diseño físico, no como una disyuntiva, sino como dos aspectos inseparables del mismo fenómeno (Alexander, 2000). Por ejemplo, Owers (1998) propone que la enseñanza de esta disciplina se ofrezca en diversos niveles y que contribuya a una conciencia interdisciplinaria de esta práctica profesional.

En relación con el enfoque pedagógico, hay un gran consenso en cuanto a que los estudiantes aprenden mejor a través de la inducción, al percatarse de manera inmediata de la aplicabilidad de las técnicas a problemas reales. Por otro lado, con frecuencia no hay tiempo suficiente para abordar adecuadamente las complejidades de muchos de los problemas reales. Schuster (1986) propone organizar lo esencial de los programas de planeación alrededor de cinco ejes: histórico, político/económico, argumentativo, cuantitativo y lenguaje y escritura.

Diversos autores comparan las habilidades de los planeadores con otras profesiones como desarrolladores comunitarios, arquitectos y funcionarios de salud pública. Hay consenso en cuanto a la importancia de desarrollar las habilidades comunicativas y, en particular, elaborar reportes escritos e informes dirigidos al público (Guzzetta y Bollens, 2003).

Desde la década de 1990 ha venido cobrando importancia la enseñanza de los SIG; lo común ha sido procurar la integración de las aplicaciones en contexto con las prácticas en laboratorios, con el fin de lograr el adiestramiento tecnológico adecuado (Montagu, 2001).

Sin embargo, Urey (2002), basándose en el marco de la teoría de la acción comunicativa de Habermas, analiza los sesgos tecnológi-

¹ Por cultura entendemos el conjunto de representaciones, reglas de conducta, ideas, valores, formas de comunicación y pautas de comportamiento aprendidas que caracterizan a un grupo social. (Quintanilla, 1992: 2).

² Si bien las matemáticas no se reducen a los aspectos cuantitativos, referirse a lo cuantitativo y su aprendizaje implica hablar de las matemáticas y su enseñanza.

Cuadro 1. Oferta y utilidad de contenidos cuantitativos en planeación

Técnica cuantitativa	Programas que la ofrece (%)	Técnica cuantitativa	Utilidad (%)
Estadística descriptiva	95.1	Presupuestación	98.7
Proyección de población	87.8	Recolección de datos	94.9
Análisis de regresión	85.4	Manejo de bases de datos	88.5
Manejo de bases de datos	80.5	Estadística descriptiva	87.0
Recolección de datos	80.5	Calendarización	86.8
Estadística inferencial	80.5	Pronóstico	85.9

Fuente: Elaboración propia a partir de Kaufman y Simons (1995)

cos en la comunicación ordinaria y encuentra que ocurren distorsiones sistemáticas en la comunicación, como consecuencia del empleo de las herramientas computacionales. El autor argumenta que en la educación en planeación se debe reflexionar acerca de las dimensiones tecnológicas de las decisiones hechas sobre cómo realizar la planeación. Los estudiantes deberían aprender a seleccionar tecnologías que les ayuden a aprender, en tanto que individuos y como integrantes de comunidades de aprendizaje.

La distorsión puede contaminar el contenido y el contexto de los actos de habla. Los planeadores deben, de acuerdo con este autor, ser capaces de defender contenido (una razón factual en apoyar la veracidad del contenido y una forma retórica que comunique su significado) y contexto (una pretensión de legitimidad de que el planeador tiene el derecho de su dicho y que utiliza un lenguaje apropiado a la situación y una forma de expresión que revela sus intenciones y emociones).

Es común en los cursos de planeación que los estudiantes elaboren reportes escritos en los que, entre otras cosas, utilicen gráficas, cuadros y hoja electrónica. Las técnicas gráficas ofrecen estrategias para combinar análisis y comunicación; la elaboración de una gráfica es una manera de aprender-haciendo acerca de la relación entre variables.

Los sujetos que participaron en el estudio reportado por Urey (2002) eran estudiantes de primer año de licenciatura en planeación urbana y regional.³ Se comparó la utilización de técnicas manuales y el empleo de la hoja electrónica en la exploración, análisis y presentación de datos.

Entre los resultados más relevantes de este estudio están:

- Los estudiantes que emplearon hoja electrónica incluyeron tres tipos de datos extraños en sus gráficas: i) graficando tanto porcentajes como frecuencias sin incluir un eje Y apropiado; ii) graficando frecuencias acumuladas sin discutir su significado y iii) graficando otros valores de origen desconocido.
- Los equipos que utilizaron técnicas computacionales alcanzaron un lenguaje descriptivo más rico.
- Los reportes que se hicieron manualmente carecieron de errores factuales.
- El uso de técnicas computacionales muestra mayores niveles de distorsión en la información.

