

REVISTA UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA



- El paleoambiente de Tak'alik Ab' aj •
- Cobertura forestal urbana 1990-2001 •
- Calidad de bloques de construcción y su resistencia •
- Ecuaciones diferenciales homogéneas •
 - La valuación del pasivo laboral •
 - Del colegio a la Universidad •
 - De amores y hermosuras •
 - Sor Juana Inés de la Cruz •

GUATEMALA, GUATEMALA, C.A.

REVISTA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE
GUATEMALA

Mayo de 2004

No. 13

Contenido

- 2** **ARQUEOLOGÍA**
El antiguo ambiente de Tak'alik
Ab'aj según los análisis de polen Marion Popenoe de Hatch
Barbara Leyden
- 6** **ECOLOGÍA**
Dinámica de cobertura forestal y
urbana 1990-2001 en la región metro-
politana del departamento de
Guatemala Claudia María Monzón A.
- 12** **INGENIERÍA**
Estudio sobre la calidad de los bloques
fabricados en Guatemala y el análisis
de sus niveles de resistencia José Antonio Mendoza R.
Juan Wyss
Julio César Morataya
Franklin Matzdorf
- 16** **MATEMÁTICA**
Una modificación al método de
reducción de orden para resolver
ecuaciones diferenciales homogéneas Carlos A. M. Salvadó
- 18** La valuación actuarial del pasivo
laboral Roberto Molina Cruz
- 22** **EDUCACIÓN**
Del colegio a la universidad:
una transición problemática Enrique Mencos Mendizábal
- 24** **LETRAS**
De amores y hermosuras:
una tergiversación más sobre
Cervantes y su Quijote Javier Martínez Melgar
- 26** Algunas ideas sobre la carta "antena-
górica" de Sor Juana Inés de la Cruz Rafael González Macho

EL ANTIGUO AMBIENTE DE TAK'ALIK AB'AJ SEGÚN LOS ANÁLISIS DE POLEN

Marion Popenoe de Hatch
Departamento de Arqueología

Barbara Leyden*

La investigación arqueológica es el medio por el cual podemos observar la secuencia de acontecimientos del lejano pasado. La clave para la interpretación de estos acontecimientos es la estratificación, es decir, la acumulación de cada nivel de suelo cultural producido por los períodos sucesivos de ocupación a lo largo del tiempo. A través del análisis de los materiales arqueológicos relacionados con cada nivel estratigráfico, los arqueólogos obtienen pistas acerca de cómo eran los habitantes, cuánto tiempo permanecieron en determinado lugar, en qué tareas se ocupaban, cómo estaban organizados, cómo era el ambiente y el clima en el que se desarrollaron y, finalmente, las circunstancias en las que se inició la ocupación y cómo terminó. En este trabajo se presenta un panorama del ambiente antiguo relacionado con los primeros habitantes del magnífico centro arqueológico Tak'alik Ab'aj (Figura 1, conocido popularmente como Abaj Takalik). Esta información se obtuvo por medio del análisis de polen de profundos depósitos sedimentarios descubiertos en el lecho de un riachuelo que atraviesa al sitio (Popenoe de Hatch, en prensa).

Por largo tiempo el sitio arqueológico Tak'alik Ab'aj ha intrigado a los visitantes por su gran tamaño, 82 estructuras distribuidas en 10 terrazas, y por sus 269 monumentos, incluyendo tallados y lisos (Schieber de Lavarreda y Orrego C., 2001). Los monumentos tallados se elaboraron en distintos estilos escultóricos, que incluyen al Olmeca y Maya, así como los que presentan temas relacionados con animales (zoomorfos) y los correspondientes al estilo "barrigón". Estos estilos y temas varían dependiendo de la cronología. En 1989 el Gobierno de Guatemala inició en Tak'alik Ab'aj un programa de investigaciones arqueológicas, el cual fue autorizado por el Ministerio de Cultura y Deportes. Dicho programa fue posible gracias a los propietarios de la finca que contenía una gran parte del sitio, Don Manuel Ralda y su hijo José Luis, quienes donaron 22 manzanas de terreno para crear un parque nacional. Desde sus inicios en 1983 hasta hoy día, el Proyecto

Nacional Tak'alik Ab'aj, dirigido por Miguel Orrego y Christa Schieber de Lavarreda, ha llevado a cabo tanto excavaciones extensivas como el análisis de los materiales arqueológicos.

El proyecto ha logrado avances sustanciales en la comprensión de la función del sitio y la secuencia de los acontecimientos a lo largo del tiempo (ver National Geographic, mayo 2004). Las evidencias se han obtenido de varias maneras, que incluyen el análisis de los cambios arquitectónicos, la cronología de los estilos escultóricos y su contenido iconográfico, la identificación de los cambios en las relaciones comerciales según se percibe a través de los tipos cerámicos y las fuentes de obsidiana de las navajas, cuchillos y otros artefactos descubiertos en el sitio. Se cree que Tak'alik Ab'aj funcionó como un importante centro de una intrincada red de intercambio que se extendía desde Chiapas, por todo lo largo de la bocacosta del Pacífico en Guatemala y llegaba hasta El Salvador. En un inicio la red comercial se conectaba con los centros olmecas ubicados en el actual territorio de México. Posteriormente, alrededor del 400 AC esta ruta cayó bajo el control de centros mayas fuertemente identificados con Kaminaljuyú, localizado en el Altiplano de Guatemala. Varios siglos después ocurrió otra re-orientación, cuando alrededor del 200 DC Tak'alik Ab'aj cambió a una nueva red comercial en conjunto con centros del Altiplano Noroccidental (hoy área de Quiché), la cual permaneció hasta aproximadamente 500 DC cuando nuevamente regresó a relacionarse con centros de la Costa y Bocacosta del Pacífico. Al parecer, por el año 900 DC Tak'alik Ab'aj sufrió por los acontecimientos interregionales asociados al colapso de la civilización Maya del Período Clásico, especialmente por los movimientos de población que resultaron en la conquista del Altiplano por los centros quichés (Popenoe de Hatch y Schieber de Lavarreda, 2001).

Una de las preguntas que había permanecido sin respuesta hasta que se llevaron a cabo las investigaciones de la temporada del 2002 al 2003,

*Universidad del Sur de Florida

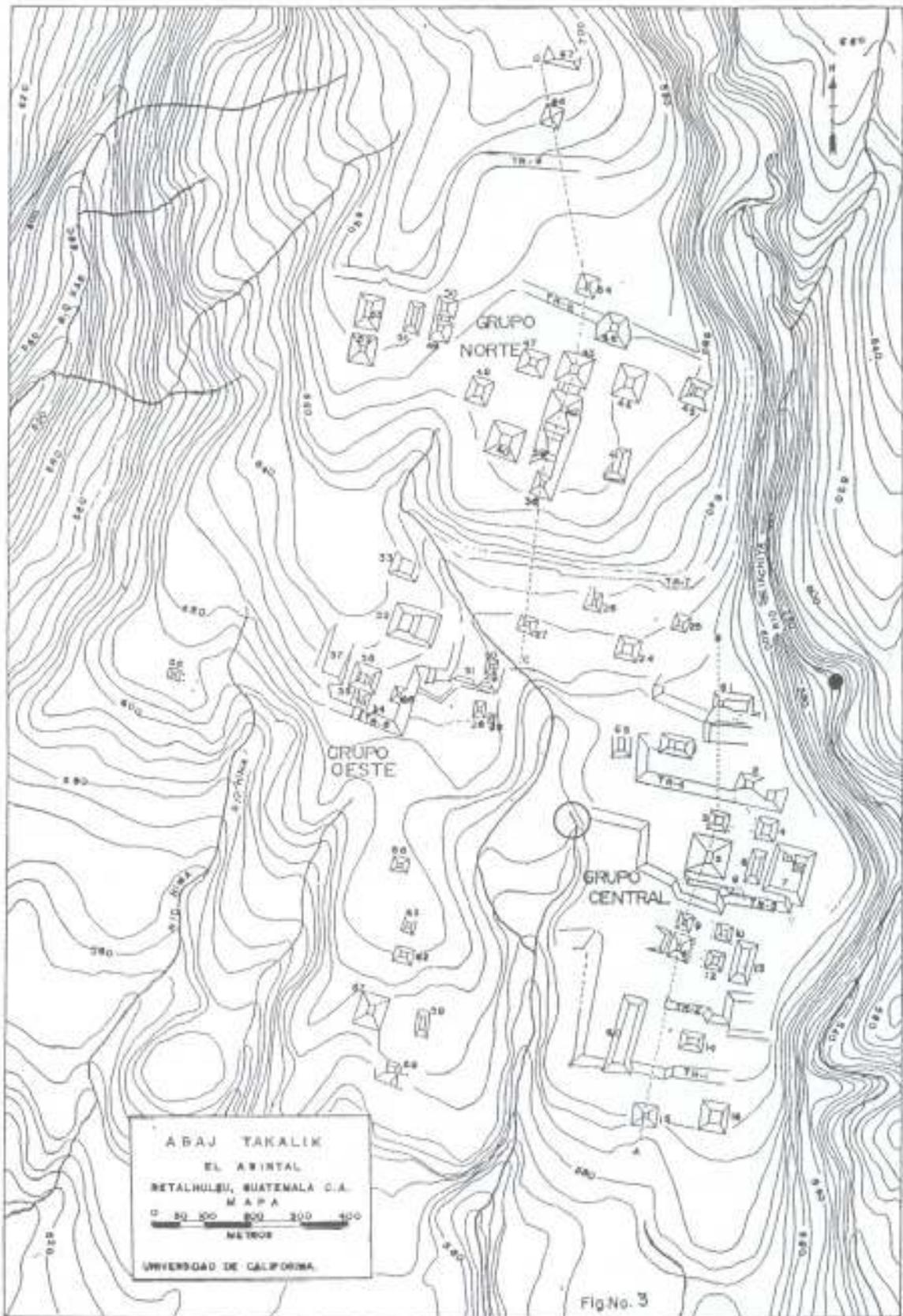


Figura 1. Mapa del centro arqueológico Tak'alik Ab'aj

concernía a la primera ocupación del sitio. ¿Quiénes fueron los primeros habitantes y por qué habitaron particularmente esta área de la zona costera? ¿Cómo era el ambiente cuando llegaron? En los años anteriores al 2003, se pudo responder parcialmente al menos a una de estas preguntas. Al parecer el área se escogió principalmente por razones estratégicas. Tak'alik Ab'aj se localiza en una ruta que conecta la Costa Sur con el Altiplano Noroccidental y su posición se encuentra en el único lugar en donde se puede cruzar el profundo barranco producido por el curso del Río Ixchiyá. Hoy día, el camino moderno sigue esta antigua ruta, dirigiéndose a través de la bocacosta desde Escuintla hasta la frontera de México via Cotzumalguapa y Coatepeque.

Las respuestas a las otras dos preguntas acerca de quiénes fueron los primeros habitantes y cómo era el ambiente han salido a luz recientemente, como resultado de una profunda excavación realizada por Christa Shieber de Lavarreda en el Riachuelo El

Chorro. Por milenios, este estrecho riachuelo que se alimenta de los nacimientos que fluyen desde zonas más elevadas, produce un profundo corte en el terreno inclinado. En el lecho de los sedimentos fluviales, a una profundidad de entre cuatro y seis metros, las excavaciones descubrieron una gruesa capa formada por un sedimento fino de color azul-gris, que típicamente se forma debajo del agua, y que estuvo allí por un largo período de tiempo. Dentro de este sedimento se descubrió cerámica muy antigua, fechada entre 1000 y 800 AC, la cual parece ser la que dio origen al complejo cerámico característico de Tak'alik Ab'aj. El estilo se relaciona a otros complejos cerámicos de la Costa Sur. Asimismo, otro tipo de evidencia que apoya la fecha de esta cerámica es la presencia de la escultura en estilo Olmeca (Monumento No. 64) a un lado del riachuelo, encima del nivel del sedimento azul-gris. El estilo de la escultura lo coloca alrededor del 800 AC.

Abaj Takalik, Guatemala
Pollen Percentage Diagram

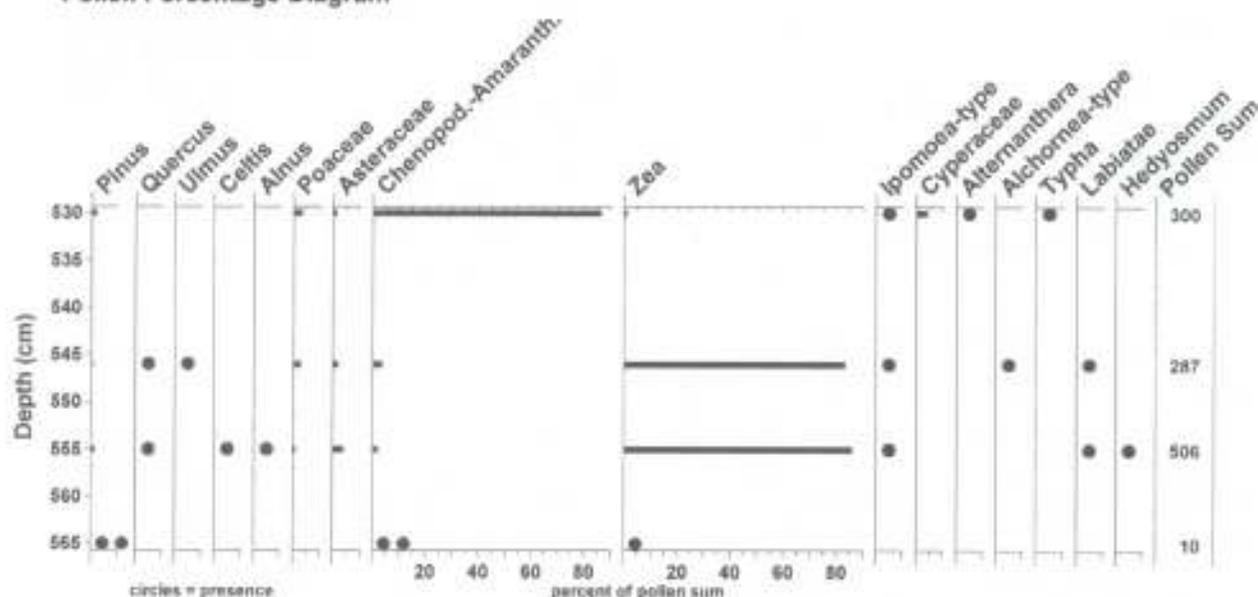


Figura 2. Diagrama de porcentaje de polen encontrado en Tak'alik Ab'aj. El eje x corresponde al porcentaje de polen encontrado para cada especie. El eje y muestra la profundidad a la cual se extrajeron las muestras (cm). Al extremo derecho se incluye el total de granos de polen encontrados para cada profundidad.

