

REVISTA UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA



- Discurso de investidura, Rector •
- Discurso de entrega de rectorado •
- El valor de la investigación en la universidad •
- Discurso de aceptación, Honoris Causa •
- Evaluación del agua en Guatemala •
- ¿Es conveniente estudiar cálculo? •
- Sobre la depredación de la cultura •
- Interrogatorio •

REVISTA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE
GUATEMALA

Diciembre de 2001

No. 11

Contenido

2 EDITORIAL

DISCURSOS

- 3 Discurso en el acto de su investidura como Rector de la Universidad del Valle de Guatemala Roberto Moreno Godoy

- 7 Discurso de entrega de rectorado Héctor A. Centeno

- 9 El valor de la investigación en la educación universitaria Charles M. MacVean

- 14 Discurso de aceptación del Doctorado Honoris Causa Orlando Falla Lacayo

MICROBIOLOGIA

- 16 Evaluación de la calidad microbiológica del agua de las plantas de tratamiento de agua que surten a la ciudad de Guatemala Maricruz Alvarez de Mejía
María Beatriz López
Carlos Mendoza

EDUCACION

- 22 ¿Es conveniente enseñar cálculo en la escuela secundaria? Enrique Mencos Mendizábal

LETRAS

- 25 Sobre la depredación de la cultura Dieter Löhnhoff

- 26 Interrogatorio Francisco Nieves Calvo

EDITORIAL

El 2001 fue un año de acontecimientos de especial memoria para la Universidad del Valle de Guatemala: el cambio de rector, la más alta autoridad, y el otorgamiento del Doctorado Honoris Causa a un preclaro humanista.

Sobre esta base, los miembros del Consejo Editorial de la *Revista de la Universidad del Valle de Guatemala* hemos considerado oportuno publicar, en este número, los discursos de los señores rectores entrante y saliente, licenciado Roberto Moreno Godoy e ingeniero Héctor Adolfo Centeno, respectivamente, así como el discurso de aceptación del Doctorado Honoris Causa del licenciado Orlando Falla Lacayo y el texto de la lección inaugural que estuvo a cargo del doctor Charles M. MacVean.

Es lícito pensar que estos sucesos, por su innegable importancia, deben quedar registrados para luz y presencia de nuestra historia universitaria.

DISCURSO EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA*

Roberto Moreno Godoy

Estimados Señores y Señoras:

Como guatemalteco, como educador y, especialmente, como un profesional egresado con orgullo de esta Casa de Estudios, el día de hoy me presento ante ustedes con un profundo sentido de historia, humildad y respeto para aceptar el honor y la responsabilidad de constituirme en el quinto Rector de la Universidad del Valle de Guatemala y dirigirla durante los primeros años del Siglo XXI. Con gran entusiasmo y confianza asumo el compromiso de ser el primer graduado de la Universidad del Valle de Guatemala que ocupa este honroso cargo.

En una ocasión parecida a la que hoy celebramos, el 1 de marzo de 1966, hace ya más de treinta y cinco años, el Doctor Fernando Aldana Llerandi se dirigió a un pequeño grupo de fiduciarios, autoridades y profesores en el salón "9 A" del Colegio Americano de Guatemala, ubicado a escasos pasos de este auditorium, para pronunciar el Discurso de Instauración y Apertura del Ciclo, aceptando así, la responsabilidad de servir a nuestra Alma Mater como su primer Rector.

En dicha ceremonia el Doctor Carlos Federico Mora, miembro fundador del Colegio Americano y de la Universidad del Valle de Guatemala expresó lo siguiente: "...No puedo poner punto final a estas breves palabras inaugurales sin dar testimonio sincero de que para todos los que nos interesamos en esta universidad, los que ya la amamos y vislumbramos en su porvenir una brillante trayectoria, es motivo de gran satisfacción, de seguridad y garantía de éxito en la empresa que hoy se pone en marcha, la calidad de los dirigentes que tendrán a su cargo el cuidado extremo, la suma responsabilidad, pero también la misión tan enaltecedora, de guiar sus primeros pasos. Sabemos que en muy buenas manos se ha puesto su destino y en esa confianza, con esa fe, auguramos para esta Alma Mater que hoy abre sus puertas al porvenir, un magnífico futuro."

Los fundadores no podían esperar menos del porvenir de la Universidad del Valle de Guatemala. El Doctor Fernando Aldana, el Doctor Robert

MacVean y el Ingeniero Miguel Angel Canga Argüelles, autoridades universitarias desde su inicio y primeros tres Rectores, brindaron el liderazgo, la sabiduría y dirección necesarios para emprender el camino. Posteriormente, durante la última década, coincidiendo con el fin del Siglo XX, otro distinguido profesional, el Ingeniero Héctor Centeno, se sumó al esfuerzo de ellos, contribuyendo al desarrollo, consolidación y prestigio de la Universidad del Valle de Guatemala y favoreciendo una proyección hacia la comunidad sin precedentes, tanto en la Ciudad de Guatemala, como en nuestras extensiones en Santa Lucía Cotzumalguapa y Sololá.

El contar con tres de mis antecesores reunidos en este recinto, el día de hoy, es una muestra más de que hemos sido afortunados. La historia de nuestra institución se ha construido a lo largo de un continuo que ha reflejado, a través de los años, una sólida visión compartida. Hemos generado una cultura y una tradición que, enfrentando muchos desafíos, ha hecho que la Universidad del Valle crezca hasta lo que es hoy. Esta constancia de propósito ha dado vida y dinamismo a una institución comprometida con el desarrollo del país, particularmente a través de su aporte en los campos de la educación, la ciencia y la tecnología.

Durante sus primeros treinta y cinco años de existencia, nuestra universidad ha sabido honrar sus fines. Ha impulsado la docencia y la investigación, ha participado en la búsqueda de soluciones a los problemas del país, ha coadyuvado a la conservación del ambiente y de los recursos naturales, ha promovido la aplicación de la ciencia y la tecnología en numerosos procesos productivos y ha contribuido a la formación de ciudadanos cultos y conscientes de su responsabilidad social frente a los problemas de su comunidad y de su tiempo.

La historia de nuestra universidad está colmada de muestras de tesonero esfuerzo, avances,

*Auditorium del Centro de Enseñanza
Guatemala de la Asunción, 19 de junio de 2001

éxitos y contribuciones al sistema educativo y al desarrollo nacional. Sin embargo, existen muchos retos por delante. Permítanme exponerles brevemente cinco de los desafíos que considero debemos enfrentar en esta nueva etapa y que deben guiar el debate y el trabajo conjunto en nuestra comunidad universitaria.

Nuestro primer desafío se relaciona con el compromiso que hemos asumido con la sociedad guatemalteca de cumplir a cabalidad el cometido de nuestra casa de estudios: ofrecer a nuestros estudiantes una formación integral, que se traduzca en su crecimiento como seres humanos y como profesionales e investigadores de excelencia, conscientes de su entorno y de los problemas y necesidades de Guatemala y prestos a servir a su comunidad. Nuestra responsabilidad consiste en brindarles una educación superior que les permita pensar con claridad, analizar los problemas, hacer elecciones, actuar con ética y asumir sus responsabilidades. Es decir, debemos cumplir con la misión de la institución universitaria que, además de perseguir la formación de profesionales en diversos campos y promover la investigación científica y la preparación de futuros investigadores, contribuye a la transmisión de la cultura.

La labor que se espera de la educación superior en nuestra Guatemala de contrastes es inmensa. En esta Guatemala donde, a pesar del surgimiento de nuevas universidades, un porcentaje mínimo de la población llega a sus aulas; donde hasta hace muy pocos años cerca de 300,000 niños no conocían a un maestro; donde la ignorancia va mucho más lejos que el simple hecho de no saber leer y escribir; donde nuestra riqueza natural y cultural se ve amenazada por un círculo de pobreza y exclusión y en donde hemos salido de un doloroso conflicto interno para emprender, con dificultad, una ruta de reconciliación y desarrollo, es responsabilidad de todos los que nos dedicamos a la educación, no sólo tener conciencia, sino hacer lo imposible por lograr que los estudiantes se den cuenta que ellos también la tienen. Debemos rodear a la universidad con puentes, no con murallas.