El autor concluye que es necesario problematizar el uso de las tecnologías computacionales en la enseñanza de la educación. Es verdad que las computadoras facilitan el procesamiento de la información y, con ello, se dispone de más tiempo para dedicar a la interpretación y a la reflexión, pero es tan sólo una posibilidad. La computadora puede usarse como fuente de datos procesados que son asumidos y empleados sin reflexión alguna. Por otra parte, el procesamiento manual implica la detallada manipulación de los datos y la familiaridad con las cantidades procesadas y, de esta manera, la posibilidad de que durante el proceso los estudiantes les vayan dando sentido.

Para Kaufman y Simons (1995) las necesidades de los futuros profesionales encuentran un referente inmediato en el mercado laboral, pero éste no es el único. Cambios

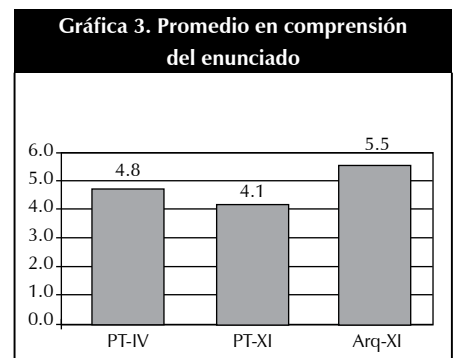
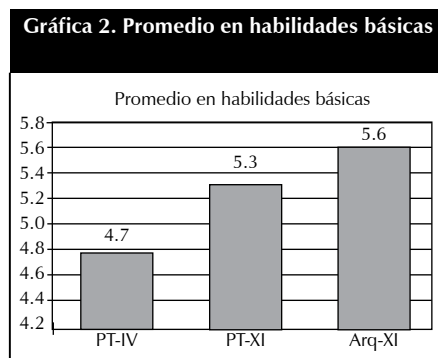
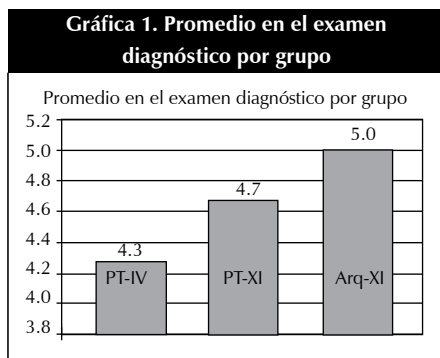
en el currículo que obedezcan sólo a las necesidades inmediatas del mercado pueden resultar perjudiciales en el largo plazo. Para enfrentar estas necesidades se suelen adoptar dos estrategias: un graduado adaptable, con familiaridad y conciencia de una amplia gama de habilidades cuantitativas y que alcanzará su dominio en la práctica, o graduados con dominio de algunas habilidades técnicas importantes que compiten en un segmento estrecho del mercado laboral. Para desarrollar este estudio, se enviaron cuestionarios con una lista de 53 técnicas cuantitativas⁴ a programas de planeación en Estados Unidos y Canadá. También se aplicó un cuestionario telefónico a una lista de planificadores del American Institute of Certified Planners. Las técnicas cuantitativas que con mayor frecuencia se ofrecen en los programas educativos en planeación y aquellas que quienes se encontraban ejerciendo la profesión declararon utilizar con mayor frecuencia, se muestran en el cuadro 1.

Las mayores coincidencias ocurren en manejo de bases de datos, recolección de datos, estadística descriptiva, pronóstico, proyección de población y, con menos peso, diseño de investigación y muestreo. Por otro lado, las mayores discrepancias se encuentran en el análisis multivariado que es ofrecido con relativa frecuencia en los programas, pero muy poco utilizado en el campo profesional; justo lo contrario ocurre con la presupuestación, el análisis de decisiones y calendarización que, a pesar de ser bastante utilizadas en el campo profesional, se ofrecen con poca frecuencia en los programas.

Los autores reconocen que, tal como se esperaba, no hay un perfecto equilibrio entre la oferta y la demanda de habilidades cuantitativas, pues obedecen a comportamientos, relacionados entre sí, pero con racionalidades propias. Asimismo, observan una decreciente competencia cuantitativa de quienes ingresan a estos programas, de modo que las escuelas de planeación deben elegir entre remediar estas limitaciones, especialmente cuando la retención estudiantil es muy importante para la institución, y disminuir los requerimientos cuantitativos.

⁴ Se trata de técnicas de la más diversa índole, desde álgebra y cálculo, hasta modelos econométricos, pasando por programación lineal, prueba de hipótesis, análisis de presupuestos, teoría de colas y análisis de ciclo de vida.

³ Durante la tercera semana del curso, los estudiantes llenaron un cuestionario que contenía preguntas demográficas y acerca del uso de la computadora y de recursos documentales. Luego debieron realizar un trabajo durante dos semanas con técnicas de estadística descriptiva (medidas de tendencia central de dispersión y el coeficiente de variación).