La respuesta respecto del ambiente de Tak'alik Ab'aj, cuando llegaron los primeros habitantes, se obtuvo por medio de uno de los autores (B. Leyden), quien analizó las muestras del sedimento azul-gris en búsqueda de contenidos de polen. Sus análisis dieron como resultado los datos descritos a continuación y que aparecen resumidos en la Figura 2. Su asistente Jodi Pacht preparó las muestras de polen previo a su análisis. La interpretación de los cuadros de polen fueron proveídos por el Doctor Hugh Popenoe, especialista en suelos tropicales, de la Universidad de Florida en Gainesville. El análisis puede resumirse en la siguiente forma:

Poaceae: Miembro de la familia Gramínea. La invasión de gramas acompaña el cultivo de plantas. El cuadro muestra que la invasión de gramas aumenta a través del tiempo. No se encuentra en el nivel más profundo (560 cm), y es más abundante en el nivel más alto (530 cm).

Zea (*Poaceae*): Maíz. Casi no se presenta en el nivel más profundo (560 cm), aumenta en los dos niveles arriba, y casi desaparece en el nivel más alto (530 cm).

Asteraceae: Maleza. La gráfica indica que exhibe un comportamiento igual al cultivo de maíz. Es ausente en el nivel más profundo (560 cm), aumenta en los dos niveles arriba, y disminuye otra vez en el nivel más alto (530 cm).

Lamiaceae: Maleza asociada con el cultivo de maíz. Sigue el mismo patrón del maíz y *Asteraceae*; no se presenta en el nivel más profundo (560 cm), aumentando en los dos niveles arriba, y disminuye otra vez en el nivel más alto (530 cm).

Typha (*Typhaceae*): Caña ("cat-tail"), planta acuática. Se encuentra solamente en el nivel más alto (530 cm). Refleja un ambiente húmedo (Figura 3).

Cyperaceae: Planta acuática. Está presente solamente en el nivel más alto (530 cm). Refleja un ambiente húmedo.

Ipomoea batatas (*Convolvulaceae*): Camote, una planta cultivada. Está ausente en el nivel más profundo y presente en los tres niveles arriba.

El patrón que se observa en las muestras es muy consistente, aunque la muestra es pequeña. Parece que la sedimentación en los niveles más profundos ocurrió cuando todavía existía bosque en los alrededores. Subsecuentemente, parece que el



Figura 3. Planta acuática *Typha domingensis* (*Typhaceae*)

bosque fue talado y el terreno se convirtió en campo de cultivo, con el maíz como el predominante. Después de un intervalo de tiempo no determinado el lugar fue inundado y hubo una invasión de plantas acuáticas. La preservación de la madera y hojas es prueba de que este lugar continuó bajo agua hasta hoy día. La estructura de madera, ahora preservada en los sedimentos húmedos, probablemente fue construida durante la época del bosque y continuó en uso durante la época de los cultivos en esta zona. La razón por la formación del riachuelo todavía no está clara; podría haber sido por movimientos tectónicos y formación de fallas, o por actividad humana en alterar el bosque, etc. Se espera que excavaciones arqueológicas futuras y más análisis proveerán datos que servirán para entender mejor el ambiente antiguo de Tak'alik Ab'aj.

Literatura Citada

- Popenoe de Hatch, M. En prensa. **Un paso más en entender los inicios de Abaj Takalik**. *XVII Simposio de Arqueología en Guatemala*, 2003. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- Popenoe de Hatch, M. y C. Schieber de Lavarreda. 2001. **Una revisión preliminar de la historia de Abaj Takalik**, Departamento de Retalhuleu. *XIV Simposio de Arqueología en Guatemala*. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- Schieber de Lavarreda, C. y M. Orrego Corzo. 2001. **Mil años de historia en Abaj Takalik**. *Ut'ub'*, Vol. 3, no. 1. Asociación Tikal, Guatemala.
- Tarpy, C. 2004. **Place of the standing stones**. *National Geographic Magazine*. May 2004 :66-79

DINÁMICA DE COBERTURA FORESTAL Y URBANA 1990-2001 EN LA REGIÓN METROPOLITANA DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

Claudia María Monzón Alvarado*

Departamento de Biología

El crecimiento poblacional en la Ciudad de Guatemala y sus alrededores se ha acelerado en las últimas décadas, lo cual ha provocado un aumento en la cobertura de concreto y pérdidas de las áreas verdes. En este estudio se analizan los cambios de cobertura de concreto y de bosque durante el período de 1990 al 2001 para la región metropolitana. Para ello se realizó la clasificación de las imágenes de satélite de dichos años, confirmando el análisis con fotos aéreas y visitas de campo. Empleando el mapa de cobertura boscosa actual, se determinaron las áreas que cuentan con mayor área boscosa, que podrían ser conservadas como parte del cinturón verde metropolitano.

CRECIMIENTO URBANO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

Las áreas conocidas como Cinturones Ecológicos de la Ciudad Capital, son los barrancos aledaños al área urbana de la metrópoli y están a punto de extinguirse por las necesidades de vivienda de una buena parte de guatemaltecos que viven en la extrema pobreza. En el Congreso de la República, a través de la Comisión de Ambiente, Ecología y Recursos Naturales, se analiza la iniciativa de ley que guarda la protección de los Cinturones Ecológicos del área Urbana. En el proyecto de Metrópoli 2010, surgió la idea base para crear el proyecto de conservación de Cinturones Ecológicos. Esta iniciativa es sustentada en los índices de crecimiento poblacionales, que hacen esperar mucho más personas de las ya existentes. Se hace cada día más necesario proteger áreas verdes si se quiere conservar el medio que queda.

Con el estudio que Metrópoli 2010 realizó, se revela el número de personas que estarán asentadas en la ciudad capital para 2010, y por este motivo es necesario frenar los asentamientos humanos en los barrancos de la ciudad. El área de la ciudad alcanzaba en 1988 las 18 mil ha y se proyecta que para 2010 alcanzará 55 mil ha. En doce años, entre 1988 y 2000, se ocupó más suelo urbano que el que se ocupó en 224 años anteriores desde la fundación de la ciudad

en 1776. Este crecimiento no ha sido ordenado y ha seguido más bien la lógica de los patrones de asentamiento según las capacidades socioeconómicas de la población, la dirección de los ejes principales de circulación, es decir acceso y salida de la ciudad, así como las características geomorfológicas del valle de la ciudad (García 2000).

Actualmente existen 12,000 hectáreas de áreas verdes en barrancos capitalinos, que están sirviendo como protectores ambientales, para atraer lluvias y evitar erosiones. La Comisión de Ambiente, Ecología y Recursos Naturales del Congreso de la República, pretende entrar al rescate de estas áreas que están en peligro de extinción (Hernández 2000). Las zonas de protección, que de hecho serían parte de un cinturón ecológico metropolitano, son los monumentos naturales del Volcán Pacaya y Volcán de Agua, el Parque Nacional Naciones Unidas y la reserva de manantiales del Cerro Alux. En la administración de estas áreas participan el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), el Instituto Nacional de Bosques, algunas municipalidades y la Fundación Defensores de la Naturaleza en el caso del Parque Nacional de Naciones Unidas. Asimismo cabe destacar el Parque Nacional Kaminaljuyú, que aunque es un parque de patrimonio cultural y no natural, debe fortalecer su manejo en función del turismo.

Se tiene conocimiento de un estudio realizado sobre la flora en el municipio de Guatemala, (Bustamente *et al.*, 2000) en el cual se determinaron las especies vegetales de los arriates según la zona capitalina. Este es un estudio ecológico cuya área de interés es el municipio de Guatemala. El presente estudio es una contribución a nivel de paisaje, en el que se toman en cuenta todos los municipios de la región metropolitana, para determinar los cambios de cobertura vegetal durante el período de 1990 a 2001. Utilizando imágenes de satélite y clasificándolas por tipo de cobertura, se determinaron los bosques más extensos de la ciudad, que podrían servir como cinturones ecológicos.

*Estudiante de 5o. año, realizó este trabajo para el curso Estudio de Verano, 2003

OBTENCIÓN DE COBERTURAS POR MEDIO DE IMÁGENES DE SATÉLITE

Las imágenes de satélite son empleadas desde hace más de dos décadas para el análisis de coberturas; inicialmente se empleaban para fines militares, aunque actualmente su uso se ha diversificado hasta tener aplicaciones en la conservación. Con esta herramienta se puede realizar ecología de paisaje, es decir obtener la idea global de las coberturas con las que cuenta un área.

Cada tipo de cobertura absorbe o refleja la luz de una forma distinta, lo que es llamado la absorbancia de una superficie. Por ejemplo, la cobertura urbana refleja una mayor cantidad de luz que un bosque, ya que este último emplea la energía luminosa para el proceso de fotosíntesis. El resultado de estas diferencias de absorbancia para cada superficie, es un color o tonalidad específica para cada cobertura.

A partir de este conocimiento, en Guatemala se han empleado imágenes de satélite para la clasificación de coberturas en un área. En la mayor parte de análisis de este tipo, así como en este estudio, se determinan las coberturas siguiendo la clasificación que se muestra en el cuadro 1. En éste se explica el color esperado en una imagen de satélite Landsat 7 empleando una combinación de bandas 4, 5, 6.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El área de estudio se definió como los municipios del departamento de Guatemala que cuentan con una parte de concreto metropolitano dentro de su perímetro. Se tomó en cuenta los municipios de Chínautla, Guatemala, Mixco, Petapa, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Villa Nueva.

Cambio de Cobertura Vegetal y Cobertura Urbana en 1990 / 2001

Para determinar los cambios de cobertura boscosa y urbana, se clasifican las imágenes de los años de interés, en este caso 1990 y 2001, calculando las áreas (km²) de dichas superficies en los años de estudio. Este análisis se realizó con base en cambio de área (km²) y en relación a un cambio porcentual. A continuación se muestra cómo se calculó el cambio porcentual:

$$\text{Cambio porcentual} = \frac{\text{Área 2001} - \text{Área 1990}}{\text{Área 1990}} \times 100$$

Se obtienen cambios positivos como un aumento y cambios negativos como un descenso.

Cuadro 1. Clasificación del tipo de cobertura para la interpretación de las imágenes

Bosque	En esta categoría se incluyen los bosques maduros y los bosques secundarios indistintamente	Se observa con un color rojo ocre
No bosque	Centros urbanos: se dibujó un polígono del área con cobertura de concreto para los años de estudio	Se observan de una tonalidad gris
	Agrícola: Incluye cultivos y café	Los cultivos intensivos se observan rojo intenso El suelo limpio se observa verde-agua
Cuerpos de agua	Lagos	Se observan completamente negros
Otros	Nubes y sombras	Blancos y negros respectivamente

Fuente: Elaboración propia según metodología propuesta

Análisis de la información

Como parte del trabajo de laboratorio se realizó un breve análisis de la clasificación de las imágenes y se determinaron las áreas críticas de protección según los criterios siguientes:

- las áreas en las que se ha perdido más bosque en el área metropolitana
- las áreas que han sufrido menos cambios
- las áreas que han permanecido igual

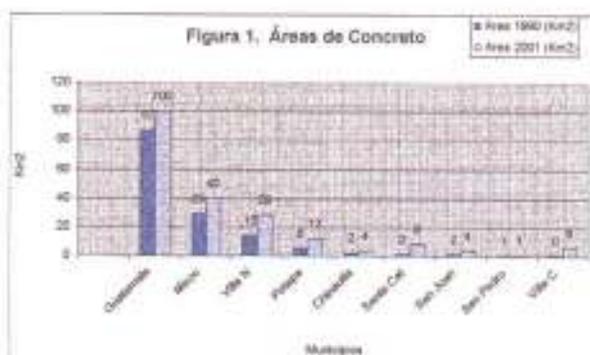
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cambio en la cobertura de concreto

Según la clasificación de las imágenes de satélite Landsat TM, se determinó que la región metropolitana aumentó en 60Km² de área urbana durante el periodo de estudio. La Figura 1 compara el área de concreto (Km²) en 1990 y en 2001, en este se observa que los municipios de Guatemala, Mixco y Villa Nueva son los que cuentan con mayor área de concreto. Sin embargo se constata que los municipios de Petapa, San Juan Sacatepéquez, Santa Catarina Pinula y Villa Canales han tenido un aumento de más del 100% lo que implica que estos por lo menos duplicaron su extensión de concreto. Villa Canales y Santa Catarina Pinula han aumentado 1150% y 400% respectivamente. El análisis desde esta perspectiva, nos indica las áreas que han ganado más concreto pero no necesariamente las que han perdido más bosque. Esto se debe responder con el análisis desde el punto de vista de cobertura vegetal.