Hemos desarrollado un componente de formación humanista profundo que debemos conservar y reforzar. Sólo así lograremos apoyar el desarrollo de seres humanos plenos y mantener las libertades que deben prevalecer en la universidad. Hablo de la libertad para disentir, que es el germen del que se nutre; de la libertad de soñar y de florecer en distintos campos; de la libertad de cada uno de expresar con franqueza y sin temor sus opiniones; de la libertad de cruzar fronteras reales o imaginarias para encontrar en el otro al ser humano distinto, pero complementario.

El segundo desafío guarda relación con la tarea de nuestras unidades académicas. Quiero dirigirme a nuestros profesores e investigadores y patentizarles la urgencia de trabajar unidos para encarar el reto que representa mejorar sus condiciones de trabajo. Un desafío que asumimos aunado a nuestro compromiso con la excelencia académica y con la investigación y la diseminación de sus resultados. Ello exige un mejor desempeño de todos; una mayor capacidad de innovar y una más efectiva relación entre la docencia y la investigación. El desarrollo de nuevas tecnologías ha abierto la puerta para formas de educación inimaginables hasta hace pocos años, las cuales deben ponerse de inmediato al servicio de la docencia y de la investigación y emplearse para una administración más eficiente de nuestro sistema educativo.

Examinemos juntos lo que hacemos. Evaluemos qué ha funcionado y qué no. Concretemos aquellos cambios que se traduzcan en un mejor servicio a nuestros estudiantes, a quienes nos debemos. Conscientes de que los recursos son limitados y de las necesidades globales de la institución, establezcamos conjuntamente las prioridades y luchemos para que los recursos se utilicen eficientemente y se canalicen en la dirección correcta. Todo lo que hagamos tendrá un costo de oportunidad. Es decir, al hacerlo dejaremos a un lado otras cosas que pudiéramos haber concretado. Pensemos detenidamente y escojamos aquello que se traduzca en un mayor beneficio para nuestros estudiantes.

Seguir permitiendo que los estudiantes más talentosos del país tengan acceso a una educación de calidad en nuestra institución, indistintamente de su capacidad de pago y continuar atrayendo a los mejores profesores e investigadores del país representa un gran reto. Para lograrlo, debemos realizar un examen exhaustivo de nuestro plan estratégico y de su financiamiento, buscar una diversificación de nuestros ingresos y, ante todo, hacer un uso ordenado de nuestros recursos.

Un tercer desafío se vincula a los orígenes de nuestra Institución. Es prioritario fortalecer nuestros lazos como miembros de la familia de la Fundación de la Universidad del Valle de Guatemala. El 17 de mayo de 1945, en las postrimerías de la Segunda Guerra Mundial, un grupo de ciudadanos, convencidos de la necesidad de contribuir activamente a la educación y desarrollo de Guatemala, dieron vida al Colegio Americano. Este evento, que hubiese podido quedar truncado, no distinguirse de otros similares o no florecer, presenta con fe y orgullo, cincuenta y seis años después, al Colegio Americano

y a la Universidad del Valle de Guatemala y, con mucha confianza y esperanza, extiende sus brazos hacia el interior del país, a través del Programa Educativo del Sur y de la Universidad del Valle de Guatemala del Altiplano. Nuestra evolución, nuestro crecimiento y los grandes logros realizados exigen que recordemos todos que nuestra principal virtud es que surgimos de un mismo ideal y que nuestro potencial radica, precisamente, en la posibilidad de apoyarnos, comunicarnos mejor y aunar esfuerzos. Debemos trabajar con afán y cooperar en la búsqueda de la excelencia, pues sólo así brindaremos a Guatemala lo que de nosotros se espera. Nuestras instituciones merecen que afiancemos los lazos que nos unen.

El cuarto desafío se deriva del hecho que el sistema educativo debe ser tratado como un todo y que la educación superior, indistintamente de su estructura legal, debe aumentar su contribución al mejoramiento global del mismo, particularmente a través de la formación docente, el desarrollo curricular y la investigación sobre la educación. Por ello, reitero mi compromiso de vida con la educación nacional y me sumo a la voluntad de los Señores Rectores de las demás universidades del país de promover un diálogo intersectorial que favorezca la generación de consensos, la articulación entre niveles educativos y el respaldo a una auténtica Reforma Educativa, concebida como una política de Estado.

El último desafío que abordaré se vincula a la pertinencia de la educación superior y a su vocación de servicio social. La universidad debe reforzar sus funciones en beneficio de la sociedad, proveyéndole de los profesionales que necesita, recreando su cultura y favoreciendo la generación de nuevos conocimientos. Sus actividades deben encaminarse a la solución de la problemática nacional y regional y a la promoción de un desarrollo humano sostenible mediante un planteamiento interdisciplinario. Las universidades gozan de las condiciones y credibilidad para liderar este proceso, debiendo hacerlo con apego a las normas de ética, imparcialidad y análisis crítico.

Dados los vertiginosos avances en la generación del conocimiento de este mundo cambiante y globalizado, los términos y condiciones de la existencia humana variarán radicalmente para las siguientes generaciones. La ciencia y la tecnología estarán al centro de dicho cambio, causándolo, dándole forma y respondiendo a él. Por consiguiente, serán esenciales para la educación de las generaciones presentes y futuras. Dado el liderazgo de la universidad en estos campos, nuestra contribución será de especial relevancia para el desarrollo nacional.

La Universidad del Valle de Guatemala nació como una institución no lucrativa, dedicada a estudios

superiores, ajena a toda actividad política o religiosa, para acogernos en su seno a docentes, a profesionales y estudiantes, sin discriminación por motivos de raza, estado civil, sexo, religión, nacimiento, posición económica o social u opiniones políticas. Surgió con la finalidad fundamental de contribuir al desarrollo de la enseñanza superior y a la educación profesional, así como a la investigación científica, la difusión de la cultura y al estudio y solución de los problemas del país.

La pertinencia de lo que hagamos deberá evaluarse en función de la adecuación entre lo que la sociedad espera de nosotros y lo que alcancemos a hacer. Nuestro aporte radicará en la capacidad de anticiparnos y prever las necesidades del país, imaginar la Guatemala del mañana y formar a los ciudadanos que tendrán a su cargo la responsabilidad de moldear nuestro futuro. Ello exige la capacidad de interpretar las demandas de los distintos sectores de la sociedad y saber escuchar a todos con genuino interés y con avidez de comprender sus necesidades, sus expectativas y sus posibles contribuciones.

Para responder a los desafíos presentados, debemos partir de una disposición al cambio, de querer comprendernos y de reconocer nuestras limitaciones. Esto no es siempre sencillo y, como en cualquier aspecto de nuestra vida, las personas hacemos la diferencia. En el siglo IV antes de Cristo el pensador chino Chuang Tse dijo: "¿Cómo podré hablar del mar con la rana si no ha salido de su charca? ¿Cómo podré hablar del hielo con el pájaro de estío si está retenido en su estación? ¿Cómo podré hablar con el sabio acerca de la vida si es prisionero de su doctrina?"

Les invito a meditar al respecto. Formemos parte de una causa común, rompamos esquemas y ataduras, eliminemos las barreras, hagamos a un lado los prejuicios y con fortaleza, dedicación y orgullo trabajemos juntos, estudiantes, personal docente y administrativo, fiduciarios, autoridades, investigadores y demás miembros de nuestra comunidad por una mejor universidad. Soñemos con la Guatemala del futuro y construyamos juntos su destino.

Finalizo mi intervención, reconociendo de nuevo la labor de los líderes que me han antecedido en esta responsabilidad y agradeciendo a los miembros de la Fundación, especialmente a su Presidente, el Doctor Gabriel Biguria, por la confianza que han depositado en mí y, anticipadamente, por su respaldo durante mi gestión. Quiero expresarles mi identificación con la Universidad del Valle de Guatemala y mi compromiso y vocación de servir a nuestro país y a la Institución que han moldeado. Para todos será más fácil ver el horizonte, pues partiremos del

punto de apoyo que ellos han erigido sobre sus hombros.