LA PROMOCIÓN DE LA CULTURA CUANTITATIVA

Dentro del campo de la educación matemática se ha desarrollado una línea de trabajo que promueve la cultura cuantitativa (*quantitative literacy*) en los diversos niveles educativos. En particular se recomienda que en el nivel universitario la promoción de la cultura cuantitativa se plantee como una meta importante, a fin de que los graduados universitarios sean capaces de aplicar métodos y técnicas cuantitativas en la resolución de problemas en contexto y que se establezcan programas para tal efecto (Mathematical Association of America, 1998).

Se han desarrollado diversas investigaciones acerca de las expectativas y perspectivas de diversas profesiones en cuanto a las necesidades de métodos y habilidades cuantitativas (Murnane y Levy, 1996; Sons, 1996) y de las necesidades en el mercado de trabajo. (Steen, 1997; Forman y Steen, 1999)

La cultura cuantitativa se caracteriza por la confianza en el uso de ideas y métodos matemáticos en la resolución de problemas en contexto, en contraposición a la ansiedad que suelen producir las matemáticas en muchos estudiantes. Implica la capacidad de interpretar datos, razonamiento lógico, sentido numérico, el uso de múltiples representaciones, empleo de modelos matemáticos en la resolución de problemas y competencia en el manejo simbólico de expresiones matemáticas.

En el nivel superior se han reportado varias experiencias de cursos de cultura cuantitativa. Por ejemplo, en la Universidad DePaul en Chicago se diseñó un curso de razonamiento cuantitativo con el objetivo de propiciar que los estudiantes (Jabon, 2006):

- Analicen argumentos cuantitativos expresados en forma numérica, gráfica, verbal o simbólica.

- Interpreten y creen gráficas que sintetizan datos cuantitativos.
- Comprendan y utilicen razonamientos que involucren porcentajes y cambios en relaciones proporcionales.
- Hagan estimaciones razonables.
- Utilicen las herramientas de la computadora para analizar datos.
- Realicen modelos matemáticos simples (especialmente lineales y exponenciales) y comprendan las limitaciones de los modelos matemáticos.

La tecnología permite el uso de datos reales a lo largo de un curso. Cada actividad y cada tarea tienen datos en un contexto social o científico. Los estudiantes logran dominar las herramientas tecnológicas al hacer actividades reales en contexto. Es importante utilizar las hojas electrónicas en contextos variados y reales con el fin de dominar esta herramienta.

Los resultados de la evaluación han mostrado varias cosas, entre ellas: los estudiantes reportan que esta forma activa de trabajo con el uso de la tecnología contribuye de gran manera en su aprendizaje y consideran que es interesante el uso de las matemáticas en contextos reales.

Algunas experiencias de promoción de la cultura cuantitativa en la licenciatura en Planeación territorial Una primera aproximación

El cuarto módulo de la licenciatura en Planeación Territorial tiene por objetivo analizar el proceso de urbanización. Entre los apoyos⁵ que forman el módulo está contemplado un curso de métodos cuantitativos, cuyo objetivo principal es proporcionar las herramientas básicas para el análisis de los procesos de urbanización. Se trata del primer curso con contenidos matemáticos que los estudiantes toman en la universidad, pues los tres trimestres anteriores carecieron de apoyos de esta naturaleza.

A modo de diagnóstico se aplicó un cuestionario a 109 estudiantes de los módulos IV y XI de Planeación Territorial y módulo XI de Arquitectura. El examen fue diseñado con el fin de medir habilidades matemáticas. Se tomó como base un examen diseñado para tales fines por Johnson y Kuennen (2006).⁶ Buena parte de las preguntas fueron traducidas, se modificaron tres de ellas para medir la habilidad de comprensión del enunciado y se agregaron cuatro reactivos relativos a funciones. Comentaremos aquí los principales resultados obtenidos.

⁵ En el sistema modular de la UAM-X el proceso de enseñanza-aprendizaje se organiza en torno a un objeto de transformación (enunciado sintético de una situación o problema de la realidad que, por sus características de vigencia, relevancia y pertinencia, ha sido incorporado al proceso de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo de un perfil profesional previamente establecido) que es abordado de manera interdisciplinaria y, para ello, se diseñan apoyos, es decir, cursos con el propósito de aportar las herramientas necesarias para la convergencia interdisciplinaria.

⁶ El objeto de este estudio fue identificar los tipos de habilidades matemáticas más asociadas con el éxito de los estudiantes en cursos introductorios de estadística, en administración y economía (business). El promedio obtenido en el examen fue de 7.4, lo que resulta significativamente superior al obtenido por nuestros estudiantes.