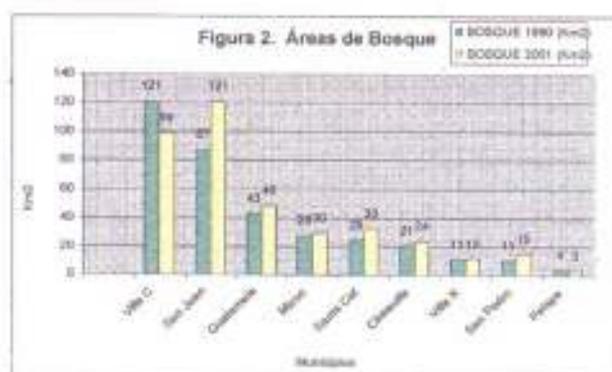
Cambio en la cobertura de bosque

Empleando la clasificación de cobertura de bosque en 1990 y 2001, se puede constatar que en esta década se produjo un aumento de cobertura boscosa de 33.17km²; esto implicaría por lo tanto, grandes esfuerzos de reforestación en los municipios. Asumiendo que ha habido algunos esfuerzos por reforestar, como en San Pedro Sacatepéquez (4.7km²), Guatemala (5.5km²), y Santa Catarina Pinula (8km²), el dato que se obtiene en San Juan Sacatepéquez es sorprendentemente elevado siendo de 34 km² (ver Figura 2). Se debe investigar a qué se debe este valor: puede ser debido a que en este municipio se realicen cultivos forestales, reforestaciones o puede ser error de la imagen y la clasificación. Cabe mencionar que San Juan Sacatepéquez es el municipio que cuenta con mayor cobertura de bosque, y es además el único municipio que presenta un cambio de cobertura positivo; 87km² en 1990 y 121km² en 2001. Este tipo de bosque debería ser tomado en la planificación del cinturón verde metropolitano.



FUENTE: Elaboración propia empleando las imágenes de satélite Landsat 7 de 1990 y 2001

Figura 1. Áreas de concreto en km² (1990-2001) en los municipios del departamento de Guatemala



FUENTE: Elaboración propia empleando las imágenes de satélite Landsat 7 de 1990 y 2001

Figura 2. Áreas de bosque en km² (1990-2001) en los municipios del departamento de Guatemala

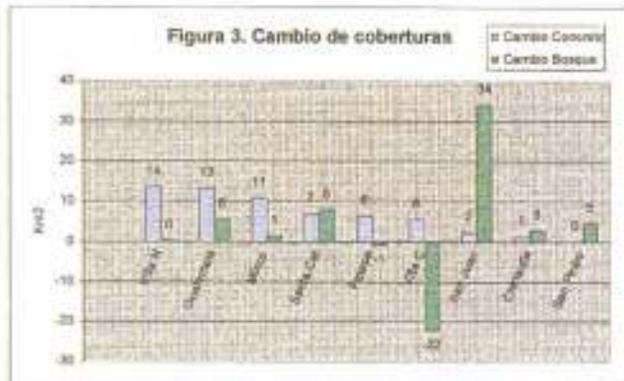
Si analizamos las Figuras 2 y 3, con respecto al municipio de Villa Canales, se logra determinar que éste es el de mayor cobertura forestal en el 2001, y es además, el que ha perdido mayor cobertura forestal en la última década (22 km²). Esto nos indica la susceptibilidad de esta área a cambios de la cobertura forestal por presiones urbanísticas (incremento de 0.5km² en 1990 a 6km² en 2001).

El análisis de cobertura boscosa permite determinar de forma preliminar las áreas con mayor área de bosque y éstas pueden ser sugeridas como parte del cinturón verde del área metropolitana.

Áreas sugeridas para conformar el cinturón ecológico

Se determinaron las áreas que cuentan con una mayor cobertura boscosa y se sugiere que éstas

sean tomadas en cuenta para conformar el cinturón ecológico del área metropolitana. La localización de estas áreas puede encontrarse en el mapa de cobertura forestal de 2001.



FUENTE: Elaboración propia empleando las imágenes de satélite Landsat 7 de 1990 y 2001

Figura 3. Cambio de coberturas en los municipios del departamento de Guatemala.

Cuadro 2. Áreas boscosas del cinturón metropolitano y municipio al que pertenecen

	Área boscosa	Municipio
1	Cerro Alux	Mixco San Pedro Sacatepéquez
2	Kaminal Juyú	Guatemala
3	Cerro Guachisote	Villa Canales
4	Las Cumbres de Vista Hermosa	Santa Catarina Pinula
5	Cayalá	Guatemala, zona 16
6	Reserva Militar	Guatemala, zona 17
7	Bosque Los Suretes	Chinautla San Pedro Ayampuc
8	Ciudad Nueva	Guatemala, zona 2
9	Hipódromo del Norte	Guatemala, zona 2
10	Cerro El Naranjo	Guatemala, zona 7

De las 10 áreas propuestas como áreas boscosas que conformen el cinturón ecológico metropolitano, 4 están protegidas de una forma u otra. El Cerro Alux es un área protegida con la categoría de Área Protectora de Manantiales; Kaminal Juyú es un área Monumento Cultural el cual sería interesante conservar también desde la perspectiva natural. La reserva militar de la zona 17 no fue delimitada para fines de conservación pero cumple con la protección debida. Por último está Cayalá, que es fruto de los primeros esfuerzos por conservar barrancos.

El cerro Guachisote, en el municipio de Villa Canales, cuenta con una extensa cobertura de bosque, similar a la del Cerro Alux. Este sería un área esencial de protección para la delimitación del cinturón ecológico de la ciudad. Se propusieron también parches de bosque que se encuentran en las periferias cercanas de la ciudad, tales como el barranco de Ciudad Nueva, el hipódromo del Norte, y el cerro el Naranjo. Para este último es interesante comentar que esta área ha conservado su cobertura vegetal debido a que es un área privada. Se debería de motivar a los dueños del área para que declararan el área como un área protegida privada. Según el mapa de cobertura del 2001 se constata que el cinturón verde de la metrópoli sería factible en las regiones al oeste y al este, sin embargo en el norte y en el sur este no sería posible, ya que no hay áreas con cobertura boscosa. Sin embargo para el área sur, CONAP tiene declarados como áreas que conformarían el cinturón verde a los volcanes de Agua y Pacaya, así como el Parque Naciones Unidas. A pesar de que estos se encuentran más alejados que las áreas propuestas, sí podrían servir de cinturón ecológico.

CONCLUSIONES

- Los municipios que cuentan con una mayor extensión de concreto y que han aumentado más su área de concreto en la última década son Guatemala, Mixco y Villa Nueva.
- Los municipios que han aumentado más su área de concreto en porcentaje de cambio son Petapa, San Juan Sacatepéquez, Santa Catarina Pinula y Villa Canales, teniendo el último un aumento de más de 1000%, lo que implica que se multiplicó 10 veces el área de concreto de este municipio en los últimos 10 años.
- Las zonas dentro de la región metropolitana que cuentan con cobertura forestal son Cerro Alux, Kaminal Juyú, Cerro Guachisote, Cumbres de Vista Hermosa, Cayalá, Reserva Militar zona 17, Los Suretes, Ciudad Nueva, Hipódromo del Norte y Cerro el Naranjo

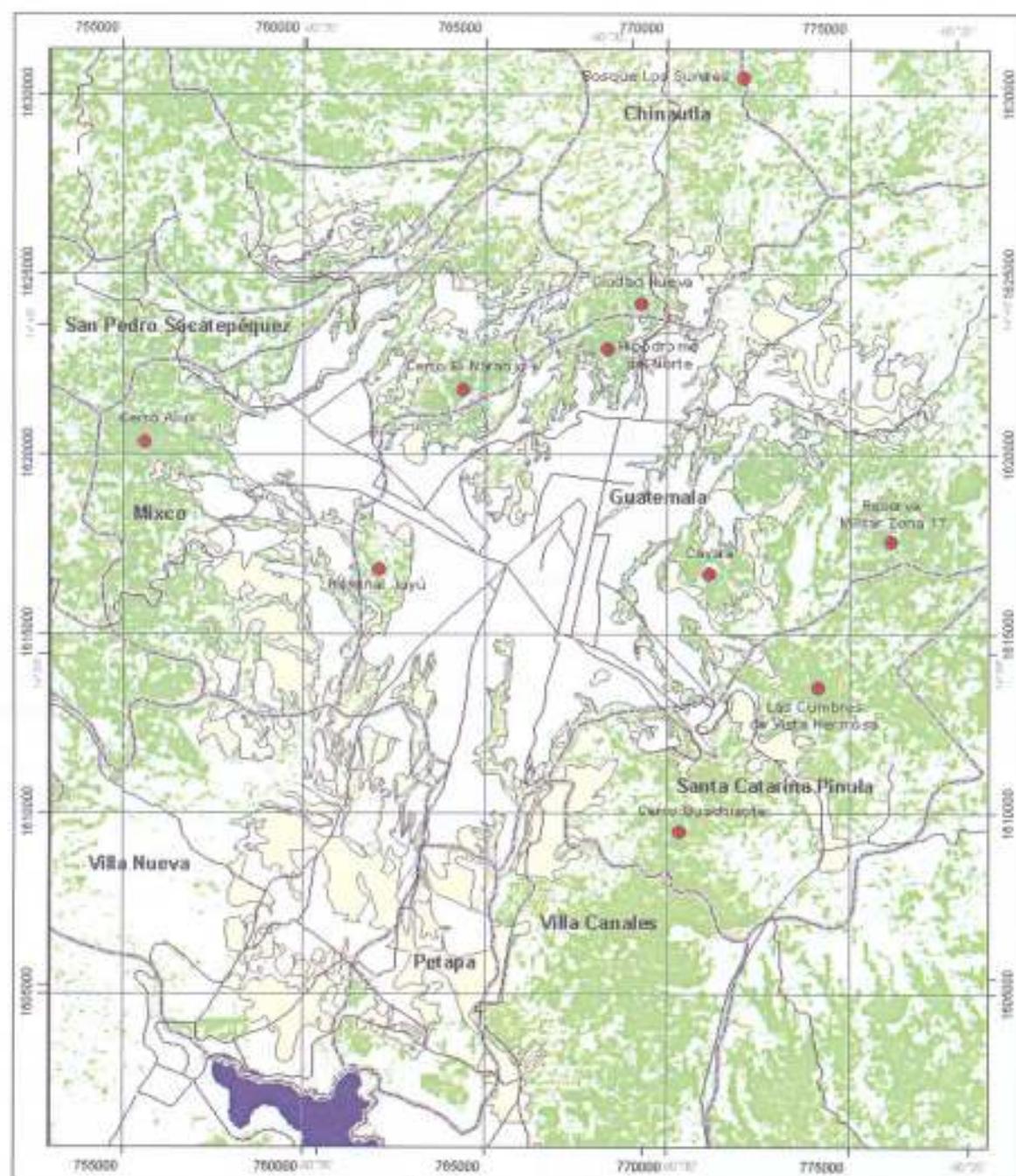


Figura 4
Dinámica de la Cobertura Forestal
1990-2001
en el Área Metropolitana

Laboratorio de Sistemas de Información
 Geográfica y Sensores Remotos
 Universidad del Valle de Guatemala

LEYENDA

- Áreas propuestas
- Vías principales
- - - Límites Municipales

Imágen de satélite Landsat 7 del 8/12/2000

■ Bosque en 2001	□ No bosque
■ Aumento de concreto 1990-2001	■ Agua

Escala 1: 150 000
 0 2 4 Km
 Fuente:
 Base de datos digital
 MNGA escala 1:250,000
 Imágen Landsat 7, 8 de 2000
 Polígono de usos y tipos de uso de
 proporción Imágen de satélite
 Coordenada UTM Zona 18N
 Etiqueta de Clave
 Datos WGS 84
 Imágen 1/10/2001
 Elaborado por Carolina Buxafina

Figura 4. Mapa de la dinámica de la cobertura forestal (1990-2001) en el área metropolitana del departamento de Guatemala.

- Los municipios que tienen más bosque en el 2001 son Villa Canales y San Juan Sacatepéquez
- Los municipios que tienen menos bosque en el 2001 son Petapa y San Pedro Sacatepéquez

RECOMENDACIONES

- Sería interesante elaborar un análisis de las áreas boscosas en función de la topografía, elaborando modelos tridimensionales que incluyan el relieve. Es decir, determinar de los diez bosques observados en el mapa 2001, cuales son los que se protegen por su propia topografía
- Determinar cuáles son los bosques que tienen más amenazas debido al crecimiento de la capital ya que no cuentan con protección por la topografía
- Determinar cuáles han sido las áreas en las que ha habido reforestación en la última década, investigando en instituciones privadas, en el INAB o en las municipalidades de este estudio.
- Realizar visitas de campo a los lugares propuestos como zonas de conservación para el cinturón ecológico, y determinar la calidad de los bosques.

- Utilizar fotos aéreas para confirmar la clasificación elaborada a partir de las imágenes de satélite, sobre todo para alimentar un análisis de cambio de cobertura vegetal.
- Emplear un análisis estadístico para determinar si los niveles de cobertura 1990-2001 identificados en este estudio son significativamente distintos.

BIBLIOGRAFÍA

Bustamante, D., J. E. Hernández, N. Montés, A. Durán, L. Paredes, F. Arévalo, J. Soto, L. López, A. Velásquez. 2000. *Contribución al estudio de la flora urbana de la Ciudad de Guatemala*. Trabajo final curso Ecología Vegetal. Universidad San Carlos de Guatemala.

CONAE. 1999. *Política nacional y estrategias de desarrollo del SIGAP*. Guatemala: SIGAP.