Aprecio mucho la presencia de colaboradores, familiares y amigos con quienes he compartido sueños y desafíos en el pasado y cuyos caminos afortunadamente seguirán cruzándose con los míos. Su aliento ha dado forma desde hace años a la esperanza y la fé que tengo en los guatemaltecos de bien.

Extiendo una mano a los miembros de nuestra comunidad para que trabajemos en equipo e invito a mi esposa y a mis hijos a que sean nuevamente mi sostén y me acompañen en la jornada que iniciamos el día de hoy.

Gracias por su asistencia.

rmoreno@uvg.edu.gt

DISCURSO DE ENTREGA DE RECTORADO*

Héctor A. Centeno

Durante más de 9 años que he tenido el privilegio y la responsabilidad de conducir a esta casa de estudios, se ha logrado su fortalecimiento y desarrollo, en cumplimiento de nuestra importante misión, que es contribuir al desarrollo científico y a la formación de Universitarios capaces, plenamente identificados con las necesidades científicas, tecnológicas, humanísticas, económicas y sociales de nuestro país. Nuestro enfoque en la ciencia, la tecnología, la educación y la proyección social, han sido y deben seguir siendo los pilares fundamentales de nuestro quehacer universitario.

La característica fundamental de este período ha sido la consolidación de la academia y la investigación y la apertura de nuestra universidad hacia el exterior, básicamente en dos grandes dimensiones; la primera, apertura hacia otras instituciones universitarias, instituciones del estado, e instituciones y grupos sociales para colaborar y comprender sus necesidades; y la otra, apertura hacia el interior del país como respuesta a la gran necesidad de que la institución universitaria esté presente en el desarrollo económico y social de nuestro país. Esta apertura se ha logrado en gran medida con nuestra extensión en la costa sur, en el área de Santa Lucía Cotzumalguapa con el Programa Educativo del Sur, la otra extensión situada en el departamento de Sololá, con la Universidad del Valle de Guatemala-Altiplano, para atender las necesidades de educación y desarrollo agrícola, económico y social de los diferentes grupos del altiplano guatemalteco.

Esta apertura de nuestra universidad nos ha dado una nueva dimensión de participación y de compromiso con la sociedad y nos ha enriquecido para cumplir, en mayor profundidad, con nuestra misión de servir a la sociedad.

Estamos conscientes que tenemos una institución sólida y con proyecciones a futuro, pero también estamos conscientes de los grandes desafíos de la humanidad a nivel global, como son el desafío de cómo tratar el creciente incremento en la población, el desafío del manejo sustentable de los recursos naturales, para que tanto nuestra generación como las

futuras puedan gozar de las maravillas que prodiga la naturaleza; así también el gran desafío que representa el avance científico, sobre todo en los asuntos que tienen que ver con la propia vida, como son las mutaciones y los cambios genéticos en los cultivos, como es el tema de la clonación, como es en general todo el avance de la biotecnología que los diferentes países, diferentes instituciones, diferentes universidades, tienen dentro de sus programas de desarrollo.

Debo mencionar también el problema que representa la gran oferta de comunicaciones e información que, en manos de la juventud actual que no necesariamente ha madurado sus destrezas para comprender y utilizar esas herramientas, puede llevarnos a aumentar la crisis de valores y la de desarrollo de destrezas intelectuales. Estos grandes desafíos plantean a la institución universitaria también sus propios retos, como son mantenerse al día con las nuevas tecnologías, cultivando los valores en el hombre, es decir generando conciencia en sus integrantes para que la apliquen en su quehacer como seres humanos y trabajar por una humanidad más humana con mayor equidad y mayor justicia.

La universidad como institución, fue creada por el hombre para satisfacer sus necesidades de preservar e incrementar la cultura, la educación, la investigación y el servicio a la sociedad; y, en estos momentos ante los procesos del cambio tecnológico, la globalización y expansión de mercados está en una situación en la que debe redefinir algunas de sus funciones y debe adaptarse a estos cambios que se están dando en la perspectiva del siglo XXI. A la universidad se le presenta el reto de prepararse para cumplir su misión en un mundo cambiante y responder a las necesidades y exigencias de esta nueva sociedad globalizada, en este nuevo milenio, que como sabemos será una sociedad del conocimiento y de la información y ojalá que también sea una sociedad de la educación y de la convivencia social pacífica.

*Auditorium del Centro de Enseñanza
Guatemala de la Asunción, 19 de junio de 2001

Quisiera una vez más recordar dos hechos que considero importantes y que fueron planteados durante la conferencia mundial de educación superior llevada a cabo en París en Octubre de 1998 y en cuyos documentos "Hacia un Programa XXI para la Educación Superior", se indica lo siguiente: **En primer lugar** "La Educación es de por sí una función vital de la sociedad, así como un sector esencial de ella y una condición de su existencia".

Sin educación no hay sociedad. Desempeña a un tiempo funciones culturales, sociales, económicas, cívicas y éticas. Interesa a toda la sociedad y a sus distintos sectores y todos ellos la necesitan. Garantiza la continuidad de la sociedad y transmite el saber teórico y práctico, así como las normas elaboradas y la experiencia acumulada por la comunidad a lo largo de toda su historia.

Crea las capacidades que permiten a la sociedad proseguir su camino de progresar innovar y cambiar. **En segundo lugar** quisiera resaltar también los grandes peligros que existen dentro de este proceso de aumento de la globalización en un mundo cada vez más preocupado por las cosas materiales y por la producción y el consumo. En el mismo documento que mencionaba anteriormente sobre este tema, se indica:

"Las contradicciones y paradojas de la educación superior no son las menos importantes en nuestra época contemporánea. El auge de la educación en su conjunto y el de la enseñanza superior en particular nunca fue tan necesario como ahora para el funcionamiento normal de la sociedad y para su desarrollo y bienestar económico, social, cultural y moral. Ahora bien, la sociedad parece vacilar a la hora de proporcionar a la educación y a la enseñanza superior los recursos que les permitan cumplir su misión al servicio de la sociedad. Si esta contradicción no se supera, en el siglo XXI sus repercusiones negativas afectarán gravemente los distintos ámbitos y aspectos de la vida social".

Sin lugar a dudas el futuro de la humanidad va a depender de lo que las sociedades hagan en su apoyo a la educación e instituciones de enseñanza superior para que en los próximos decenios formen ciudadanos, personas y profesionales que mantengan los valores culturales, que se prodiguen para el desarrollo de la sociedad y que se hagan las investigaciones necesarias para permitir las innovaciones indispensables en un mundo en proceso de cambio.

Nuestra Universidad, la Universidad del Valle de Guatemala, además de atender su crecimiento, la docencia, la investigación y la

proyección social, se ha venido preparando en estos años construyendo la plataforma de su futuro, y en el Plan Estratégico aprobado para los años 1999-2004 se encuentran las directrices plenamente identificadas, la filosofía y las acciones que hay que tomar para mantener nuestra casa de estudios en la senda del desarrollo y utilizar los medios de comunicación para el empleo de las nuevas didácticas que nos permitan el ingreso al mundo de la educación virtual, la educación continua y los cursos de posgrado compartidos, así también mantener un crecimiento estudiantil con calidad en la docencia y en la investigación y lograr la acreditación de nuestras carreras profesionales y nuestra universidad para poder participar en el mercado global del conocimiento, y en el mercado global del trabajo profesional y de la investigación.

Quiero dejar constancia en este importante acto que el crecimiento y el desarrollo de nuestra institución no hubiera sido posible sin el concurso y el trabajo académico y profesional de los señores decanos, directores de departamento, investigadores, profesores y personal administrativo; así también nuestro crecimiento hacia el interior tanto en el Programa Educativo del Sur como en la Universidad del Valle de Guatemala en el Altiplano sólo ha sido posible gracias a la decidida participación y apoyo de la Fundación de la Universidad del Valle de Guatemala, y de los señores fiduciarios; para todos mi eterno agradecimiento, y estoy seguro que también el agradecimiento de nuestra sociedad y de todos los habitantes de esas regiones que actualmente reciben los conocimientos y su formación por medio de nuestros programas educativos y programas universitarios.