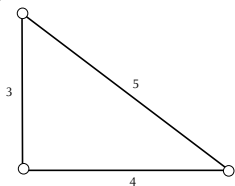
La calificación obtenida para las tres subpoblaciones consideradas fue reprobatoria, esto es, menor que 6 en una escala de 0 a 10. Las diferencias obtenidas en todos los casos no resultaron estadísticamente significativas.

HABILIDADES BÁSICAS

Esta dimensión se midió con 12 reactivos sobre ecuaciones simultáneas y lineales sencillas, división de fracciones, área de triángulos rectángulos y de rectángulos, porcentajes, pendiente y estimación de fracciones y raíz cuadrada.

Entre los reactivos que más dificultad representaron se encuentran:

1. Cálculo de la pendiente de una recta que pasa por dos puntos (6.4% de aciertos).
2. Cálculo del costo de cubrir una superficie rectangular que implica un cambio de unidades (14.7% de aciertos). Este resultado es sorprendente, pues tanto los futuros arquitectos como los planeadores territoriales comúnmente manejan áreas y escalas. En el caso de la población examinada en el citado trabajo de Johnson y Kuennen, los aciertos ascendieron al 42.6%.
3. El 30.3% no supo encontrar el área del triángulo (33.4% en el estudio citado):



4. Llama la atención también que más de la cuarta parte de los estudiantes (26.6%) fue incapaz de encontrar 80% de 60, mientras que en el estudio de Johnson y Kuennen este porcentaje fue de 17.5%.

COMPRENSIÓN DEL ENUNCIADO

Es importante señalar que al inicio del examen se indicó a los estudiantes que el propósito era probar el instrumento y se les pidió que señalaran cualquier pregunta que consideraran mal formulada o poco clara. A pesar de ello, más de la tercera parte (34.9%) de los estudiantes respondió incorrectamente a la siguiente pregunta:

- Supongamos que $x=a/b$ y que $x=4$ y $b=2$, entonces el valor de x es:
a) $1/2$ b) 2 c) 4 d) 8 e) 16

Las opciones que aparecen aquí en negritas fueron consideradas como correctas.

Por un lado en el enunciado se afirma que $x=4$ (opción c) y por el otro se consideró que quienes respondieron la opción d) pensaron que había un error en el enunciado y que se les preguntaba sobre el valor faltante, es decir, el valor de a , que efectivamente es 8, tal y como algunos lo señalaron explícitamente en su examen.

Siguiendo a Barthes, Brown (2001) utiliza la noción de mito para referirse a “ciertas prácticas de significación que se han naturalizado”. Éste es el caso de lo que podría denominarse el mito del algoritmo. Además de la memorización de hechos y procedimientos matemáticos, la tarea fundamental en el aula tradicional consiste en aplicar el algoritmo correcto, combinando adecuadamente los datos del problema o ejercicio para generar así la respuesta correcta; se le da un enorme énfasis a la manipulación de símbolos abstractos, de tal suerte que la matemática se vuelve una actividad ritual, una actividad autocontenida, divorciada de otros aspectos de la vida académica de los estudiantes. Todo apunta a que las respuestas a este reactivo fueron realizadas bajo la lógica del mito del algoritmo.

Algo semejante debe haber ocurrido con el siguiente problema, en el que no se especifica el total de individuos de cuyas dos terceras partes se habla, por lo que resulta imposible responder la pregunta, sin embargo, cerca del 80% creyó encontrar la respuesta en alguna de las opciones ofrecidas:

- Las dos terceras partes de un grupo de votantes manifestó su intención por votar a favor de una ley. ¿Cuántos votantes dijeron que votarían a favor de la ley?
a) 200 b) 300 c) 330
d) 600 e) 660

El siguiente cuadro resume los resultados obtenidos acerca de esta dimensión. Sólo 10.1% de los estudiantes respondió acertadamente a las tres preguntas y 15.6% no acertó a ninguna de ellas.

Núm. de aciertos	Porcentaje
0	15.6
1	28.4
2	45.9
3	10.1

FUNCIONES

Los cuatro reactivos considerados se refieren a la covariación de las variables y a la

noción de función creciente. Los resultados obtenidos fueron muy bajos (2.5, 2.6 y 2.9).

Un ejemplo es el siguiente reactivo, resuelto correctamente apenas por un poco más de la mitad de los estudiantes.

- Si $y = -2x + 8$, entonces cuando la x aumenta, la y :
a) aumenta b) vale -2 c) vale 8
d) vale $-2/8$ e) disminuye

Una de las conclusiones importantes de la aplicación de este cuestionario es que el desempeño de los estudiantes al responderlo es el mismo, estadísticamente hablando, al ingresar al tronco de carrera y cuando están por finalizar la licenciatura, es decir, su paso por la licenciatura no parece haber fomentado la construcción de una cultura cuantitativa básica.