García, V. S. 2000. *El crecimiento espacial de la Ciudad de Guatemala: ¿un desorden permitido?* Guatemala: AVANCSO.

Hernández, V. 2000. *Cinturones ecológicos en peligro por las necesidades producto de la pobreza* en *Diario la Hora*, 15 de abril 2000.

mamoshtex@yahoo.com

ESTUDIO SOBRE LA CALIDAD DE LOS BLOQUES FABRICADOS EN GUATEMALA Y EL ANÁLISIS DE SUS NIVELES DE RESISTENCIA

José Antonio Mendoza Ruano*, Juan Wyss*, Julio César Morataya Bustamante* y Franklin Matzdorf
Departamento de Ingeniería Civil

El objetivo principal de este estudio es presentar, de forma integrada y debidamente analizados, los resultados de varias pruebas realizadas a bloques compuestos de materiales comúnmente utilizados en la industria de la construcción de Guatemala, por ejemplo, el bloque de concreto. Para el estudio de este bloque y su posterior análisis, se tomaron algunas muestras al azar entre los diferentes distribuidores y fabricantes a nivel nacional. Sobre estos bloques se efectuaron las pruebas de resistencia bajo una carga de compresión. Como referencia se establecieron los pesos aparentes –densidades– de los bloques como una guía y referencia para analizar las tendencias del comportamiento. Finalmente trataremos de exponer una relación entre los datos encontrados y llegaremos a establecer un comportamiento común de los bloques.

El peso aparente se considera con base en la relación divisoria del peso contra su volumen y, para cualquier material, es un indicador de cuánto material existe por unidad de volumen. Dentro de este análisis de relaciones entre peso y volumen se debe considerar que los materiales retienen ciertos porcentajes de humedad –agua en los espacios vacíos–, que muchas veces influyen en variaciones tanto en el peso aparente como en otras cualidades del material. En la ingeniería, el manejo del peso aparente se trabaja con la literal griega γ (gamma), la cual implica que, en una relación cuyo peso-volumen sea un valor alto el material para un volumen unitario tiene un peso mayor y, a su vez, mayores resistencias a cargas. El caso contrario, que el índice de la relación peso-volumen sea bajo, implicará entonces que, para el mismo volumen unitario, el material pesará menos y su resistencia puede también ser menor. Dentro de los factores que alteran este valor también se encuentran la cantidad de poros de una muestra de material y la cantidad de agua que se localice en éstos.

En cuanto a la “resistencia última”, o bien al esfuerzo de carga a compresión que provoque la falla o ruptura del bloque, se le conoce en pruebas del campo de ingeniería, como el “esfuerzo último a

compresión” para este tipo de bloques. La variable que lo denota es sigma (σ_c) que se maneja en las pruebas de compresión de muestras de concreto y bloques, que designa la mayor carga por unidad de área que resiste un material antes de falla por fractura. El área debe ser la sección transversal del elemento respecto de la carga aplicada. Esto determina una medida independiente del material que, consecuentemente, refleja una propiedad del mismo y va en función de su resistencia contra su tamaño. En este caso hablamos del bloque.

El peso aparente de los bloques depende de varios factores: la forma de compactación del producto final, los tipos de agregados empleados, la forma de fabricación y las características de los agregados. Por esta razón, debe notarse que en Guatemala existen diferentes fuentes de donde se obtienen los agregados, principalmente de canteras como material pétreo, que se utilizan bastante en la preparación del concreto. En general, los agregados más comunes suelen ser arenas blancas, o bien agregados de origen andesítico, ya sea en forma pura o en una combinación de ambos. Dado que las arenas blancas tienen un peso aparente menor al de los agregados andesíticos, los bloques que se fabrican con los diferentes tipos de material reflejan proporcionalmente pesos aparentes acordes a los tipos de agregados empleados, y cuyas resistencias resultantes también reflejan el tipo de material utilizado.

Las diferentes composiciones pueden clasificarse en tres grandes grupos, pero no representan límites establecidos sino meramente referencias de comparación.

TIPO DE BLOQUE	PESO APARENTE	TIPO PRINCIPAL DE AGREGADO
Liviano	Menor a 1.25 g/cm ³	Arena blanca
Medio	Entre 1.25 a 1.75 g/cm ³	Arena blanca & agregado andesítico
Pesado	Mayor a 1.75 g/cm ³	Agregado andesítico

*Estudiantes de Ingeniería Civil

Los datos se muestrean pesando los bloques secos y analizando sus volúmenes totales. Si tuvieran humedad, se elimina dicho peso con un factor de porcentaje de humedad respecto al peso total de material seco. Además hay que notar que los diferentes tipos de bloques no sólo se diferencian en el material y en el peso, sino que además cada tipo de material tiene un modo diferente de manufacturarse, lo cual también incide en las propiedades finales del bloque.

Como parte del desarrollo y del análisis, estudiamos diferentes cargas netas aplicadas a bloques de diferentes tipos, los cuales mostraron diversos esfuerzos últimos a compresión y que, comparados con sus diferentes pesos aparentes, nos dieron una tendencia de comportamiento de los materiales empleados, las resistencias individuales y el comportamiento global de las muestras. La Figura 1 muestra las resistencias de cada grupo de bloques. De las regresiones lineales y del empleo de discriminantes de desviación estándar y pruebas de discriminante estadística t o Z dependiendo de la cantidad de elementos por población se llegó a tres tipos de conjeturas finales:

- Un comportamiento medio que marca la media real de los materiales de todas las muestras.
- Un límite superior discriminante que limita los casos en donde los bloques se midieron erróneamente por encima de la tendencia real.
- Un límite inferior discriminante que limita los casos en donde los bloques se midieron erróneamente por debajo de la tendencia real.

Considérese que existe un margen o rango permisible de error o variación entre las resistencias de los bloques; pero si toda una muestra indica que hay una tendencia media real, existen límites de comportamiento en donde cualquier muestra que se salga del límite o rango debe ser descartada como medida errada no real.

La nube de datos expresa todos los bloques estudiados y las rectas expresan los límites, así como la tendencia central.

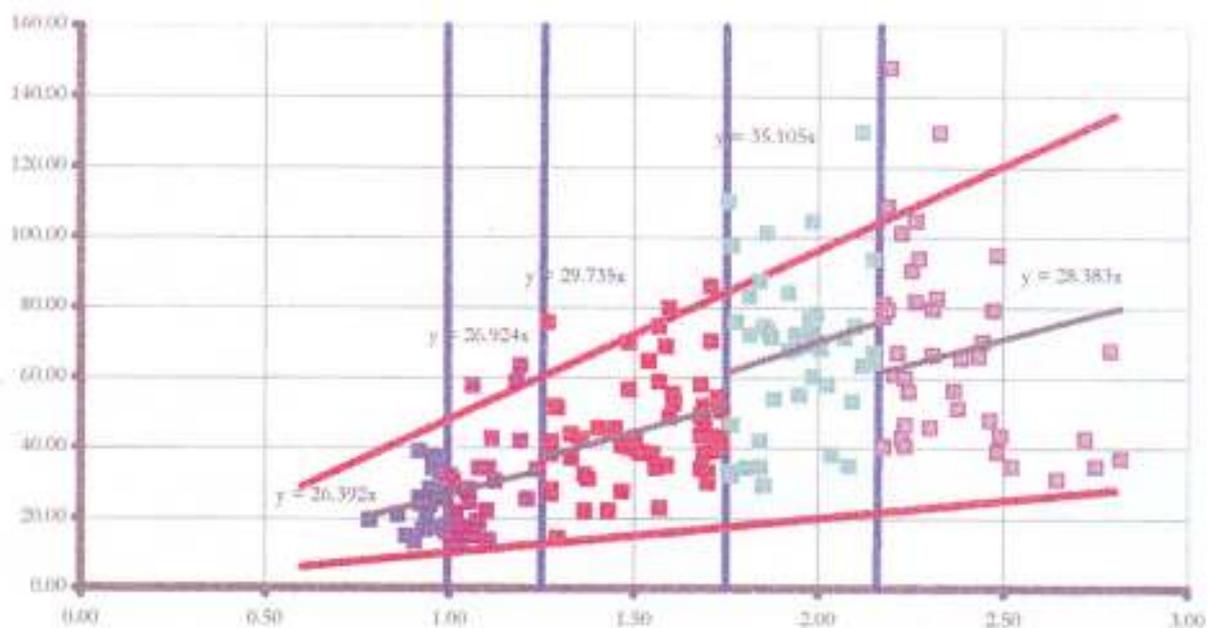


Figura 1. Regresión de tendencia de variación (s/g). En rojo los límites superior e inferior. Cada color muestra su tendencia agrupada. Eje x= Peso aparente (g/cm³). Eje y= Resistencia a compresión (kg/cm²).

De los datos analizados deducimos que, si consideramos los pesos aparentes y las resistencias totales, se puede notar un aumento gradual de resistencia junto a otro también gradual del peso aparente. Estos aspectos se pueden analizar por medio de las relaciones encontradas; estas indican que:

1. La media se comporta a una razón de 28 Kg/cm² de resistencia promedio, por cada 1 g/cm³ que pese el bloque.
2. El límite superior: cada 1 g/cm³ soporta cargas límite de 48 Kg/cm², como máximo y
3. El límite inferior: cada 1 g/cm³ soporta cargas límites de 10 Kg/cm², como mínimo.

Los datos anteriores expresan que, si la muestra tiene 2 g/cm³, resistirá en promedio 56 Kg/cm² puede llegar a resistir un máximo de 96 Kg/cm² y su menor resistencia estará en 20 Kg/cm².

Los datos finales encontrados de todo el tiraje de pruebas son los que aparecen en la Cuadro 1.

Podemos concluir que:

- Los bloques al aumentar su peso en promedio, logran aumentar su resistencia a la compresión.

- Los agregados influyen directamente en peso y resistencia global, a medida que se utilicen dentro de la composición del bloque.
- Las arenas blancas generan bloques livianos de poca resistencia, y que los bloques más pesados y de calidad son aquellos realizados con agregados andesíticos.
- En general los bloques fabricados en Guatemala tienen una amplia gama de resistencias; algunas muy bajas y ciertos tipos de bloques pesados muestran gran resistencia, pero son pocos, comparados con la gran cantidad de elementos probados para el estudio.
- Se considera que resistencias menores a 25 Kg/cm² son poco resistentes y no son recomendables para construcciones en general. Los bloques entre 25 y 75 Kg/cm² se emplean usualmente para viviendas y edificaciones en Guatemala. Los bloques realmente garantizados a resistencias mayores de 75 Kg/cm² pueden utilizarse con seguridad en obras mayores, mientras se ajusten a las especificaciones de seguridad y diseño esperadas.

Límites de pesos		Pendientes	Clasificación
Mínimo	Máximo		
0.780	0.990	26.392	Livianos
1.000	1.240	26.924	Medio Livianos
1.270	1.740	29.735	Medio Pesados
1.760	2.150	35.105	Pesados
2.180	2.820	28.383	Muy Pesados

Cuadro 1. Datos finales del tiraje de pruebas. Pesos en g/cm³

La importancia de un documento de esta naturaleza y del estudio efectuado radica en el informar a todos los usuarios y personas en general sobre la calidad de los materiales empleados en la construcción, de algunos factores que los muestran y de los tipos de productos finales existentes, para que, al momento de invertir o comprar materiales para construcción, conozcan los límites, calidades y especificaciones de dichos materiales y no sólo el valor económico de los mismos. Claramente es deber de los ingenieros civiles velar por el empleo correcto de los

materiales y conocer las aplicaciones que cada diferente tipo de producto final tiene dentro de las obras; pero también está la responsabilidad de dar a conocer los límites y riesgos de los mismos productos que, muchas veces, a falta del poder adquisitivo de las personas, incurren en comprar materiales de menor calidad por mejores precios, sin tener en cuenta tal vez otras opciones que puedan servir mejor a sus construcciones.

antoniojosemendoza@hotmail.com
Juanito_w@yahoo.com
julio_morataya@hotmail.com
fmatzdor@uvg.edu.gt

UNA MODIFICACIÓN AL MÉTODO DE REDUCCIÓN DE ORDEN PARA RESOLVER ECUACIONES DIFERENCIALES HOMOGÉNEAS

Carlos A.M. Salvadó
MERTU/G* y Departamentos de Física y Matemática

En la teoría de ecuaciones diferenciales ordinarias, el método de reducción de orden es uno de gran importancia (Hildebrand, 1976; Zill, 1997). En ese método, para ecuaciones de segundo orden, se requiere el conocimiento de una solución al problema homogéneo para encontrar la segunda solución. La aplicación tradicional del método consiste en que, una vez encontrada la solución, es necesario probar que las dos soluciones son linealmente independientes. En el proceso que presento a continuación, utilizando el lema de Abel (Apéndice A), garantizaré a priori que las soluciones dadas por este método son linealmente independientes y, por lo tanto, no es necesario demostrarlo.