Para finalizar, deseo manifestar al Licenciado Roberto Moreno Godoy, quien asume el rectorado de nuestra universidad el día de hoy, mis felicitaciones y profundos deseos del mayor de los éxitos en su gestión y como lo he manifestado en otras oportunidades, mi compromiso de seguir colaborando con esta maravillosa institución que es la Universidad del Valle de Guatemala.

También deseo manifestar mi eterno agradecimiento a todas aquellas instituciones, a los Señores Embajadores y personas que han colaborado con nuestro trabajo y, en especial, a los estudiantes por su trabajo académico y participación responsable, así mismo y con gran respeto y cariño, a mi esposa Marta, mis hijos y sus familias por haberme dado su apoyo y su tiempo para cumplir con mis responsabilidades y mis sueños.

EL VALOR DE LA INVESTIGACIÓN EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA*

Charles MacVean
Laboratorio de Entomología Aplicada, Instituto de Investigaciones

Buenas tardes a todos. Quisiera agradecer a las autoridades de la Universidad la invitación para impartir esta charla inaugural. Es realmente un honor poder dirigirme a todos ustedes miembros de nuestra comunidad académica, y ser parte de un reconocimiento para un miembro querido de esta comunidad como lo es el Profesor Orlando Falla.

Seré muy pragmático y puntual con mis comentarios de hoy, que giran en torno al tema de lo que la investigación puede contribuir al desarrollo intelectual de ustedes los estudiantes. Escogí este tema porque tradicionalmente en muchas universidades no se incluye la investigación como un componente educativo en la formación universitaria, sobre todo a nivel de Licenciatura o B.S., cuando en realidad puede y, creo yo, debe de ser un ingrediente clave en su educación. En esta universidad hay oportunidades que ustedes deben conocer y aprovechar para enriquecer su carrera universitaria desde los primeros años.

Partiré de unas afirmaciones que se incluyen en la Misión del Instituto de Investigaciones de esta Universidad. Creo que ustedes ya recibieron cierta información sobre la existencia de un Instituto de Investigaciones acá, como parte de la bienvenida a los estudiantes de primer año. Tal vez recuerdan que es la unidad que coordina y fomenta la investigación en nuestra universidad. Entre los objetivos del Instituto, el documento de la Misión dice así: "Se busca resaltar el papel que la investigación universitaria puede jugar como herramienta y recurso docente, formando profesionales más versátiles, más dispuestos y aptos a trabajar en equipos, y más innovadores que antes." Luego se explica en qué está basado este objetivo, y la Misión dice así: "Aunque la mayor parte de la actividad del Instituto está dedicada a generar conocimiento científico y tecnológico, la participación directa de estudiantes en esta actividad es un proceso formador de destrezas y actitudes que produce no sólo conocimiento, sino nuevos profesionales con la capacidad de adquirir, interpretar, aplicar y analizar información nueva, es decir personas con pensamiento científico."

Entonces, con esta base, deseo ilustrar concretamente algunas de estas funciones de la investigación, las funciones educativas de la investigación, utilizando ejemplos específicos de trabajos realizados por estudiantes en el Instituto de Investigaciones. Les ilustraré tres componentes del desarrollo académico de un estudiante, que considero claves para alcanzar cierta madurez intelectual y profesional, y que se logran con la ayuda de la investigación. Plantearé los tres componentes como premisas, para luego desarrollar los argumentos que las sustentan por medio de los ejemplos.

1. La primera premisa es que para llegar a ser un profesional exitoso, es esencial que el estudiante sea y tome conciencia de su identidad como miembro activo de una comunidad de personas que generan información nueva;

2. La segunda premisa señala que la respuesta esperada o deseada no siempre es la respuesta correcta, y no encontrar la respuesta deseada no significa un fracaso;

3. Y la tercera plantea que es necesario aprender a cuestionar lo establecido, las verdades establecidas, utilizando evidencia y argumentos objetivos.

Para ilustrar estos conceptos, utilizaré los casos que mejor conozco y que mejor puedo compartir con ustedes, que son los de mis propios estudiantes trabajando en proyectos dentro de mi área profesional, es decir la entomología y la ecología agrícola. Pero, quiero dejar claro que éstos son sólo algunos ejemplos, y que existen muchos otros proyectos con otra temática en los que trabajan estudiantes aquí en la Universidad del Valle.

La primera premisa tiene relación con un riesgo que creo existe en la docencia tradicional, el de establecer una relación estática entre el estudiante y la letra muerta del material que estudia en los textos, revistas y demás material didáctico. Por muy necesario que sea aprender, e incluso memorizar,

*Lección Inaugural, Auditorium del Centro de Enseñanza, 29 de enero de 2001

mucho material básico de los textos, existe el riesgo que el estudiante adopte un papel y actitud de receptor únicamente, y que no descubra su capacidad de generar y transmitir pensamiento propio. Esto crea una actitud pasiva de espectador, de alguien que se limita a contemplar y a repetir lo que los expertos generan. Creo que todos estaríamos de acuerdo en que éste es un resultado incompleto, y el reto que tenemos es despertar la curiosidad y la confianza del individuo por generar información nueva, del mismo calibre que la información que contienen los textos que estudia. Lo que deseamos es formar individuos que sean actores a la vez que buenos espectadores, y esto requiere de experiencias personales que le demuestren al estudiante que es capaz de ser generador de conocimiento. Entre las diferentes estrategias que existen para este fin, el trabajo del estudiante que hace investigación como miembro de un equipo profesional es una de las más ricas que existen en nuestro campus.

Voy a usar unas diapositivas y les ruego que se transporten por un rato a contemplar asuntos que tal vez les parezcan un poco esotéricos o raros en el mundo de los insectos y las plantas. El propósito de estas figuras y gráficas no es que ustedes comprendan todos los detalles biológicos o agrícolas que se estudian en estos casos, sino que lleguemos a una conclusión general de cómo estos proyectos han ayudado a formar destrezas y confianza en el estudiante.

Como les decía, estos son ejemplos tomados de proyectos de investigación en que estudiantes han participado como miembros activos de un equipo de investigación. El primero tiene que ver con los insectos llamados *nijj* (idioma A'Ch'i) en Guatemala (insectos escama, Figura 1), que de acuerdo a tradiciones Mayas son recolectados en el área de



Figura 1. Insectos "nijj" (*Llaveia arin*) con dimorfismo sexual marcado: la hembra es globosa, sin alas, recubierta de una cera blanca polvorienta, el macho con apariencia de una mosquita anaranjada y negro, con alas. La hembra mide aprox. 25 mm de largo.



Figura 2. Extracto crudo de la grasa corporal de las hembras nijj. El proceso tradicional, de origen precolombino, consiste en batir y separar la grasa que luego purificada se utiliza como laca decorativa.



Figura 3. Chinchines y alcancias de Rabinal, Baja Verapaz, elaboradas con frutos de morro laqueados con grasa nijj y hollín (pigmento negro).

Rabinal, Baja Verapaz, y procesados para obtener de su cuerpo una grasa corporal—la grasa que ustedes ven aquí, extraída de miles de estos insectos (Figura 2). Después de ser separada de las otras sustancias y estructuras de los insectos, esta grasa purificada es utilizada como una laca tradicional. Ustedes la conocen pero no sabían que provenía de estos insectos. La conocen en las jicaras, chinchines y guacales que se venden en el país sobre todo para Navidad (Figura 3). El acabado lustroso es producto de la grasa de los insectos.

En una etapa temprana del estudio de estos insectos, una de mis estudiantes (González, 1994) se dedicó a la tarea de establecer una relación entre el tamaño de las hembras y su capacidad reproductiva. Esto fue necesario para desarrollar fórmulas y conocimiento para sustentar una crianza intensificada de estos insectos para el desarrollo de una industria artesanal. Parte del fundamento para una crianza mejorada es comprender el nivel de reproducción, o sea la capacidad reproductiva que tienen las hembras.