Los resultados obtenidos sugieren que un número significativo de estudiantes tendría dificultades al realizar cálculos estadísticos y en su interpretación para realizar tareas que impliquen el cálculo de áreas y el empleo de distintas unidades y, en general, para comprender textos en donde se hagan afirmaciones que involucren porcentajes, gráficas, funciones sencillas y otras herramientas cuantitativas básicas. Estos resultados adelantan, también, el reto que supone promover una cultura cuantitativa básica en este contexto.

Se diseñó un curso de métodos cuantitativos (Anexo) basado en los principios de la promoción de una cultura cuantitativa, semejante al curso descrito en el apartado anterior, de la universidad DePaul. Se trabajó en sesiones de tres horas a la semana, durante 11 semanas, alternando trabajo en el aula y en el laboratorio de cómputo.

En el laboratorio se utilizó la hoja electrónica para calcular y describir indicadores del proceso de urbanización (grado de urbanización, índice de urbanización e índice de concentración urbana)⁷ de la República

⁷ El índice de concentración urbana ha sido introducido por el autor en clase y se define como el cociente de los dos anteriores e indica cuán concentrada está la población en las localidades de mayor tamaño, lo que permite comparar regiones con diferente grado de urbanización, por ejemplo, es posible que una región con menor grado de urbanización que otra tenga a la población, en términos relativos, más concentrada en las localidades de mayor tamaño.

Mexicana y entidades federativas a partir de los Censos de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Entre otras actividades, ordenaron las entidades federativas según estos indicadores, las compararon y se obtuvo el rango, los cuartiles, la media, varianza y se construyeron los diagramas de caja. Se analizó la relación entre ambos indicadores. También se calcularon tasas medias de crecimiento para interpolar y extrapolar valores de población. Como trabajo final, que debieron realizar en equipo, estudiaron estos indicadores comparándolos a nivel de una subregión de la región centro del país, a nivel de esta región y para la República Mexicana en tres momentos en el tiempo.

Al final del curso se les aplicó un cuestionario en donde se les pedía que ubicaran el grado de urbanización para el año 2000 (precisamente el año con el que más habían trabajado durante el curso) de la República Mexicana y del Distrito Federal, en rangos de 25 puntos porcentuales, es decir, debían elegir entre las opciones 0-25%, 25%-50%, 50%-75% y 75%-100%. Por supuesto, no se pretendía que hubiesen memorizado las cifras precisas, pero sí que hubiesen generado un sentido numérico al respecto.

Parte de haber generado cierto sentido numérico tiene que ver con contar con algunos referentes. En un caso como éste, 50% tiene un sentido cualitativo de equilibrio entre las poblaciones rural y urbana. Un grado de urbanización mayor a 50% indica un país primordialmente urbano. Por otro lado, puesto que la República Mexicana está constituida por entidades con muy diversos grados de urbanización y, en cambio, el Distrito Federal es una entidad eminentemente urbana, se esperaba que, independientemente de ubicar en el rango correcto su grado de urbanización, eligieran un rango superior al de la República Mexicana.

Sin embargo, se encontró que 11% respondió que el grado de urbanización del Distrito Federal es menor al de la República Mexicana. El 44% estimó que el grado de urbanización del país es menor a 50% y, alarmantemente, 17% que es menor a 25%. En suma, a pesar de que los estudiantes han estudiado el proceso de urbanización, teniendo como referente concreto la República Mexicana y sus entidades federativas, muchos de ellos carecen de una visión razonable acerca de la dimensión cuantitativa de este fenómeno.

Durante el curso se analizó la relación entre grado e índice de urbanización. Se explicó la relación:

$$0 \leq U \leq G \leq 1$$

Se ilustró el sentido del índice de urbanización comparándolo en tres casos hipotéticos para mostrar cómo es que indica la concentración de la población urbana en localidades de mayor tamaño:

Puede fácilmente comprobarse que el grado de urbanización de las tres regiones es de 0.5 o 50%, mientras que los índices de urbanización son respectivamente de 0.5, 0.125 y 0.39, es decir, el IU toma su valor máximo cuando la población urbana se concentra en las localidades de mayor tamaño y su valor mínimo cuando lo hace en localidades del menor tamaño.

Al final del curso se les pidió que respondieran:

A partir de la gráfica ¿qué se puede decir del grado de urbanización y del índice de urbanización en el periodo 1980-2000? Argumenta tu respuesta.