Considero la ecuación diferencial (1)

$$(1) \quad \frac{d^2 y(x)}{dx^2} + a_1(x) \frac{dy(x)}{dx} + a_0(x)y(x) = 0.$$

El método de reducción de orden (Hildebrand 1976; Zill, 1997) requiere que tengamos conocimiento de una de las soluciones de (1). Llamaré a ésta $y_1(x)$. Una segunda solución, $y_2(x)$, se asume que es de la forma

$$(2) \quad y_2(x) = v(x) y_1(x).$$

Substituyendo (2) en (1) y dividiendo por y_1 da

$$(3) \quad \frac{v}{y_1} (y_1'' + a_1 y_1' + a_0 y_1) + v'' + \left(\frac{2y_1'}{y_1} + a_1 \right) v' = 0,$$

donde prima y doble prima denotan, respectivamente, derivadas con respecto a x de primer y segundo orden. Sin embargo, como y_1 es una solución de (1), queda solamente la ecuación diferencial

$$(4) \quad v'' + \left(\frac{2y_1'}{y_1} + a_1 \right) v' = 0.$$

Encontrando la solución de (4), y el uso de (2), se puede demostrar que y_2 está dada por Hildebrand (1976).

$$(5) \quad y_2(x) = A y_1(x) \int \frac{d\xi}{y_1^2(\xi) p(\xi)} + B y_1(x),$$

donde A y B son constantes arbitrarias, y

$$(6) \quad p(\xi) = \exp \left[\int a_1(\eta) d\eta \right].$$

Sin embargo, hasta este punto, el método no garantiza que y_1 y y_2 sean linealmente independientes. Hay que demostrar independencia lineal. Utilizando la Wronskiana (A1):

$$(7) \quad W(y_1, y_2) = \frac{A}{p(x)},$$

como demanda la identidad de Abel (Apéndice A).

En vez del método presentado arriba, inicialmente demandaré que y_1 y y_2 sean linealmente independientes. Sustituyendo en la Wronskiana (A1) y_2 dado en (2), da como resultado

$$(8) \quad v'' y_1^2 + 2v' y_1 y_1' = -a_1 v y_1^2.$$

Tomando la derivada de (8) con respecto a x , y substituyendo para W' el resultado dado en (A4), da como resultado la expresión

$$(9) \quad v'' y_1^2 + 2v' y_1 y_1' = -a_1 v y_1^2.$$

Finalmente, dividiendo (9) por y_1^2 da como resultado una ecuación diferencial idéntica a aquella dada en (4). Esto demuestra que si se asume una función de la

*Medical Entomology Research and Training Unit/Guatemala/ Centers for Disease Control and Prevention/ U.S. Department of Health and Human Services.

forma dada en (2), resulta en una solución de (1) que es linealmente independiente de y_1 , y no hay que demostrarlo.

Apéndice A-La identidad de Abel para ecuaciones de segundo orden

En este apéndice presentaré una derivación de la identidad de Abel, ya que no aparece en muchos textos de ecuaciones diferenciales. Considero la ecuación diferencial dada en (1) y sus dos soluciones que son linealmente independientes: $y_1(x)$ y $y_2(x)$. Si y_1 y y_2 son linealmente independientes, entonces deben satisfacer la condición que la Wronskiana debe ser tal que Apendice 1 (A1)

$$(A1) \quad W(y_1, y_2) = \det \begin{pmatrix} y_1 & y_2 \\ y_1' & y_2' \end{pmatrix} = y_1 y_2' - y_2 y_1' \neq 0.$$

Tomando la derivada de (A1) con respecto a x , llega a ser (A2)

$$(A2) \quad W'(y_1, y_2) = y_1 y_2'' - y_2 y_1''.$$

Introduciendo dentro de (A2) la información de la ecuación diferencial que satisfacen y_1 y y_2 , por medio de las relaciones (A3)

$$(A3) \quad y_i'' = -(a_1 y_i' + a_0 y_i) \quad i = 1, 2,$$

da como resultado la identidad (A4)

$$(A4) \quad W'(y_1, y_2) = -a_1 W(y_1, y_2)$$

que es una ecuación diferencial de primer orden con solución (A5)

$$(A5) \quad W(y_1, y_2) = A \exp \left[- \int a_1(\xi) d\xi \right]$$

donde A es una constante arbitraria. La identidad dada en (A5) se conoce como la identidad de Abel, que es de mucha importancia teórica porque enseña que si W no es cero en un punto, no es cero en ningún punto, pero si es cero en un punto, es cero en todo punto. Así, creo haber logrado mi objetivo de presentar una modificación al método de reducción de orden para resolver ecuaciones diferenciales homogéneas.

Bibliografía

- Hildebrand, F.B., 1976. *Advanced Calculus for applications*. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Zill, D.G., 1997. *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado*. Editores Internacional Tomos, México.

salvado bianchi@c.net.gt

LA VALUACIÓN ACTUARIAL DEL PASIVO LABORAL

Roberto Molina Cruz
Departamento de Matemática

En marzo del 2003, el autor de este artículo realizó la valuación actuarial del Pasivo Laboral (PL) de la Universidad del Valle de Guatemala. Esta valuación fue elaborada por solicitud de la Dirección Financiera de la institución como parte de los servicios que presta el Programa de Proyectos y Servicios del Departamento de Matemática, por medio de su Programa de Investigaciones en Ciencias Sociales. El objetivo del artículo es describir el modelo actuarial empleado en esta valuación y, en general, el modelo utilizado para evaluar las obligaciones de cualquier patrono que ofrece prestaciones a sus trabajadores.

Esperamos que este trabajo ayude al personal del Departamento Financiero basarse en los aspectos teóricos descritos muy brevemente en nuestro informe (Molina, 2003). Además creemos que este artículo puede ser de interés para el resto de nuestra comunidad universitaria, especialmente para los profesores y alumnos que estudian la gestión de riesgos tradicionalmente asegurables. A las personas interesadas en estudiar más profundamente estos modelos actuariales, les sugerimos los apuntes de dos cursos especiales impartidos por el autor (Molina 1998 y 1999).

Iniciamos presentando las ideas generales de los modelos actuariales de las prestaciones comúnmente ofrecidas por los patronos. Luego describimos brevemente la prestación de indemnización por tiempo servido (IPTS), que da origen al PL de un patrono, y exponemos el modelo actuarial para la valuación de esta prestación. Concluimos con las observaciones sobre algunos aspectos de la IPTS y la aplicación del modelo actuarial expuesto.

Los modelos actuariales

Llamamos modelos actuariales a los modelos probabilísticos empleados en la gestión de riesgos tradicionalmente asegurables, como son la muerte, la invalidez, el retiro y la jubilación de un trabajador. Desde luego, aseguramos estos riesgos asociándoles un beneficio monetario, no para evitar que ocurran

sino para sobrellevar en lo posible su efecto. Y utilizamos los modelos actuariales para generar información cuantitativa esencial, para que el patrono, a su vez, asegure el pago de estos beneficios mediante decisiones financieras adecuadas.

El beneficio de un riesgo puede consistir en el pago de una cantidad de dinero al trabajador, como un seguro de vida o una indemnización por la terminación prematura de su contrato como es el caso de la IPTS. El beneficio también puede ser el pago de una pensión, esto es una secuencia de pagos, ya sea en forma vitalicia o por un tiempo determinado, como es el caso de las jubilaciones. El monto de la cantidad que habrá de pagarse puede ser fija, como en los seguros de vida; o bien puede depender del tipo de riesgo, el momento de su ocurrencia y el salario del trabajador, como son el caso de la IPTS y las pensiones por jubilación.

En los modelos actuariales empleamos variables aleatorias para describir la incertidumbre de la ocurrencia y el momento de ocurrencia de los riesgos a los que están sujetos los trabajadores. Las distribuciones de probabilidad de estas variables son regularmente descritas por medio de tablas, como por ejemplo las tablas de vida o mortandad empleadas en la gestión de los seguros de vida, y los valores de estas tablas son generalmente determinados a partir de información histórica.

Empleamos la función de beneficio y las variables aleatorias asociadas de cada riesgo asegurado, para definir una variable aleatoria del monto del beneficio por pagar. La distribución de probabilidad de esta nueva variable es deducida de las distribuciones ya mencionadas, teniendo en cuenta principalmente que los riesgos considerados están en competencia, esto es, que la ocurrencia de cualquiera de ellos depende de la sobrevivencia del trabajador a los demás riesgos.

Dado que los riesgos ocurren en el futuro pero los administramos en el presente, es necesario ajustar la variable del monto del beneficio de cada riesgo por medio de una tasa de descuento, la cual convierte el monto de un beneficio futuro en un valor presente

equivalente. Para esto se establece una tasa de interés futura promedio, llamada tasa técnica, considerando, por lo regular, diferentes pronósticos de las tasas de interés del mercado.

Esta variable del monto del beneficio, ajustada por una tasa de descuento, determina la variable aleatoria del valor presente del monto del beneficio de un riesgo. El valor esperado de esta variable es el principal indicador utilizado para la gestión del riesgo y representa el monto de la obligación o pasivo del patrono por la prestación que ofrece a sus trabajadores.

La indemnización por tiempo servido

La IPTS, tal como es descrita en el artículo 82 del Código de Trabajo, básicamente ofrece al trabajador lo siguiente.

a) Un beneficio con monto de un salario mensual por cada año de servicio continuo, en caso de ser despedido en forma injustificada por el patrono.

b) Un beneficio complementario a los posiblemente otorgados por el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), para alcanzar el valor actuarial del beneficio del inciso anterior; esto, en caso de ser despedido por enfermedad y/o invalidez permanente, o vejez.

c) Un beneficio complementario a los posiblemente otorgados por el IGSS, para alcanzar el 50% del valor actuarial del beneficio del primer inciso; en caso de retirarse por causa de enfermedad y/o invalidez permanente, o vejez.

d) Nada, en cualquier otro caso.

Debemos notar que el monto del beneficio debe calcularse considerando el último salario devengado por el trabajador y, si éste hubiera cambiado durante los últimos seis meses de servicio, debe considerarse el promedio de los salarios devengados en ese período.

Dado que el pago de la IPTS y el monto de dicho pago dependen de la ocurrencia de riesgo: el despido del trabajador, su enfermedad o invalidez permanentes, y el retiro por vejez, el PL del patrono debe valuarse en forma actuarial. En contabilidad se denominan estas obligaciones del patrono "pasivo contingente", ya que existe incertidumbre acerca del monto de los beneficios que hay que pagar (NIC-19 2000).

El modelo de valuación

El modelo empleado en la valuación actuarial del PL es del tipo individual por aplicarse a cada trabajador. El modelo que describimos a continuación depende solamente de la edad y el tiempo servido del trabajador; aunque podríamos considerar otras

características, como el género, el estado civil, el puesto, el nivel salarial y si el trabajador fuma o no. Por esto, en adelante, veremos a cada trabajador como una pareja ordenada: (x,s) en la cual x representa la edad del trabajador y s su tiempo de servicio.

Consideramos a cada trabajador como un miembro activo que solamente puede abandonar ese estado por alguna de las causas siguientes: muerte, enfermedad y/o invalidez permanentes; despido, renuncia y jubilación por vejez. Es común referirnos al cambio de estado de un trabajador como un decremento de nuestra población de trabajadores, y a los riesgos considerados como las posibles causas decrementales.

En el modelo asociamos a cada trabajador las siguientes variables aleatorias.

$T(x,s)$ = Tiempo de servicio futuro, medido en años

$K(x,s)$ = Causa decremental

Estas variables tienen asociada una función conjunta de densidad de probabilidad: $f(t,k)$, que determina la probabilidad de decremento de un trabajador en un tiempo determinado: t , y por una causa específica: k . En forma más precisa,

$$f(t,k)dt = \Pr\{t < T(x,s) \leq t + dt, K(x,s) = k\}$$

Para establecer en la práctica los valores de esta función, necesitamos calcular la misma probabilidad pero condicionada a que el trabajador permanezca en el estado activo hasta el tiempo t . Esta probabilidad condicionada es llamada la fuerza de la causa decremental k en el tiempo t , y es regularmente denotada como sigue:

$$\mu_{t|s}^{(k)} dt = \Pr\{t < T(x,s) \leq t + dt \wedge K(x,s) = k | (T(x,s) > t)\}$$

Dado que es usual escribir la probabilidad que un trabajador permanezca en el estado activo hasta el tiempo t como

$$p_{x,s}^{(t)} = \Pr\{T(x,s) > t\},$$

donde el superíndice t nos recuerda que su permanencia en el estado activo es respecto al total de las causas decrementales, la función de densidad de probabilidad conjunta puede ser reescrita en la forma siguiente:

$$f(t,k)dt = \Pr\{t < T(x,s) \leq t + dt \wedge K(x,s) = k | (T(x,s) > t)\} \Pr\{T(x,s) > t\} \\ = p_{x,s}^{(t)} \mu_{t|s}^{(k)} dt$$

A su vez, asociamos a cada trabajador una variable aleatoria del monto del beneficio que recibirá en caso

abandone el estado activo por alguna de las causas consideradas, la cual representamos por:

$$B_{x+t, x+t}^{(K(x,t))}$$

Si, como es usual, representamos por $v = (1+i)^{-1}$ el factor de descuento asociado a una tasa de interés anual efectiva: i la variable aleatoria del valor presente del monto del beneficio puede ser escrita como sigue:

$$v^{T(x,t)} B_{x+t, x+t}^{(K(x,t))}$$

El valor esperado de esta variable aleatoria, correspondiente a una causa específica de decremento: k , es entonces calculado en la forma siguiente:

$$\bar{A}_{x,t}^{(k)} = \int_0^{\omega-x} v^t B_{x+t, x+t}^{(k)} \cdot {}_t p_{x,t}^{(r)} \mu_{x+t, x+t}^{(k)} dt$$

donde ω representa una edad máxima de los trabajadores, la cual es adoptada por conveniencia en la práctica y puede ser un valor como 99 años. El valor esperado del valor presente del beneficio total de todos los riesgos puede ser calculado como la suma de los valores esperados recién descritos, es decir, como:

$$\bar{A}_{x,t} = \sum_{k=1}^m \bar{A}_{x,t}^{(k)}$$

Es muy común que el monto del beneficio de una prestación esté definido en términos del salario de los trabajadores, por lo que el modelo de valuación debe incluir un pronóstico del salario de cada trabajador. Para esto es usual emplear una función de escala salarial, que se asume multiplicativa y dependiente de por lo menos la edad del trabajador y su tiempo de servicio, como la siguiente:

$$SS_{x,t} = m(x) n(s)$$

En esta función el factor $n(s)$ describe la fracción de los incrementos salariales que se compone periódicamente respecto alguna tasa constante j , debida a aspectos como la inflación y la productividad de la empresa. Es decir que este factor tiene la forma siguiente:

$$n(s) = (1+j)^s$$

Y el factor $m(x)$ describe la fracción restante que no se compone periódicamente, debida, por ejemplo, a los incrementos que tienen como objetivo retener e incentivar al trabajador. Este tipo de incrementos están por lo regular en relación inversa a la edad del

trabajador, y sus valores son establecidos en forma tabular. Con esta función de escala salarial y el salario actual de cada trabajador: $SS_{x,t}$, podemos pronosticar el salario de mismo trabajador t años en el futuro, por medio de la siguiente función de salario futuro.

$$S_{x+t, x+t} = \frac{SS_{x+t, x+t}}{SS_{x,t}} S_{x,t}$$

Esta función nos permite reescribir en particular la función del beneficio de la IPTS como:

$$B_{x+t, x+t}^{(IPTS)} = t S_{x+t, x+t}$$

por lo que el valor esperado de su valor presente puede ser calculado en la forma siguiente:

$$\bar{A}_{x,t}^{(IPTS)} = \int_0^{\omega-x} v^t t S_{x+t, x+t} \cdot {}_t p_{x,t}^{(r)} \mu_{x+t, x+t}^{(IPTS)} dt$$

Observaciones

1. La terminación prematura del contrato laboral es uno de los riesgos a que están expuestos los trabajadores, y regularmente existen prestaciones precisamente diseñadas para asegurar dicho riesgo. Por supuesto la IPTS es una de esas prestaciones aunque el Código de Trabajo también le da un segundo objetivo, haciéndola una prestación complementaria a las ofrecidas por el IGSS en caso de enfermedad o invalidez permanentes y vejez del trabajador.