Y en entomología es un concepto muy bien establecido que para muchos insectos el peso corporal de las hembras guarda una estrecha relación con su fecundidad. Dicho de otra manera, las hembras más "gorditas" ponen más huevos. Sin embargo, para insectos nijj nunca se había determinado ni especificado esta relación y por eso era valioso incorporarlo a un trabajo de tesis. La estudiante, a pesar de conocer la literatura, y a pesar de saber que esta relación existía, realmente dudaba mucho si en su investigación iba a encontrar algo que valiera la pena.

Lo que ella encontró se resume acá (Figura 4); después de un largo trabajo de pesar muchas hembras y determinar cuántos huevos ponían, a lo largo de varios meses de contar individualmente todos esos huevecillos, ella entró un día al laboratorio con su resultado graficado, muy ilusionada y muy sorprendida de haber encontrado una excelente relación entre el peso de la hembra y su fecundidad. Lo que creo que esto significa para ustedes, estudiantes, y para quienes los asesoramos, es que aunque algo ya se conozca en términos generales en la ciencia, en la literatura y en los textos, el descubrir una instancia nueva por cuenta propia es una experiencia de mucho valor personal. Creo que en las etapas tempranas de formación, lo importante es darle al estudiante oportunidades de hacer descubrimientos novedosos pero relativamente fáciles, a fin de contagiar una sensación de éxito. Para esta estudiante, descubrir la relación peso-fecundidad fue sensacional y le creó muchísima confianza en sí misma porque podía aportar datos tan buenos como cualesquiera que aparecieran en publicaciones

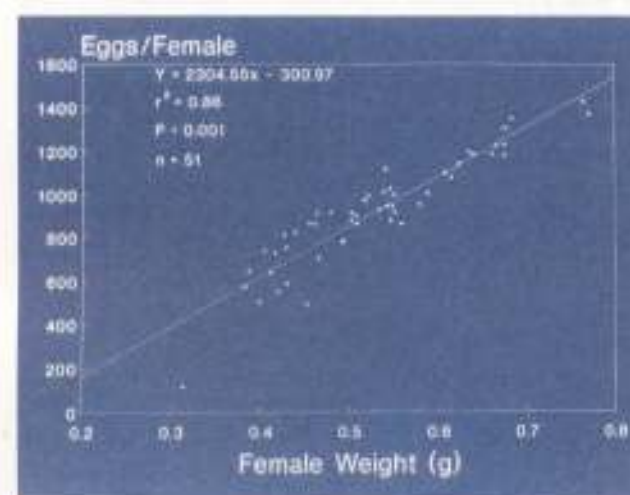


Figura 4. Relación entre el número de huevecillos producidos por hembras nijj y su peso corporal; fue demostrada por primera vez para insectos nijj en el trabajo de tesis de una estudiante en el Instituto de Investigaciones de la UVG.

profesionales. Resumido de otra manera, les diría que en la búsqueda del éxito profesional no hay nada más motivante que experimentar un poco de éxito en el camino.

La segunda premisa es que la respuesta deseada o la respuesta esperada no siempre es la correcta. No descubrir lo esperado no significa un fracaso o un error. Esto lo presento aquí porque demasiadas veces el estudiante cree que la única opción válida para responder a una pregunta es confirmar lo que ya le han dicho, lo que se espera, y si no confirma la respuesta esperada, está fracasando. Claro está que hay información establecida y validada, una herencia de hechos confirmados, que debemos aprender tal y como es. Pero, a la vez, hay momentos en que tropezar con algo que no encaja con lo esperado es muy valioso. De lo contrario, el conocimiento tendría grandes limitaciones para incrementarse. Aquí les presento un ejemplo que tiene que ver con el cultivo del café y con el trabajo de un estudiante para evaluar métodos de control para una plaga del cultivo. Existen unos pequeños invertebrados, los nemátodos (Figura 5), que atacan las raíces de la planta y que pueden dañar el crecimiento y la productividad del cultivo. Este estudiante (Herrera, 1993) dedicó su tesis a estudiar unas plantas con efectos nematocidas, conocidas como "flor de muerto" (Figura 6), para determinar su efecto sobre las poblaciones de los nemátodos de café. Está muy bien establecido en la literatura que estas plantas liberan de sus raíces sustancias nematocidas que matan o impiden la reproducción de nemátodos en el suelo. Pero en la caficultura de Guatemala no se había contemplado la posibilidad de usar la flor de muerto como método de control de nemátodos. Ahora, aquí el resultado esperado, a todas luces, era que se encontrara alguna mortandad de nemátodos. El estudiante decía: "¿Por qué voy a hacer esto si ya se sabe?" Pero luego de sembrar la flor de muerto alrededor de cafetos, con

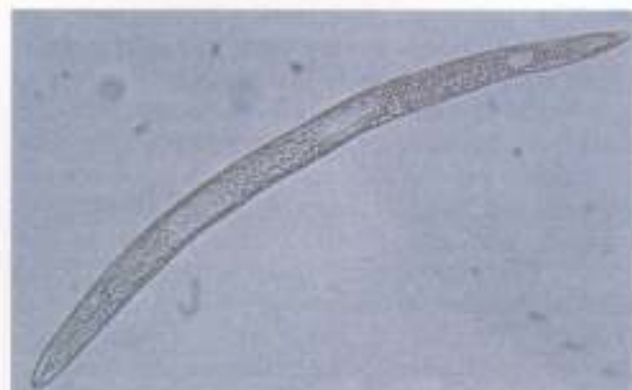


Figura 5. Vista microscópica de un nemátodo fitoparásito, *Pratylenchus affinis*; los estiletes bucales (extremo inferior, izquierdo) le permiten penetrar las raíces del café.



Figura 6. Flor de muerto (*Tagetes lucida*, flores anaranjadas) alrededor de plantas de café. Las raíces de la flor de muerto exudan sustancias que son nocivas para los nemátodos fitoparásitos, efecto que fue comprobado por un trabajo de tesis.

un historial de ataques de nemátodos de varios años, el resultado no fue ese, y más bien no hubo ningún efecto de la flor de muerto sobre las poblaciones de nemátodos. Esto condujo a reflexionar acerca de por qué no se había cumplido lo esperado, y lo que el estudiante hizo fue experimentar un poco más y probar la siembra de la flor de muerto con plantas jóvenes de café, a diferencia de las más antiguas y establecidas del primer experimento. Aquí el efecto de la flor de muerto fue significativo y causó una reducción medible en los nemátodos que atacaban las raíces jóvenes de café. Este resultado demostró para el estudiante y para todos los miembros del proyecto que los efectos "esperados" se cumplían sólo en las etapas tempranas del desarrollo de los cafetos y de establecimiento de las poblaciones de nemátodos. Entonces, el resultado negativo de la primera fase, lejos de ser un fracaso, fue sumamente importante porque condujo a una mejor comprensión del fenómeno que se estaba estudiando y a mejores recomendaciones de cómo manejar la flor de muerto para control de nemátodos; al no tener el resultado esperado con cafetos establecidos, se pudo especificar la efectividad de la flor de muerto para cafetos jóvenes y evitar una recomendación errada e inefectiva para plantaciones más antiguas.