Evidentemente es imposible, a partir de la gráfica, saber qué ocurre con el índice de urbanización. Ninguno de los estudiantes se percató de ello. Lo más cercano a una respuesta correcta fue:

En el grado de urbanización hay un gran crecimiento ya que esta arriba del 120% en cambio la rural sólo llega arriba del 40%.⁸

Aparentemente hace equivalentes población urbana y grado de urbanización, pero apunta a un hecho, el crecimiento a una tasa mayor de la población urbana frente a la rural, que fundamenta la afirmación de que el grado de urbanización aumentó. Tan sólo 11% de los estudiantes ofreció una respuesta parecida, pero el resto mostró confusión entre los conceptos de población, urbana, rural o total y sus respectivas tasas de crecimiento. Ejemplo de ello son las siguientes respuestas:

La población urbana crece a una mayor velocidad. Se podría pensar que la P.T. debe ser mayor, pero influyen cosas como la marginación rural-urbana

⁸ Se transcribe la respuesta tal como fue escrita por los estudiantes, con todo y faltas ortográficas.

El grado de población urbana urbanización esta muy por encima, a comparación de la pob. total, existe mayor Grado de urbanización, podemos ver que a mayor población U. el índice de urbanización aumenta y mientras éste aumenta la población rural disminuye.

El grado de urbanización A crecido notablemente de 1980 al 2000 debido a que la población rural empezó a desaparecer.

Esta última respuesta hace equivalente una tasa de crecimiento menor que otra a un descenso, es decir una tasa de crecimiento negativa en la población, rural, en este caso. Hubo otras afirmaciones que muestran claros errores conceptuales acerca de estos indicadores y su relación, por ejemplo: "el. IU va a ir disminuyendo. conforme el grado de urbanización", "el I. U. aumenta si la población crece". En general, los textos se distinguen por un lenguaje impreciso o francamente incongruente como:

la relacion que existe entre estos es negativa puesto que decrece con menor grado de urbanización esta por encima el indice de urbanización.

HACIA UNA NUEVA CULTURA CUANTITATIVA EN LA LICENCIATURA DE PLANEACIÓN TERRITORIAL EN LA UAM-X

Entre las competencias básicas que deben desarrollar los estudiantes de planeación territorial se puede señalar que analicen argumentos cuantitativos expresados en forma numérica, gráfica, verbal o simbólica; interpreten y creen gráficas que sintetizen datos cuantitativos; comprendan y utilicen razonamientos que involucren porcentajes y cambios en relaciones proporcionales, hagan estimaciones razonables, utilicen las herramientas de la computadora para analizar datos, realicen modelos matemáticos simples (especialmente lineales y exponenciales) y comprendan las limitaciones de los modelos matemáticos.

Los resultados presentados en este trabajo son congruentes con lo reportado por Urey (2002) y Kaufman y Simons (1995) en cuanto a las graves deficiencias en habilidades cuantitativas de quienes ingresan a programas de planeación. Además, la escasa o

Cuadro 2. Regiones hipotéticas que ilustran la diferencia entre grado e índice de urbanización

Región	15 000 a 99 999	100 000 a 499 999	500 000 a 999 999	1 000 000 y +	Población total
A				2 000 000	4 000 000
B	2 000 000				4 000 000
C	250 000	250 000	500 000	1 000 000	4 000 000

nula incidencia del tránsito de los estudiantes por la licenciatura en cuanto al desarrollo de una cultura cuantitativa básica hace necesaria una reflexión crítica acerca de cómo se emplean los métodos cuantitativos a lo largo del currículo.

Nos parece que los estudiantes deben aprender a acercarse a la realidad con una intención matematizante y desarrollar las habilidades de abstraer, simplificar y modelar, y ser críticos frente a la inevitable mutilación de la realidad involucrada. Deben volver a la realidad de partida con los resultados que sus construcciones les ofrecen y problematizarlos; el aprendizaje debe concebirse como el desarrollo, por parte del estudiante, de una disposición matemática, cuantitativa de la realidad; se trata, pues, de un proceso de aculturación, es decir, de inculcar valores y creencias propios de una comunidad específica, en este caso, de la comunidad matemática y de métodos cuantitativos. Si bien es cierto que los cursos agrupados bajo el nombre de métodos cuantitativos son fundamentales en la promoción de la cultura matemática en los estudiantes, no son los únicos. Es de igual importancia que en las otras áreas de la licenciatura se trabajen las dimensiones cuantitativas inherentes a su quehacer.

Es importante que los estudiantes tomen conciencia de que las matemáticas son una actividad humana, desarrollada culturalmente, en la que las acciones, los objetos, las herramientas o los símbolos no tienen un significado absoluto; su significado está constituido por el papel que desempeñan, así como por los valores dados en una actividad sociocultural y según el sujeto que participa en ella. El lenguaje media la experiencia matemática; las categorías lingüísticas posibilitan la formulación de los fenómenos matemáticos. En este sentido, el significado matemático se produce dentro de un discurso.