2. Existen empresas que ofrecen a sus trabajadores una IPTS universal. Esto es que pagan el monto de un salario mensual por cada año de servicio continuo por cualquier razón del retiro del trabajador. Aunque en este caso el pago del beneficio es cierto, el momento de ese pago sigue siendo incierto. Por lo que las obligaciones del patrono siguen siendo un pasivo contingente y deben ser valuadas actuarialmente. Para esto, el modelo actuarial expuesto se aplica considerando una función de beneficio independiente de la causa del decremento. Es decir, una función de la forma: $B_{x+t, x+t} = t S_{x+t, x+t}$

3. Algunas prestaciones tienen en cuenta contribuciones de los trabajadores y el patrono para su financiamiento, como por ejemplo los planes de pensiones. En estos casos, a cada trabajador le asociamos una función de densidad de contribución: $c_{x+t, x+t}$, con la cual podemos escribir el monto de contribución del trabajador en un tiempo determinado: t , como $c_{x+t, x+t} dt$, y cuyo valor presente podemos escribir como $v^t c_{x+t, x+t} dt$. Con esto, la variable aleatoria del valor presente de todas las

contribuciones futuras del trabajador y el patrono puede ser escrita como

$$\int_0^{T(x,s)} v^t c_{x+t,s+t} dt$$

El valor esperado de esta variable aleatoria, que desde luego podemos expresar inicialmente como

$$\sum_{k=1}^{\infty} \int_0^{\infty-x} \left[\int_0^t v^u c_{x+u,s+u} du \right] \cdot p_{x,j}^{(r)} \mu_{x+t,s+t}^{(k)} dt,$$

Puede escribirse simplemente como

$$\int_0^{\infty-x} v^t c_{x+t,s+t} \cdot p_{x,j}^{(r)} dt$$

4. En la práctica, empleamos un modelo discreto para la valuación actuarial de la IPTS, el cual obtenemos a partir del modelo continuo descrito anteriormente, considerando la variable aleatoria de número de años completos de servicio futuro del trabajador, que usualmente representamos por

$$H(x,s) = \max\{h \in Z : h \leq T(x,s)\}$$

Como ilustración, notemos que la función de densidad de probabilidad conjunta de esta nueva variable aleatoria y la variable $K(x,s)$ es como sigue:

$$\begin{aligned} P\{H(x,s) = h, K(x,s) = k\} &= P\{h < T(x,s) \leq h+1, K(x,s) = k\} \\ &= \int_h^{h+1} p_{x,j}^{(r)} \mu_{x+t,s+t}^{(k)} dt \\ &= p_{x,j}^{(r)} \int_0^1 p_{x+h,s+h}^{(r)} \mu_{x+h+u,s+h+u}^{(k)} du \\ &= p_{x,j}^{(r)} q_{x+h,s+h}^{(k)} \end{aligned}$$

donde consideramos la variable $u=t-k$ que representa la fracción del último año servido por el trabajador, y hacemos uso de las identidades siguientes:

$$\begin{aligned} p_{x,j}^{(r)} &= p_{x,j}^{(r)} \cdot p_{x+h,s+h}^{(r)} \\ q_{x+h,s+h}^{(k)} &= \int_0^1 p_{x+h,s+h}^{(r)} \mu_{x+h+u,s+h+u}^{(k)} du \end{aligned}$$

Literatura Citada

Molina, R. 1998. *Matemáticas actuariales: Los seguros de vida*. Centro de Investigaciones en Matemática pura y aplicada, y Programa de Posgrado en Matemática de la Escuela de Matemática de la Universidad de Costa Rica. San José.

Molina, R. 1999. *Matemáticas actuariales: Las pensiones*. Centro de Investigaciones en Matemática pura y aplicada, y Programa de Posgrado en Matemática de la Escuela de Matemática de la Universidad de Costa Rica. San José.

Molina, R. 2003. *Valuación del pasivo laboral: Reporte de resultados*. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.

Norma Internacional de Contabilidad (NIC) No. 19, 2000.

rmolina@uvg.edu.gt

DEL COLEGIO A LA UNIVERSIDAD: UNA TRANSICIÓN PROBLEMÁTICA

Enrique Mencos Mendizábal
Departamento de Matemática

Con cierta frecuencia han sido publicados en la prensa escrita artículos que comentaban la problemática que enfrentan los estudiantes de primer ingreso en la Universidad de San Carlos de Guatemala. La situación descrita invitaba a la polémica, ya que, por un lado las autoridades encargadas del proceso de admisión de los estudiantes afirmaban que los resultados en las pruebas de diagnóstico eran desastrosos, lo cual forzaba a la institución a poner requisitos de admisión más estrictos; y por otro lado los representantes de la asociación de estudiantes sancarlistas alegaban que no se puede impedir a nadie el sagrado derecho a inscribirse libremente en dicha universidad.

Lo que ocurría, y sigue ocurriendo, es que desde hace más o menos 15 años los graduados del nivel medio vienen presentando serias deficiencias en sus habilidades matemáticas y lingüísticas, lo cual es la causa fundamental de los altos porcentajes de repitencia de cursos y deserción que es común observar, no sólo en la Universidad de San Carlos, sino en las universidades privadas (sin embargo, de estas últimas nadie parece preocuparse y tampoco se publican estadísticas).

En los mencionados artículos abundaban las estadísticas, que servían de base para concluir que la mejor solución era crear cursos remediales, obligatorios para los estudiantes cuyos resultados en las pruebas de diagnóstico estuviesen por debajo del mínimo requerido. Recuerdo que en más de una ocasión se impartieron los cursos remediales, y al finalizar los resultados fueron desastrosos, de tal forma que la cantidad de aspirantes que lograban su admisión después de dicho proceso todavía era muy pequeña. A esto seguía otra vez la reacción de la asociación de estudiantes, invitando a la anarquía y a la rebelión. Y me parece que en algunas ocasiones los cursos quedaron inconclusos.

Para quienes ejercemos como docentes de los primeros cursos universitarios de matemática en las universidades privadas, no es un secreto lo mal preparados que salen de la escuela secundaria los graduados del nivel medio. Por lo tanto no nos

sorprenden los resultados que leemos en la prensa; es más, nos satisface que el problema al fin haya trascendido el ámbito puramente escolar, y que salga a la luz pública.

Ahondando más en el análisis del problema, cabe destacar que los graduados del nivel medio también presentan severas deficiencias en la habilidades relacionadas con la expresión oral y escrita, la comprensión de lectura y los hábitos de estudio. Y no debemos olvidar las actitudes, las cuales constituyen un importante sustrato a la hora de tratar de alcanzar logros en cualquier aspecto de la vida, no digamos en la consecución del éxito académico. En el caso que nos ocupa, es frecuente encontrar estudiantes que rechazan la matemática, conciente o inconcientemente, o por lo menos no la consideran su "opción número uno". Me parece que ello es provocado generalmente por frustraciones originadas en el sistema de enseñanza.

Esta última afirmación merece comentarios aparte: ¿Cómo es posible que el mismo sistema que ha sido diseñado para formar a los estudiantes, para transformarlos en mejores personas, sea el causante de frustraciones que conduzcan al rechazo hacia el estudio? Y si lo pensamos detenidamente, es inmoral cobrar por un servicio que no se presta, o se presta a medias. Si una institución educativa recibe a un estudiante y se compromete a formarlo, ¿por qué, después de 11 o más años, el estudiante apenas sabe leer, expresarse y aplicar la matemática básica? Más que una falta de responsabilidad de las instituciones, al no cumplir lo que ofrecen, concluyo que se trata de un fraude.

Como consecuencia de lo anterior, y a manera de respuesta, algunas o todas las universidades guatemaltecas ofrecen cursos de nivelación (en algunas son obligatorios y en otras no), tanto de matemática como de lenguaje, así como cursos o talleres relacionados con la adquisición de buenos hábitos de estudio, lectura rápida, redacción de informes, elaboración de horarios de estudio, automotivación para el estudio, etc.

Pareciera que las universidades, a falta de una reacción adecuada y a corto plazo de parte de los colegios e institutos, estuvieren tratando de resolver el problema por cuenta propia. Es decir, se pretende que durante unas pocas semanas durante el primer año de universidad los nuevos alumnos adquieran, o terminen de desarrollar, aquellas habilidades, conocimientos y actitudes fundamentales para tener éxito en el estudio; habilidades, conocimientos y actitudes, estos, que ya deberían tener desarrolladas en alto grado después de más de 11 años de educación formal, y luego de obtener un título o diploma que los acredita como bachilleres, peritos, secretarías, maestros y demás especialidades.

En este contexto vale la pena preguntarse ¿qué tan buenos pueden ser los resultados de los cursos y talleres remediales? No debemos olvidar que las deficiencias de los estudiantes se fueron produciendo paulatinamente, a lo largo de muchos años, así que tratar de corregirlas en unas pocas semanas, por medio de cursos o talleres intensivos, puede parecer demasiado optimista, e incluso contraproducente, porque someter a un estudiante a un bombardeo de principios, conceptos y procedimientos le puede producir más rechazo del que ya tiene hacia los cursos de matemática y lenguaje.

Así que mi punto de vista es muy claro: no estoy de acuerdo con los cursos y talleres remediales impartidos a toda velocidad, aunque en el diseño de los programas hayan participado expertos catedráticos y renombrados psicólogos.

Al observar esta situación, da la impresión de que las universidades, colegios e institutos no trabajan en coordinación. Las universidades se aprestan a corregir lo que aquellos no hicieron bien, o simplemente no hicieron. ¿No sería mejor que cada quien hiciera su parte, y la hiciera bien? Basándome en lo que he observado en otros países latinoamericanos presento a continuación dos posibles soluciones.

O se agrega un año a los estudios de secundaria, el cual estaría dedicado a adquirir formación preuniversitaria, o en la universidades se agrega un año de estudios preuniversitarios, el cual sería obligatorio para todo estudiante que no sobrepase los niveles mínimos en las pruebas de diagnóstico. No se trata de trasladar a la secundaria los contenidos ni los textos universitarios como tampoco de trasladar a la universidad la responsabilidad de enseñar al alumno a hablar, escribir y pensar en términos matemáticos elementales.

Claro está, para que cualquiera de dichas soluciones produzca buenos resultados es necesario que las universidades, los colegios y los institutos trabajen coordinadamente. En otras palabras, los programas, los textos y todo el conjunto de experiencias de aprendizaje que formen parte de los planes preuniversitarios, deben ser escogidos, evaluados y renovados pensando en lo que los estudiantes necesitaran para tener éxito al estudiar una carrera universitaria.

DE AMORES Y HERMOSURAS: UNA TERGIVERSACIÓN MÁS SOBRE CERVANTES Y SU QUIJOTE

Javier Martínez Melgar*
Departamento de Letras

<<...todo lo hermoso es amable; mas no alcanzo que, por razón de ser amado, esté obligado lo que es amado por hermoso a amar a quien le ama>>

(Cervantes, *Don Quijote de la Mancha*, Capítulo XIV)

El epígrafe que encabeza e inspira este ensayo son las palabras que Miguel de Cervantes Saavedra pone en boca de la pastora Marcela, con el fin de defenderse ante quienes la culpan de "dejar morir de amores" a Grisóstomo, uno de sus enamorados. Esta corta novela pastoril con la que el autor de *Don Quijote* enriquece su obra trata de una muchacha extremadamente bella llamada Marcela, quien, sin la presión de sus padres por casarla -ya que es huérfana- escoge quedarse soltera para cuidar de su hacienda. Grisóstomo, joven y rico estudiante, cae terriblemente enamorado de ella, pero es rechazado por la firme decisión que la pastora ha tomado anteriormente. Despechado, el estudiante se deja morir de amores y la culpa de todos sus males. Mucha gente del pueblo y sus alrededores, atraídos por lo insólito del caso, llegan a presenciar el entierro. Es ahí donde se presenta Marcela con el fin de defender su honra y fama ya que se le ha tildado de ingrata, cruel y otros adjetivos similares. Su defensa se basa, como ya lo imaginó el lector, en que <<... todo lo hermoso es amable; mas no alcanzo que, por razón de ser amado, esté obligado lo que es amado por hermoso a amar a quien le ama>>. En otras palabras Marcela, defiende la hipótesis de que el hombre ama por naturaleza lo hermoso, pero que la hermosura no está obligada a corresponder dicho amor, ni para seguir siendo hermosa, ni por obligación de haber sido amada.