El último ejemplo también tiene que ver con café y es para ilustrar la tercera premisa, la cual plantea que en la formación intelectual de un universitario es muy importante desarrollar la destreza de cuestionar las verdades establecidas. En este ejemplo, se trata del estudio de un decaimiento letal en plantas de café (Figura 7); las plantas enfermas presentan



Figura 7. Síntomas del "Mal de Vías" en cafetos: amarillamiento y pérdida de follaje, culminando en la muerte de la planta. El trabajo de una estudiante demostró que las plantas enfermas tienen mayores niveles de reservas energéticas pero aparentemente no las pueden utilizar.

decoloración y pérdida de su follaje, dejan de crecer y de producir grano y eventualmente se mueren. Este fenómeno, que en Guatemala se ha conocido como "Mal de Vías" es muy parecido a un síndrome que se detectó en Kenya, Africa, a principios del siglo pasado. En ese entonces, un investigador británico en Africa propuso la explicación de que las plantas de café se defolaban y morían por un agotamiento de reservas energéticas, es decir, porque estaban consumiendo todos sus azúcares disponibles y quedándose energéticamente exhaustas. Este investigador hizo unos ensayos burdos que tendían a concordar con su hipótesis, y aunque nunca se sometió a una evaluación rigurosa y cuantitativa, esta explicación se adoptó como correcta, y por lo menos no fue cuestionada por más de 50 años. El síndrome se llegó a llamar "decaimiento por agotamiento de carbohidratos y sobreproducción" ya que muchas de las plantas que padecían el problema eran en un inicio plantas muy productivas. Aparentemente, morían por una sobreproducción de grano más allá de su capacidad energética.

Ante este panorama, acordamos con la estudiante de tesis (Tay de Pérez, 1993) someter a pruebas rigurosas la hipótesis de sobreproducción. El trabajo consistió en medir los niveles de distintos carbohidratos que la planta utiliza como fuentes de energía, que en el café son el almidón y los azúcares libres, ambos derivados de la glucosa que se produce por fotosíntesis en las hojas de la planta. Al comparar plantas sanas contra enfermas y medir los carbohidratos en todos los tejidos de la planta, lo que la estudiante descubrió fue completamente lo



Figura 8. Niveles de carbohidratos no estructurales (almidón, azúcares libres) en plantas sanas vs. enfermas con Mal de Vías. La diferencia entre plantas sanas y enfermas es pequeña pero estadísticamente significativa.

contrario de lo establecido en la hipótesis de agotamiento. Las plantaciones de café con plantas enfermas mostraban consistentemente niveles más altos de azúcares y almidones que las sanas (Figura 8). La estudiante dudaba si había hecho correctamente los análisis, pero luego de revisar y rehacer los análisis el patrón se mantenía. Esto la llevó a concluir que la hipótesis de agotamiento de carbohidratos simplemente no era la correcta para el síndrome de Mal de Vías en Guatemala y que de hecho se observaba una condición inversa en los niveles de azúcares. Hasta donde hemos podido determinar, las plantas enfermas, en vez de estar agotadas de carbohidratos, no los pueden utilizar efectivamente y por eso mantienen niveles más altos. Esto se debe a otros factores que impiden el metabolismo normal de las plantas, como el exceso de sol sobre el follaje y poca absorción de agua en las raíces.

Entonces, volviendo al valor educativo del trabajo, el haber hecho un ejercicio riguroso para evaluar la explicación establecida no sólo condujo a un conocimiento mejor del problema sino le demostró al estudiante que su trabajo y resultados eran tan buenos como para sustituir la explicación establecida. Es decir, el estudiante se convirtió en un actor legítimo (no sólo espectador) dentro del proceso de revisión y corrección del conocimiento objetivo, lo cual es la esencia del quehacer científico. Y de hecho, aunque no lo voy a elaborar mucho, lo que deseo transmitir es que si lo hacen de una manera rigurosa y responsable, es bueno cuestionar la autoridad en muchos aspectos de su vida: cuestionar lo que ustedes leen, lo que ustedes escuchan en círculos sociales y en sus propias clases. Cuestionar la autoridad es un rasgo de un profesional universitario, mientras lo hagan con

argumentos fehacientes, ética y responsabilidad.

Estos ejemplos muestran lo que pueden lograr los estudiantes que participan como miembros de un equipo de investigadores para realizar trabajos de tesis. Esta sólo es una modalidad de aprendizaje, ya que existen muchas otras. Por ejemplo, todos los estudiantes de primer año cursan Biología I, y un requisito de este curso es realizar un proyecto original de investigación, y luego exhibirlo en la Bioferia. Traten de aprovechar esa experiencia y no verla sólo como un requisito a cumplir, un paso más que dar para satisfacer su plan de estudios, sino ver la oportunidad que esto representa para ustedes para someter a prueba hipótesis novedosas, generar y analizar conocimiento nuevo.

Aparte de la investigación científica, también quiero reconocer brevemente que existen muchos otros mecanismos que fortalecen la docencia tradicional — por ejemplo, en las humanidades, la creación literaria, o la composición musical. Otro mecanismo que ustedes tienen disponible para participar activamente en la comunidad académica es la Revista de la Universidad del Valle de Guatemala. Esta revista tiene como uno de sus objetivos publicar trabajos de estudiantes, como pueden apreciar en el número 9 (febrero, 2000) que contiene trabajos de varios estudiantes de biología.

En conclusión, lo importante es crear y aprovechar oportunidades para trascender la docencia estática y pasiva, sobre todo en esta universidad que ofrece un ambiente rico en actividades de investigación original. Nosotros los profesores y asesores debemos buscar más vínculos entre los programas de estudio y los proyectos de investigación para incorporar aún más a los estudiantes. Y a ustedes los estudiantes les dejo la inquietud de no conformarse con una educación pasiva, sino de aprovechar las instancias que tienen para crecer en su desarrollo intelectual y personal para volverse auténticos generadores de conocimientos nuevos.

LITERATURA CITADA

- González, M. E. 1994. Tabla de vida del nij (*Llaveia* sp.) Homoptera: Margarodidae. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad del Valle de Guatemala. 161 pp.
- Herrera, F. 1993. Control del nematodo *Pratylenchus coffeae* Filipjev 1936, de la raíz del cafeto mediante el cultivo acompañado de pericón (*Taraxacum officinale* Cav.) y de flor de muerto (*Taraxacum officinale* L.). Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad del Valle de Guatemala. 86 pp.
- Tay de Pérez, K. 1993. Cuantificación de carbohidratos no estructurales y su relación con el "Mal de Vías" del café (*Coffea arabica* L.). Tesis de Licenciatura en Bioquímica, Universidad del Valle de Guatemala. 206 pp.

DISCURSO DE ACEPTACION DEL DOCTORADO HONORIS CAUSA

Orlando Falla Lacayo*

Más de cincuenta años de docencia en el Colegio Americano y en la Universidad del Valle culminan en el alto honor de otorgarme este doctorado honoris causa. Esto es para mí algo que supera mis expectativas.

Recientemente la Universidad del Valle, a propuesta del Departamento de Letras y de la Facultad de Educación, me otorgó un reconocimiento por los años de docencia en dichas unidades académicas. Yo consideraba que con ese diploma y, sobre todo, con las muestras de cariño y estima de mis alumnos, de mis colegas y de las autoridades, iba a culminar mi carrera docente. No esperaba que se me confiriera el grado de Doctor Honoris Causa. Agradezco profundamente al Consejo Directivo esta notable distinción.

Considero que una forma de expresar mi gratitud es invitarlos a reflexionar juntos acerca del concepto de Universidad. Esa Universidad que podemos desear para el siglo que ahora comienza. Aunque parezca extraño a algunos, invitar a la reflexión es mi mejor forma de dar las gracias.

Y para principiar, me permitiré expresar una utopía: "La universidad auténtica debe ser humanista". Utopía, palabra hechiza de Tomás Moro, gran humanista y amigo de Erasmo, es el nombre que llevó su obra maestra. De formación extraña al griego significa "ningún lugar". En el lenguaje corriente pasó a expresar lo irrealizable y fantástico, pero que entraña una ilusión. Ese es el sentido que quiero darle: Utopía como la ilusión y el desafío de lograr algo que parece muy difícil, pero que si se quiere, es realizable. Permítanme entonces proponer la utopía de lograr una universidad auténtica, una universidad humanista.

¿Qué es una universidad auténtica? Yo la entiendo como la institución que conserva todo el saber acumulado por la humanidad, lo acrecienta, lo investiga, lo incorpora al ya obtenido, lo divulga por la docencia y la difusión, lo aprovecha y lo pone a disposición del hombre, para su perfección. El ser humano sería así sujeto y objeto de la vida

universitaria. Sujeto porque es él quien se educa y objeto porque en el proceso deberá conocerse a sí mismo y desarrollarse plenamente.