Urey (2002) reconoce que no se trata de una cuestión meramente técnica, ya que siguiendo a Poster (1990), es importante dar

cuenta de las estructuras de dominación y el potencial del cambio emancipador que encierra el lenguaje; cuando el rigor no es el propósito principal del uso de las matemáticas, Andreski (1972) habla de camuflaje. En esta situación, las matemáticas no son un agente del conocimiento, sino un simple agente social dentro de una situación de conflicto. El segundo tipo de camuflaje matemático es mucho más problemático: implica la legitimización y el uso correcto de ciertos aspectos de las matemáticas, aunque sin el propósito de contribuir a ninguna ampliación del conocimiento.

En este contexto, se espera que los estudiantes sean competentes en el uso, construcción e interpretación de indicadores demográficos, sociales y económicos, pero que también tengan conciencia de que se trata de construcciones que obedecen a ciertas perspectivas y están orientados de acuerdo con intereses.

Sin duda, la actividad de argumentar es de suma importancia en la enseñanza universitaria en general y, en particular, de los métodos cuantitativos. Es fundamental en cuanto se constituye en la única forma de legitimar los hechos cuantitativos y porque aquello que puede ser considerado un argumento desde este punto de vista, se vuelve un tema de reflexión y aprendizaje. Y lo es también porque los planeadores territoriales proponen y evalúan planes relacionados con entes gubernamentales y organizaciones no gubernamentales a quienes deben comunicar fundamentos, frecuentemente utilizando argumentos de naturaleza cuantitativa.

Brousseau (1997) sugiere que ciertos aspectos, propios de la interacción social de los estudiantes, pueden desplazar el debate del campo cognitivo hacia otros ámbitos, de tal suerte que los estudiantes defiendan puntos de vista animados por simpatía, por no “claudicar” aceptando las razones del otro, por el deseo de tener razón sobre el compañero, etc. Por ejemplo, es común que los estudian-

tes se aferren a explicaciones por considerarlas políticamente correctas y desdeñar, sin examinarlos, argumentos contrarios a ellas.

En tanto norma social en el aula, la argumentación debe entenderse como una acción comunicativa, realizada por un miembro de la comunidad en el aula, que orienta su acción por pretensiones de validez intersubjetivamente reconocidas, esto es, que busca arribar a un acuerdo de entendimiento a partir de razones aceptadas intersubjetivamente (Habermas, 1987). Esta acción comunicativa la desarrolla por igual cuando interactúa con agentes sociales y públicos en la gestión de planes territoriales.

Por último, creemos que es necesario problematizar el uso de las tecnologías computacionales en la enseñanza de la educación, lo mismo de hoja electrónica y paquetes estadísticos como de los SIG. Los estudiantes suelen funcionar mediante otro mito, que consiste en introducir datos en la computadora y procesarlos para obtener gráficas, cuadros, estimadores y modelos, y que suelen utilizar en presentaciones y trabajos escolares de manera acrítica y aun sin sentido. Igualmente se espera que los estudiantes desarrollen una competencia para escribir reportes y hacerlo de manera independiente, incluyendo, por supuesto, la capacidad de recolectar datos, analizarlos e interpretarlos. Por otra parte, no necesitan dominar plenamente muchas de las técnicas estadísticas, pero sí serles familiares, deben comprender su naturaleza computacional y juzgar la pertinencia de su aplicación para interpretar los resultados.

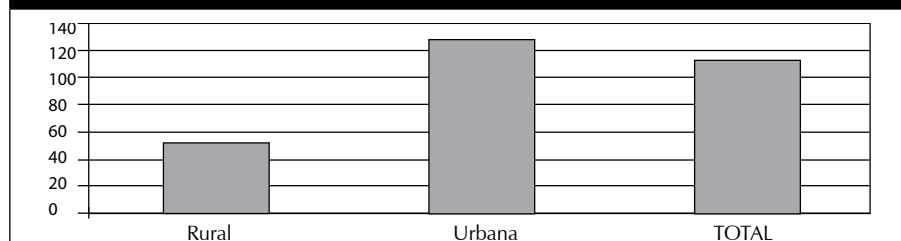
ANEXO

Descripción del curso

Semana 1: Cantidades absolutas y relativas; introducción a Excel. Se comparan cantidades absolutas y relativas de población y otras variables demográficas entre México y otros países. Se introduce la diferencia entre incremento y tasa de crecimiento. Se discuten las nociones de referencias absolutas y relativas en la hoja electrónica y se aplican en la elaboración de cuadros.

Semanas 2 y 3: Medida. Estimación de áreas. Escalas. Medida como iteración de un patrón, como comparación de magnitudes y, en general, como asignación de numerales mediante operaciones definidas. Se estiman áreas a partir de su representación en mapas. Se discute la comparación de valores (tantas

Gráfica 4. Tasa de crecimiento de la población
Estado de Baja California
1980-2000



veces mayor que) y como fracción. Fracciones y porcentajes. Porcentajes como cambio de escala. Estructura porcentual. Grado de urbanización. Cálculo del grado e índice de urbanización para la República Mexicana y por entidad federativa. Estructura porcentual de la población por grupos quinquenales y de la población de la región centro del país.