Surge, entonces, la pregunta ingenúa: ¿por qué lo amado no está obligado a corresponder al amante? La respuesta podría encontrarse en el libre albedrío. Tanto derecho tiene el amado a escoger entre amar o no (actitud pasiva, ya que solamente se da

ante un efector externo), como libertad tuvo el amante de decidir a quién amar, cargando además este último con una desventaja adicional: el haber tenido una actitud activa (proponer el amor) y, por lo tanto, completa responsabilidad de lo que su acción genere (rechazo o aceptación). Por tanto, al descubrir su amor, el amante rechazado no solamente carga con el rechazo, sino que también con el desconsuelo de saber que la actitud del amado fue generada por su propia acción.

Pero la tremenda cosmovisión de soledad humana a que nos puede dirigir la frase de Cervantes no termina ahí, en un nivel humano. El cuadro de desolación toma nuevas perspectivas al aplicar diferentes valores a las variables que componen la frase citada. Si el hombre ama por naturaleza lo hermoso, ¿qué es, entonces, lo más hermoso que podría amar el hombre? ¡Pues la propia naturaleza que genera dicho amor! En otras palabras, Dios. Recordemos también el entorno histórico de la obra, que se da durante la Contrarreforma, filosóficamente cercana a la Edad Media. Entonces, si el objeto amado es querido por hermoso, cabe suponer que la relación entre hermosura y amor es directa en otras palabras que, entre más hermoso es el objeto, mayor será el amor profesado hacia él. El resultado es que, si Dios es infinitamente hermoso, y que por dicha hermosura infinita el hombre lo ama inefablemente, Dios está inmensamente desobligado a corresponder al amor humano. Por ende, el rechazo sentido por la Humanidad a niveles inimaginables, se ve reforzado por la certeza de una actitud pasiva por parte de Dios. La ausencia de cualquier prueba física en la Tierra que compruebe la existencia de Dios sería comparable a la decisión de la pastora Marcela de ocultarse en el campo, evitando todo contacto con quienes le aman.

Siguiendo con el intercambio de variables donde Marcela es Dios, y su amante Grisóstomo, la Humanidad, la actitud activa de la Humanidad sería la religión -o buscar a Marcela en el caso de Grisóstomo-, y la pasiva de Dios, su ausencia física. Pero

*Estudiante de 5o. año

supongamos que la humanidad, como entidad colectiva, fue un tanto más inteligente que Grisóstomo y, en vez de perder las esperanzas ante un primer rechazo, decidió buscar la correspondencia a su amor herido en otros amados: Mahoma, Buda, Rama, Corazón del Cielo, extraterrestres, David Coresh o el Reverendo Moon. Es innegable que actualmente, en ciudades cosmopolitas del primer mundo, se buscan "nuevas religiones" o "alternativas espirituales" que resultan extravagantes para el mundo occidental. En ocasiones se crean sincretismos de antiguas y nuevas creencias –llegando a veces al absurdo–, como los generados por el movimiento New Age. Al obtener la Humanidad los mismos resultados de rechazo y pasividad, sumados a los anteriores, su sentimiento de desconsuelo y soledad llega a niveles inimaginables. Por tanto, decide tomar la misma actitud que Grisóstomo: despedido, dejarse morir de amores.

Es entonces cuando Grisóstomo culpa a Marcela de sus desdichas, tildándola de ingrata; mientras que la Humanidad rechaza a los dioses aferrándose al positivismo científico. Grisóstomo olvida que, mientras intentaba lograr el amor de Marcela, obtuvo algunos beneficios no relacionados a ella: conocer el campo, aprender las labores pastoriles, mejorar su creación poética. Sin embargo el enamorado no les da importancia a estos beneficios obtenidos, valorándolos como simples medios fallidos para su empresa. De igual manera la Humanidad despedida rechaza al arte y los valores morales, por estimular éstos su sentida espiritualidad, sin darse cuenta de que ambos bien podrían estar –como efectivamente lo están– desligados de cuestiones teológicas y prácticas religiosas.

Igual que Grisóstomo, la Humanidad no alcanza a ver que, a pesar de que su empresa no llegó al éxito esperado, logró encontrar beneficios colaterales tan buenos o mejores que los buscados. Y ambos se dejan morir de amores: Grisóstomo acaba en la tumba, y la Humanidad, masificada, se entrega al consumismo presa de la insensibilidad.

NOTA FINAL:

Alguien podría rebatir este ensayo diciendo que Dios buscó primero el amor en la humanidad y que el rechazado es él. Además del obvio carácter mitológico y dogmático de la recusación, esta premisa resulta válida únicamente para algunas de las religiones existentes, especialmente las de origen judeocristiano. Además existe la notoria evidencia de que la Humanidad, como tal, ha buscado cientos de religiones sin encontrar una sola que le satisfaga totalmente sin necesidad de dogmas. Esta última evidencia también refutaría a los que acudan a otro tipo de argumentos religiosos, a los que digan no sentirse rechazados por la "obvia" presencia físico-espiritual de Dios en la naturaleza y a los que acudan a falacias *ad hominem* sobre el ensayista. También podría decirse que Cervantes jamás aplicó la frase acá analizada en el contexto en que el autor la ha utilizado, y que haberlo hecho fue una tergiversación forzada del sentido que Cervantes quiso darle... ¡Es cierto! Pero precisamente es ése el motivo e intención del presente ensayo: aplicar un contexto mucho más amplio a una frase que permitía el intercambio de variables, sin dejar por un lado las características personales del ensayista.

cazamah@hotmail.com

ALGUNAS IDEAS SOBRE LA "CARTA ATENAGÓRICA" DE SOR JUANA INÉS DE LA CRUZ

Rafael González Macho
Departamento de Letras

El nombre de sor Juana Inés de la Cruz representa un claro referente del Barroco en Hispanoamérica, y su imagen, muchas veces pintada con las fantasías de quienes quieren adornar sus propias ideas, ha servido para dotar de un interés añadido a su obra. De ésta, bastante extensa, lo más conocido, aplaudido y alabado, aunque no tan leído, son las piezas a las que probablemente ella dedicó menor esfuerzo e interés.

La sugestiva imagen de una religiosa en un convento de clausura que llora amores, que bien podrían ser propios, y que, debido a su sexo, es censurada por perversos varones, ha ayudado a crear un fácil retrato sentimental de una escritora que sobrepasa en empeño y seriedad a redondillas y romances tan populares, y cuya realidad dista bastante de ese arquetipo. Queda una fastuosa producción de Hollywood con actriz latina y música de mariachis para elevar a sor Juana a verdadero ícono postmoderno. ¡Quizá lo aplaudiera la monja!

Nuestro interés¹ se va a centrar en el análisis del estilo de la "Carta de la Madre Juana Inés de la Cruz, religiosa del convento de San Jerónimo de la ciudad de Méjico, en que hace juicio de un sermón del Mandato que predicó el Reverendísimo P. Antonio de Vieira, de la Compañía de Jesús, en el Colegio de Lisboa", publicada en 1690 con el título de "Carta atenagórica". Desde la inclusión de este adjetivo derivado en un título que no sale de la pluma de sor Juana, comienzan a aparecer los mensajes insinuados, y las apelaciones indirectas entre los diferentes personajes que rodean una polémica que sirvió para formar la imagen y fama de nuestra monja. El título se lo coloca sor Filotea de la Cruz, nombre detrás del cual parece se esconde Manuel Fernández de Santa Cruz, obispo de Puebla (Paz, 1998). El sermón criticado de Vieira fue el predicado en Lisboa, el jueves santo de 1650, es decir, cuarenta años antes de que sor Juana escribiera la "Carta atenagórica". Casi cuarenta años después de ésta, en 1727, sor Margarita Ignacia, agustina del convento de Santa Mónica, de Lisboa,

publica una "Apología a favor de R.P. Antonio Vieira da Companhia de Jesu da Provincia de Portugal, porque se desvanece, e convence o Tratado, que com o nome de Crisis escreveu contra elle a Reverenda Senhora Dona Joana Ignez da Cruz". Parece que el verdadero autor de esta apología fue el presbítero Luis Gonçalves Pinheiro, hermano de aquélla (Ricard, 1951). Y para terminar, de momento, con este baile de máscaras, hay que mencionar que en una colección de obras de Vieira de la Biblioteca Nacional de Lisboa encontramos un comentario al texto en español de la "Carta" de sor Juana que dice "fez a Madre Soror Joanna Ignez de Cruz, professa no Mosterio de S. Jerónimo da Cidade de México, a seguinte Crisi: ainda que parece mais verosimel, que esta Crisi nao seja fruto das applicaçoes desta religiosa penna; antes sim do P.M. Guerra, que por alguma implicancia, que teve com o nosso Vieira quiz cobrir com capa alheya, o que se nao atrevera a fazer com a propria, talvez receando que em pouco tempo visse malogrado o seu trábhalho em desabono de sua opiniao" (Ricard, 1951).

Ya está montado el espectáculo en que los nombres no significan lo que parecen significar, y las alusiones, ironías, en ocasiones sarcásticas, y los recursos de la lengua, muestran, del alegato fundamentado, un trasfondo que probablemente condujo a la reprensión de sor Juana y motivó su abandono de las letras.

Pasemos a explicar el fondo de la "Carta atenagórica". Antonio Vieira (Lisboa, 1608-San Salvador de Bahía, 1697), autor del sermón criticado en la carta, fue un sacerdote portugués de la Compañía de Jesús, con un enorme prestigio e influencia durante el siglo XVII. Su vida se desarrolló entre América y Europa, y su personalidad se proyecta en los conflictos políticos de su tiempo. Su capacidad oratoria, su elocuencia, en una época en que el sermón, que puede tratar cuestiones teológicas, filosóficas, políticas... se

¹ Este interés surge durante el segundo semestre del 2003, en *Literatura Hispánica* I del Profesorado de Segunda Enseñanza en la Facultad de Educación. Colaboraron en este trabajo, Beatriz Zamora, Leslie Rosales, y Myra Molina.

considera un elogiado modo de expresión de ideas, le abrieron las puertas entre la nobleza y los círculos culturales de Europa². En 1650 predica un sermón del mandato, el del jueves santo, en la Capilla Real de Lisboa. El sermón del mandato es el dedicado a comentar las palabras que Jesucristo da a los apóstoles en la última cena, "mandatum novum do vobis ut diligatis invicem sicut dilexi vos ut et vos diligatis invicem"³ (Vulgata. Juan, 13.34).

El sermón de Vieira pretende mostrar "¿cuál fineza de Cristo es la mayor de las mayores?" (Montezuma, 1998). En su sermón toma tres opiniones, de dos Padres de la Iglesia, la de San Agustín, la de San Juan Crisóstomo, y la de Santo Tomás de Aquino, Doctor de la Iglesia. Razona su postura contra los argumentos de los santos, y finalmente aporta su conclusión sobre cuál fue la mayor fineza de Cristo.

No interesa para nuestro comentario tanto la discusión teológica como la forma en que sor Juana va a disponer su alegato, puesto que nuestro objetivo es reflexionar sobre la destreza formal de sor Juana en el discurso filosófico. El siglo XVII está lleno de tratados filosóficos centrados en la Teología. Ésta se considera la culminación de los conocimientos, y de cualquier formación intelectual. Ya sabemos del prestigio y fama, como litigante teológico, del Padre Vieira, para cuya predicación era incluso necesario colocar soldados en las puertas de los templos con el objeto de impedir que el público molestara a las dignidades que llegaban a escucharlo.

En 1650 la presencia de Vieira ya era disputada por los más autorizados púlpitos del momento, y su habilidad retórica, en una época en que la importancia de la forma sobrepasaba habitualmente al fundamento del contenido, se ha ido perfeccionando desde que, durante su primera educación, en el Colegio Jesuita de Bahía comenzara a ejercitarse en esta arte retórica.

Pero no concluyamos un fácil juicio del P. Antonio Vieira. Su bien merecida fama correspondía a la de un excelente orador del siglo XVII. Francisco Terrones (Terrones, 1605), a principios de ese siglo, describe al orador perfecto recordando que "para decir bien el sermón, es menester saber Retórica. Pero cuando esto faltase, lo forzoso e inexcusable es saber Dialéctica y Filosofía Natural, Moral y Metafísica, y sobre todo Teología escolástica, muy bien sabida, so pena de perderse a cada paso; y Sagrada Escritura, mayormente en sentido literal; lección de santos y otros autores graves que escriben comentarios sobre la Sagrada Escritura, o tratados o sermones". El P. Antonio de Vieira reunía los requisitos para ser considerado una autoridad en la materia.

La crítica de sor Juana, plena de audacia, va dirigida contra un muy respetable orador. Asumiendo la tesis de Octavio Paz⁴ (Paz, 1998) de complicidad entre Fernández de Santa Cruz, obispo de Puebla, y sor Juana en contra de los principios del Arzobispo de México, Francisco Aguiar y Seijas, admirador del P. Antonio de Vieira, la parte más difícil y arriesgada del trabajo le tocó a sor Juana, preparar una crítica que debía ir respaldada de sólidos argumentos y elegancia formal, no valía cualquier escrito. Además, las críticas, si inteligentes y no burdas descalificaciones, más en épocas de censura, que lo son todas, han de contar con una sutil agudeza en el uso del lenguaje.