El camino que recorrió la universidad para llegar a su realidad actual se puede resumir en unas cuantas palabras. Nace en la Edad Media como una organización gremial de estudiantes o maestros que se dedican sólo a estudios filosóficos al servicio de la teología (con lo que terminan alejándose del ser humano). En el Renacimiento, la visión cambia y los universitarios se interesan por revivir el estudio de los clásicos, pero se quedan en la forma y no llegan al hombre. Aparece la época racionalista y entonces se empieza a mirar hacia la ciencia, la que se alcanza definitivamente, al adoptar una inspiración positivista. Al tomar este enfoque, las diferentes facultades se preocupan exclusivamente de la formación de especialistas. Las disciplinas se independizan unas de otras y con ello las facultades establecen sus propios feudos. Los entes rectores pasan a ser únicamente aparatos administrativos. La universidad se convierte así en una federación de facultades que dedica sus esfuerzos casi exclusivamente a la ciencia y la tecnología.

Si en sus inicios la universidad estaba supeditada a la iglesia (las escuelas medievales funcionaban a la sombra de instituciones eclesíásticas) y dedicaba todos sus estudios al servicio de la teología, en el Renacimiento, la universidad pasa a estar bajo el dominio de los señores feudales y sus intereses. En el siglo XIX se convierte en la educadora de la burguesía.

¿Qué pasó entonces con las humanidades? Desde el siglo XIX se dividen los estudios (inclusive en la educación media). Las carreras cuya base son la matemática y la física son llamadas científicas y a su

* El Lic. Lacayo nació en Camoapa, Nicaragua. Latinista y helenista, empezó sus estudios clásicos en Estados Unidos. A éstos agregó dos de filosofía y letras en Burgos y volvió a Nicaragua. Dos años después vino a Guatemala y a la docencia donde encontró su vocación o descubrió su destino. En 1943 empezó sus 58 años de docencia, sirviendo en todos los niveles educativos.

materia de estudio se le llama ciencia. Y aquellas cuya base es el latín y el griego, son llamadas humanísticas y a su materia de estudio se le llama humanidades. El limitar los estudios clásicos sólo al conocimiento formal de las lenguas hizo que perdieran interés y sentido. Con ello poco a poco fueron desechándose. Este esquema aún lo conservan algunas universidades de Europa y Estados Unidos. Actualmente, pues, lo que hay son universidades científicas con carreras de humanidades.

Mi propuesta no es revalorizar los estudios clásicos, adjuntándolos a los de ciencia y tecnología. Lo que propongo es reflexionar acerca de la necesidad de una concepción orgánica de la universidad. Una institución constituida por estudios incluyentes, no excluyentes, cuyo modelo y preocupación fundamental sea el ser humano.

Como ya mencioné, la universidad en la actualidad es un conjunto de facultades con distintas ambiciones, distinta concepción del saber y, muchas veces, distintos intereses políticos. Lo único que les da cohesión son las estructuras administrativas. El desafío que planteo es recrear la universidad: darle una estructura orgánica integral que le proporcione unidad, convertirla en una totalidad formada por elementos solidarios. En esta concepción no hay facultades independientes unas de otras. Todas tienen una función propia dentro de la estructura, con el fin de lograr el objetivo de la institución. Y ese objetivo debería ser el perfeccionamiento del ser humano ya que en él está resumido el universo.

He mencionado mucho al ser humano. Quiero ahora hablar un poco de lo que pienso que es el hombre, pues lo más cercano a nosotros resulta a veces lo más difícil de discernir. A la pregunta de ¿qué es el hombre? se dan muchas respuestas. Se habla del "Homo faber" (el artesano); del "Homo oeconomicus" (el creador, distribuidor y consumidor de la riqueza); del "Homo aestheticus" (el que disfruta de la belleza y crea objetos bellos); del "Homo sapiens" (el que es capaz de pensar); este último considerado lo más cercano al humano auténtico, al que reconocemos en nosotros mismos y en los demás; pero yo propongo al "Homo totus" al hombre definido por todo lo que lo constituye: cuerpo y alma, formando una sola persona.

¿Quién es el ser humano? Tratemos de pensar en lo que es común a todos los humanos y lo que nos hace diferentes de los animales. Empecemos por lo evidente. El ser humano es persona, no máquina. Estructura orgánica, no mecánica. Conjunción de lo instintivo con lo racional. Materia y espíritu. Es un ser libre (entendida la libertad como el poder elegir entre una acción y su negación y entre varias opciones, libertad que nadie puede dar o quitar, sólo permitir o impedir su ejercicio).

El "Homo totus" es entonces aquel ser caracterizado por la inteligencia (capacidad de crear conceptos, formar juicios y razonar), la emoción (capacidad de responder a lo sensible de una manera afectiva), la voluntad (capacidad de actuar en libertad conforme a normas de conducta) y sobre todo capaz de amar.

¿Que tipo de universidad será necesaria para educar a este "Homo totus"? La universidad humanista de la que ya hemos hablado. Esa institución para quien la medida de todas las cosas es el ser humano, como dijo Protágoras. Consciente de que lo estudiado es por el hombre y para beneficio del hombre. Que de forma integral e incluyente logre el avance de la ciencia y de la tecnología, colabore en el desarrollo del país y a la vez posibilite al humano ser el beneficiario de dicho desarrollo. El lugar donde cultive la sabiduría, aprenda a usar la libertad, disfrute la belleza y cree objetos bellos, y se preocupe de la salud de su cuerpo y de su entorno.

Sea esta propuesta mi manera de agradecer a la Universidad del Valle, el reconocimiento de la realización del ideal humanista que me ha guiado a través de mi labor docente durante más de cincuenta años en la educación media y superior.

Permítaseme para terminar una anécdota: un representante del poder más grande de la tierra, en su tiempo, el imperio romano, presenta a la multitud a un hombre y le dice: "miren, el hombre". Más allá de la ciencia y la filosofía, está la vivencia de la fe; la disyuntiva es ¿creer o no creer? Yo... Creo. Y... ¡Gloria a Dios!

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLOGICA DEL AGUA DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA QUE SURTEN LA CIUDAD DE GUATEMALA

Maricruz Álvarez de Mejía, María Beatriz López y Carlos Enrique Mendoza
Unidad de Entrenamiento e Investigación en Entomología Médica MERTU/G-CDC-UVG, Laboratorio de Análisis Bacteriológico de Agua

INTRODUCCION

Alrededor del 75% de la población mundial vive en países en vías de desarrollo, donde los recursos hídricos y las fuentes de agua accesibles son cada vez más escasos y altamente contaminados (Chaudhuri y Sattar, 1990). De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud el consumo de agua *per cápita* en las áreas rurales oscila entre 35 a 90 litros por día, mientras que en las áreas urbanas el consumo puede ser mayor de los 150 litros diarios (Banks, 1988).

Se calcula que 40% de los hogares de los países de América Latina y el Caribe reciben en la actualidad agua que se desinfecta de manera inadecuada o no se desinfecta en absoluto, lo que da lugar al consumo de agua microbiológicamente insegura (Geldreich y Craun, 1996). Se define como agua segura aquella que se encuentra libre de sustancias químicas dañinas y microorganismos en concentraciones que puedan causar enfermedad de cualquier forma (Briscoe, 1987).

El consumir esta agua no segura es la causa de la alta tasa de enfermedades de origen entérico en estas regiones. Aún el agua del área urbana que se supone tiene acceso a las facilidades para tratamiento, no siempre está libre de contaminación, ya sea por un tratamiento inadecuado o por contaminación en el transcurso de su distribución (Chaudhuri y Sattar, 1990).

En Guatemala, desde la fundación de la ciudad capital a finales del siglo XVIII hasta los años treinta del siglo XX, la distribución de agua se efectuó por medio de un sistema primario a presión. Este sistema estaba constituido por tuberías de barro cocido y un sistema secundario sin presión, formado por una serie de canalizaciones, también tuberías de barro cocido o ladrillos del mismo material que conducían agua a cada usuario (EMPAGUA, 2000).