Semanas 4 y 5: Introducción a la estadística descriptiva. Medidas de tendencia central y de dispersión. Tipos de gráficas y su interpretación. Diagramas de caja. Descripción de la población total y urbana a nivel de la República Mexicana y de las entidades federativas.

Semanas 6 y 7: Discusión del concepto de indicador. Principales indicadores demográficos, sociales y económicos. Índice de primacía. Índice de concentración urbana. Tasa de dependencia. Indicadores de migración. Ingreso per cápita. Elaboración y presentación de un informe en el que se describan los principales indicadores demográficos de un estado de la república.

Semanas 8 y 9: Modelos de crecimiento lineal, exponencial y logístico. Interpretación de la pendiente y la ordenada en el origen. Tasa media de crecimiento. Interpolación y extrapolación de población. Coeficiente de correlación e introducción al modelo de regresión lineal.

Semanas 10 y 11: Elaboración y presentación del reporte final.

FUENTES DE CONSULTA

Alexander, C., (2000), "Going Global: Reflexivity and contextualism in urban design education", en *Journal of Urban Design*, Vol. 6 (3), pp. 297-316.

Andreski, S., [1972] (1973), *Social Sciences as sorcery*, Londres, 1972. (Trad. cast. *Las ciencias sociales como forma de Brujería*), Madrid, Taurus Ediciones.

Brown, T., (2001), "Mathematics Education and Language. Interpreting Hermeneutics and Post-Structuralism", en *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht.

Brousseau, G., (1986), "Theory of Didactical Situations in Mathematics", en *Kluwer Academic Publishers*, Londres.

Frank, A. I., (2006), "Three decades of Thought on Planning Education", en *Journal of Planning Literature*, Vol. 21, núm. 1, Londres.

Forman, S., L. y Steen, L. A., [1999] (2000), *Beyond Eighth Grade: Functional Mathematics for Life and Work*. Berkeley, Reston, National Council of Teachers of Mathematics.

Guzzetta, J. y Bollens, S., "Urban planners' skills and competencies; Are we different from other professions? Does context matter? Do we evolve?", en *Journal of Planning Education and Research*; (1): pp. 96-106.

Habermas, J., (1987), *Teoría de la acción comunicativa*, México, Taurus.

Jabon, D., (2006), "Quantitative Reasoning: An Interdisciplinary, Technology Infused Approach", en Gillman R. (ed.), *Current Practice in Quantitative Literacy*, Mathematical Association of America.

Jackson, S., (2008), *The City from Thirty Thousand Feet. Embodiment, Creativity, and the Use of Geographic Information Systems as Urban Planning Tools*, Project Muse, Scholary Journals On Line, Society for the History of Technology.

Johnson, M. y Kuennen E., (2006), "Basic Math Skills and Performance in an Introductory Statistics Course", en *Journal of Statistics Education*, Vol. 14, núm. 2, Londres.

Kaufman, S. y Simons R., (1995), "Quantitative and research methods in planning: Are schools teaching what practitioners practice?", en *Journal of Planning Education and Research*, Vol. 15 (81), pp. 17-33.

Mathematical Association of America, (1998), *Quantitative Reasoning for College Graduates: A Complement to the Standards*, en http://www.maa.org/past/ql/ql_toc.html, consultado 4/6/2007.

Montagu, A., "Repacking the revolution: Making GIS instruction relevant to planners", en *Journal of Planning Education and Research*, Vol.21 (2), pp. 184-95.

Murnane, R. J., y Levy F., (1996), *Teaching the New Basic Skills. Principles for Educating Children To Thrive in a Changing Economy*, Nueva York, Free Press, en <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/detail?accno=ED404456>

Owers, D., (1998), "Towards interdisciplinary design education", en *Urban Design Quarterly*, núm. 66, pp.10-11.

Quintanilla, M. A., (1992), "Educación y cultura tecnológica", en X Congreso Nacional de Pedagogía, Vol. III, Salamanca.

Schuster, J. M. D., (1986), "Quantitative reasoning in planning curriculum", en *Journal of Planning Education and Research*, Londres.

Sons, L. et al, (1996), *Quantitative Reasoning for College Graduates: A Supplement to the Standards*, Mathematical Association of America, Washington.

Steen, L. A., (1997), *Why Numbers Count: Quantitative Literacy for Tomorrow's America*, Nueva York, The College Board.

Urey, G., (2002), "A critical look at the use of computing Technologies in planning education", en *Journal of Planning Education and Research*, Londres.

Wong, C., (2006), *Indicators for Urban and Regional Planning. The interplay of policy and methods*, Londres, Routledge.