Si en el sermón de la polémica Vieira toma tres opiniones autorizadas, desafiándolas al decir "que ninguna fineza del amor de Cristo me darán, que yo no dé otra mayor; y a la fineza del amor de Cristo que yo dijere, ninguno me dará otra igual" (op. cit.), la tarea de sor Juana será demostrar la presunción del orador derribando los fundamentos de las tres finezas propuestas contra las de los santos, y encontrar, no otra igual, sino mayor. Ahí está su desafío.

Hemos vuelto a analizar (ya se ha analizado con rigor en varias ocasiones) la "Carta atenagórica", repasando su contenido, y buscando los rasgos formales que la caracterizan. La estructura argumental de la «Carta» es clara, tiene un orden sistemático con seis núcleos principales: un preámbulo en que el formalismo pertinente se mezcla con una ironía que, a la par de las manifestaciones posteriores, deriva en sarcasmo; tres defensas a las tres posturas de los santos -emparejadas con las críticas a las tres posturas del

² Se lee en Cobra, Rubem Q. - Padre Antônio Vieira. COBRA.PAGES.nom.br, Internet, Brasília, 1999. "Os padres da companhia insistiram com Vieira que pregasse. O Geral João Paulo Oliva manifestou seu desejo que aprendesse o italiano e se dispusesse a pregar ante os cardeais e nobreza romana, o mais culto auditório do mundo. Relutante talvez por cansaço, Vieira não teve escolha quando o Geral impõe-lhe obediência no assunto. Pregou pela primeira vez em italiano em Outubro de 1672 na festa de São Francisco de Assis. Concorreram pessoas notáveis da nobreza romana, alguns prelados e seis cardeais. Seguiram-se vários outros sempre concorridos. Tanto era o interesse em ouvi-lo que, diz Lúcio de Azevedo, tornou-se necessário colocar soldados ás portas dos templos onde ia pregar, para impedir que se aposasse o público dos lugares, antes de chegarem as dignidades eclesiásticas e pessoas de representação. Ao sermão, na igreja de S. Lourenço em Damasco, no ano seguinte de 1673, estiveram presentes dezennove cardeais".

³ Una mandato nuovo es doy: que os améis como yo os he amado, y que así os améis entre vosotros.

⁴ Al no disponer del texto original, vamos a usar el texto traducido al español que incluye Montezuma.

⁵ "Sor Juana no fue un instrumento del obispo de Puebla. Fue su aliada. No sabemos si la idea de humillar a Aguiar y Seijas, a través de una crítica femenina a un sermón de su admirado Vieira -perverso y brillante ejemplo de "lenguaje escópico"- fue de sor Juana o de Fernández de Santa Cruz; lo que sí puede decirse es que ella jamás habría escrito ese texto sin el apoyo del obispo de Puebla: él fue el destinatario de la Carta, él dio la aprobación eclesiástica para que fuera publicada, él redactó el prólogo y él costeó la edición" (Paz, 1998).

sermón-, en un orden de apelación paralelo a la disposición del sermón de Vieira, y apoyadas con testimonios bíblicos (59 citas de la "Vulgata"), razonamientos silogísticos, y analogías; una crítica fundamentada a la fineza propuesta por Vieira de la que "ninguno me dará otra igual"; y finalmente, y ya sin la referencia directa al sermón, una exposición de la postura de la autora en la que propone una fineza mayor. El análisis de la ordenación de este texto en las facultades de Derecho ayudaría seguramente a evitar muchos recursos crípticos que llegan a los tribunales, y no pocas sentencias.

En cuanto al uso de la lengua, comprendemos por qué no es un texto popular, ya que, a pesar de la claridad expositiva, es un texto dirigido a enterados, no sólo por el objeto de la discusión -las finezas⁶ de Cristo demostradas en el texto bíblico-, por la atención que precisan los términos utilizados, o por el conocimiento necesario de la cultura clásica, sino también por los mensajes encubiertos en la propia lengua, que se descubren desenterrando de entre las palabras, y con la ayuda de una seria investigación filológica, los posibles motivos del texto. Muy valiosa, en este sentido, la obra de Octavio Paz (Paz, 1998), a pesar de su patente simpatía por sor Juana.

Finalizado el cuestionamiento del sermón, no sin falsa modestia, sor Juana opina sobre su propio escrito:

"Creo cierto que si algo llevare de acierto este papel, no es obra de mi entendimiento, sino sólo que Dios quiere castigar con tan flaco instrumento la, al parecer, elación de aquella proposición: que no habría quien le diese otra fineza igual, con que cree el orador que puede aventajar su ingenio a los de los tres Santos Padres y no cree que puede haber quien le iguale. Y pensando que no se estrechó la mano de Dios a Augustino, Crisóstomo y Tomás, piensa que se abrevió a él para no poder criar quien le responda. Que cuando yo no haya conseguido más que el atreverme a hacerlo, fuera bastante mortificación para un varón tan de todas maneras insigne; que no es ligero castigo a quien creyó que no habría hombre que se atreviese a responderle, ver que se atreve una mujer ignorante, en quien es tan ajeno este género de estudio, y tan distante de su sexo".

La afectada modestia ("flaco instrumentó", "mujer ignorante, en quien es tan ajeno este género de estudio, y tan distante de su sexo") contrasta con la descarada ironía ("varón tan de todas maneras insigne") que, desde el inicio de la carta, ha sido continua para referirse a Vieira. Lo llama "excelente orador" que sería halago sin la siguiente crítica:

"alabando [sor Juana] algunas veces sus fundamentos (...) y siempre admirándome de su sinigual ingenio, que aun sobresale más en lo segundo que en lo primero"

Cita sor Juana a Vieira como "tan gran sujeto", "pasma de los ingenios", califica metonímicamente a su pluma como "no ya canonizada aunque tan docta" (valga el contraste), le llama "Tulio moderno" en dos ocasiones, "tan grande hombre", "varón de todas maneras insigne", compara con hipérbole que "a la vista del elevado ingenio del autor los muy gigantes parecen enanos". Todos estos elogios pueden entenderse como tales en la afectada retórica de la época, pero resultan extravagantes y claramente irónicos al lado de las críticas y de expresiones más amables que se le escapan a sor Juana como "a mi parecer el autor anduvo muy cerca de este punto, pero equivoco".

Los mismos recursos retóricos utilizados por el P. Vieira en sus sermones, son esgrimidos en la "Carta": Paronomasia: "Creo cierto que si algo llevare de acierto este papel..." ("Carta", sor Juana), "Esto fue juntar en el mismo amor, el fin con lo fino: *In finem dilexit*" ("Sermón de Mandato", 1650, Vieira); exclamaciones anafóricas: "¡Oh qué trabajos! ¡Oh qué hielos! ¡Oh qué soles!" (sor Juana), "¡Oh insolencia! ¡Oh descomedimiento! ¡Oh maldad más que infernal!" (Vieira); interrogaciones seguidas de subyección: "¿qué castigo asigna a los demás por haber vendido a José? Ninguno" (sor Juana), "¿Y esto se olvida y a Rubén castigan? Sí" (sor Juana), "¿Y por qué no se sacramentó una sola vez, así como una sola vez resucitó? Porque como Cristo sentía menos la muerte que la ausencia, se contentó con remediar una muerte con una vida" (Vieira), "¿Y qué hicieron los hombres? Juntaron todos los tormentos que puede inventar la crueldad" (Vieira); apóstrofes: "Mal dije. Mi asunto es defenderme con las razones de los tres Santos Padres. (Ahora creo que acerté)" (sor Juana), "Mas entre la muerte y la ausencia (ahora acabo de entender el punto) hay esta diferencia" (Vieira), y podríamos continuar con bastantes más ejemplos de similitud en los recursos.

Utiliza también sor Juana, como no era menos de esperar de un texto en consonancia con la época, referencias de la Antigüedad clásica. Ante el tan gran ingenio de Vieira, "¿qué hará una pobre mujer? Aunque ya se vio que una quitó la clava de las manos de Alcides, siendo uno de los tres imposibles que

⁶ "Aquellos signos exteriores demostrativos, y acciones que ejercita el amante, siendo su causa motiva el amor, eso se llama fineza". ("Carta")

⁷ Alcides es el primer nombre de Hércules, que tiene hasta que, después de una locura en que mata a sus hijos, acude para pedir consejo al santuario de Delfos, donde la Pitia le coloca el nuevo nombre.

veneró la Antigüedad". Como apunta Octavio Paz, seguramente sor Juana hace una referencia al capítulo V de las "Saturnales" de Macrobio, donde, comentando a Virgilio, se citan tres imposibles sustracciones, el rayo a Júpiter, el verso a Homero, y la clava a Hércules. Sor Juana debía de ser un ratón de biblioteca y si ha leído la enciclopedia de Macrobio, es mucho más fácil que haya leído la "Heróida IX" de Ovidio, autor cuyas obras seguro gozaban de mayor difusión. En este poema, Deyanira, esposa de Hércules, ridiculiza el travestismo de éste cuando en su adúltera relación con Ónfala, reina de Lidia, Alcides⁷, vestido con ropas de mujer, deja que su amante se cubra con la piel del león de Nemea y porte su principal arma (Ovid. Herid. IX 113-120). Qué buen ejemplo para ridiculizar a Hércules, ejemplo de varón rústico. (A instancias de Anfitríon, padrastro de Hércules, Lino, hermano de Orfeo, intenta instruirle en el arte musical, y muere por un golpe de lira en la cabeza que le propina el mismo Hércules).

Otro punto de discusión, emparentado con los anteriores, es el sentido exacto de los términos utilizados. Sabemos que los significados de las palabras pueden ser diversos dependiendo del momento, lugar o situación en que se emiten. El signo lingüístico es vivo y rebelde. Nos llamaron la atención las tres razones propuestas por sor Juana en el inicio que concurren en Vieira para eludir la crítica. (Por lo que sigue no son tan poderosas). "La primera es el cordialísimo y filial cariño a su Sagrada Religión, de quien, en el afecto, no soy menos hija que dicho sujeto. La segunda, la grande afición que este admirable pasmo de los ingenios me ha siempre debido (...). La tercera, el que a su generosa nación tengo oculta simpatía". Entiende Octavio Paz que aquí, con religión, sor Juana se refiere a la Compañía de Jesús. La llama "su Sagrada Religión", no generaliza para una religión que es de ambos. Esta acepción puede estar de acuerdo con una entrada del Diccionario de Autoridades (año 1737), "Religión: Se llama también la profesión, estado o modo de vivir más estrecho y separado, con votos, reglas, constituciones pías y ordenadas ceremonias, aprobadas por la Iglesia". Declara una oculta simpatía a su nación, desconocemos por qué, si hay que entender por nación "la colección de los habitantes en alguna Provincia, País o Reino" (Diccionario de Autoridades), pues más adelante escribe sor Juana, explicando la presunción de Vieira, que "habló más su nación, que su profesión y entendimiento", y no parece existir un motivo de crítica a Portugal o Brasil. Otra cosa sería si

entendiéramos que nación se refiere a la Compañía de Jesús, no olvidemos su sólida organización jerárquica y administrativa y su poder, y que religión se refiera a la común. Así parecería la crítica que ve Octavio Paz hacia Aguiar y Seijas y la Compañía de Jesús. Pero es mucho aventurarse en la metonimia, y la hipótesis carece de fundamentos.

En fin, estas y otras muchas cuestiones se han estudiado y los resultados servirán para un futuro trabajo más detallado. Pensamos que la «Carta» puede dar mucha información acerca de una mujer que no sólo compuso poemas menores.

Y ante los mensajes solapados que hemos visto rodean la "Carta", qué pensar de los lamentos de sor Filotea: "Lástima es que un tan gran entendimiento, de tal manera se abata a las rateras noticias de la tierra, que no desee penetrar lo que pasa en el Cielo" ("Carta de sor Filotea de la Cruz". De la Cruz, 1957).

Bibliografía

- De la Cruz, sor J. I. 1951, 1952, 1955, 1957. *Obras completas*. México. Fondo de Cultura Económica. 4 vols.
- Montezuma de Carvalho, J. de. 1998. *Sor Juana Inés de la Cruz e o Padre António Vieira ou a disputa sobre as finezas de Jesus Cristo*. México. Vega
- Paz, O. 1998. *Sor Juana Inés de la Cruz o las trampas de la fe*. 3ª Edición. México. Fondo de Cultura Económica
- Ricard, R. 1951. *Antonio Vieira y sor Juana Inés de la Cruz*. Revista de Indias, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto González Fernández de Oviedo. [España] mimeo. 43-44
- Terrones del Caño, F. 1605. *Arte o instrucción, y breve tratado, que dice las partes que ha de tener el predicador evangélico*. Biblioteca Virtual Cervantes (<http://cervantesvirtual.com/>)
- Vossler, K. 1934. *Die Zente Muse von México, sor Juana Inés de la Cruz*. Munich (traducido por la Profa. Mariana Frenck y el Prof. Arqueles Vela. <http://www.dartmouth.edu/~sorjuana/Commentaries/Vossler/Vossler.html>)

Con la precaución e inseguridad que lleva el uso y cita de páginas de la internet, las indicamos como referencia donde es posible encontrar las obras citadas. Nos parecen muy confiables direcciones empleadas, como la de la Real Academia Española (www.rae.es), o la de la Biblioteca Virtual Cervantes (cervantesvirtual.com). Los textos de Ovidio y de la "Vulgata", los hemos tomado de la Biblioteca Augustana (<http://www.fb-augsburg.de/~harsch/augustana.html#la>). Asimismo, citamos la página del profesor Rubem Queiroz Cobra, con quien nos pusimos en contacto (cobra.pages.nom.br)