Los dos principales acueductos de la época transportaban el agua de Mixco y Pinula hasta un sistema primario de distribución que alimentaba una serie de cajas elevadas llamadas "alcantarillas" colocadas en ciertas esquinas de las calles. Estas

alcantarillas daban origen al sistema secundario de distribución y se usaban además para regular el caudal servido a cada usuario, utilizando un tallo de paja para medir el orificio por el cual salía el agua.

De esta forma se constituyó el derecho "regulado" conocido como "paja de agua", para el uso público del agua, la cual se suministraba sin presión y no tratada. Y es hasta 1930 que se inicia el servicio de agua potable a presión, por medio de dos redes independientes.

Puesto que el valle de la Ciudad de Guatemala está dividido para su administración política en varias municipalidades, existen varias entidades autónomas que prestan este servicio. La principal entidad que suministra agua a la ciudad es la Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA), que cubre la demanda de agua en prácticamente la totalidad del municipio y algunas áreas aledañas.

EMPAGUA tiene a su cargo seis plantas de tratamiento de agua, que son abastecidas cada una por diferentes fuentes: de agua superficiales y subterráneas; y ríos vecinos de la capital. Estas plantas de tratamiento surten de agua a una población de aproximadamente 1.5 millones de habitantes y las mismas tienen un control regular basado en exámenes bacteriológicos y físico-químicos básicos.

La calidad del agua que se toma y si ésta es segura para su consumo ha sido un tema olvidado en Guatemala. Las entidades responsables del abastecimiento de agua se limitan a realizar el tratamiento y efectuar algunos exámenes rutinarios, por lo que se desconoce realmente la calidad microbiológica del agua que es distribuida en la ciudad.

Este estudio pretende dar una idea de la calidad microbiológica del agua de todas las plantas de tratamiento de agua de EMPAGUA en la ciudad capital de Guatemala. Ya que el agua que ingresa en las plantas de tratamiento de agua proviene de una o varias fuentes no protegidas, ríos generalmente, su calidad microbiológica la hace no apta para consumo humano. Debido a la importancia de conocer la

calidad del agua que ingresa y egresa de las plantas de tratamiento, esta evaluación pretende documentar la calidad microbiológica del agua antes y después de ser sometida al tratamiento.

ANTECEDENTES

El agua contiene una gran cantidad de contaminantes químicos y biológicos que deben ser removidos de forma eficiente para producir agua segura y con características organolépticas aceptables por el consumidor. Los contaminantes químicos incluyen nitratos, metales pesados y pesticidas entre otros. De igual manera el agua debe encontrarse libre de microorganismos patógenos, además de no presentar turbidez, olor, color y sabor (Csuros y Csuros, 1999).

Los microorganismos patógenos que pueden estar presentes en el agua, son:

- a) **Bacterias:** *Salmonella*, *Vibrio cholerae*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Yersinia*, *Campylobacter jejuni*, entre otras.
- b) **Parásitos:** *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum*, *Entamoeba histolytica* y Helminths.
- c) **Virus:** Hepatitis, virus entéricos y rotavirus.

Estos patógenos son causa de enfermedades para el ser humano y los síntomas, dependiendo del microorganismo infeccioso, pueden ser: gastroenteritis con diarrea y vómitos, escalofríos, fiebre, disentería y en algunos casos puede sobrevenir la muerte.

Puesto que la detección de microorganismos patógenos es difícil, tediosa y costosa, los análisis microbiológicos de rutina que generalmente se realizan consisten en detectar microorganismos conocidos como indicadores. Estos microorganismos presentan características que los hacen útiles, pues se relacionan de forma directa con los patógenos presentes en el agua. Los criterios para que un microorganismo sea considerado indicador son los siguientes:

1. Debe ser parte de la microflora del intestino del hombre o animales de sangre caliente.
2. Debe encontrarse presente cuando los patógenos se encuentran presentes y ausente si la muestra no está contaminada.
3. Debe estar presente en números mayores que los patógenos.
4. Su sobrevivencia y resistencia en el agua deben ser similares a la de los patógenos.
5. No debe multiplicarse en el medio ambiente.
6. Su detección debe ser fácil, rápida y económica.
7. Un indicador no debe ser patógeno.

Puesto que no existe el indicador perfecto, los indicadores más comúnmente utilizados en agua, porque cumplen con la mayoría de los criterios, son las bacterias del grupo coliforme. Estas bacterias se caracterizan por ser bacilos que no forman esporas, fermentan la lactosa y son Gram negativo. Incluyen diversos géneros como *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Citrobacter*. De éstas, únicamente la especie *Escherichia coli* se encuentra estrictamente ligada al tracto digestivo y detectar su presencia revela contaminación de origen fecal. Existen muchos otros microorganismos indicadores, como *Streptococcus faecalis*, *Lostridium perfringens* y algunos indicadores de más reciente utilización como los virus conocidos como bacteriófagos (Bitton, 1994). En Guatemala únicamente se utilizan como microorganismos indicadores de rutina, a las bacterias coliformes y la *Escherichia coli* como indicador de contaminación microbiológica y fecal, según la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR).

Para detectar la presencia de parásitos y virus es necesario utilizar métodos más complicados y costosos, por lo que actualmente no se realiza este análisis de manera rutinaria. En las plantas de tratamiento de agua éstos análisis son importantes puesto que es necesario remover a las bacterias así como a los parásitos y virus.

Estos microorganismos pueden ser removidos físicamente o mediante procesos de desinfección que minimizan el riesgo de contaminación por patógenos, y la verificación de su efectividad es de gran importancia para evaluar la eficacia del tratamiento del agua (Geldreich y Craun, 1996).

Ya que existen diferentes tipos de fuentes de agua tales como ríos, lagos, nacimientos y agua subterránea, por mencionar las principales, el tratamiento debe ser diferente dependiendo de la fuente. Por ejemplo, el tratamiento de desinfección es suficiente si se aplica a una fuente de agua protegida; sin embargo lo más común es combinar la desinfección con los procesos de floculación y filtración (Bitton, 1994).

La **desinfección** del agua consiste en agregar a la misma un compuesto químico, como por ejemplo cloro o yodo, el cual mata los microorganismos que se encuentran presentes en el agua. Los agentes desinfectantes actúan oxidando la pared celular de las bacterias o dañando el material genético de los virus; los parásitos son, sin embargo, los microorganismos más resistentes a la desinfección, pues algunos coccideos como *Cryptosporidium parvum* y *Cyclospora cayentanensis* resisten la acción del cloro.

Para lograr la eliminación de los parásitos es necesario llevar a cabo el proceso de **floculación** o

coagulación, que consiste en mezclar el agua con un agente coagulante como el sulfato de aluminio, cloruro férrico o sulfato férrico. Esto produce que la materia orgánica que se encuentra en el agua así como los microorganismos, precipiten en forma de coágulos. Estos coágulos son finalmente tratados utilizando filtración, que consiste en pasar el agua a través de filtros que retienen sólidos suspendidos, las partículas floculadas y también los microorganismos.

Existen dos categorías de plantas de tratamiento de agua, las plantas convencionales, que utilizan coagulación, filtración y posteriormente desinfección; y las plantas que utilizan lo que se conoce como suavizado, el cual ayuda a remover la dureza del agua ocasionada por el calcio o magnesio, aplicando posteriormente filtración y desinfección (Bitton, 1994).

A continuación se enumeran las seis plantas de tratamiento de agua de la ciudad capital de Guatemala y se detallan las fuentes de abastecimiento, su producción diaria y las áreas o zonas abastecidas por cada una de ellas:

1. Planta Ojo de agua

Esta planta se encuentra localizada en la zona 12 de la ciudad capital y se abastece de agua de 11 pozos de 2 lugares distintos. La planta tiene una producción de 3,561.02 m³/ hora, que es enviada a un tanque en la zona 8. Por medio de bombeo, este tanque distribuye agua para las zonas 12, 13, 14, 8, 4 y 9. Esta planta utiliza cloro gaseoso como único tratamiento para el agua.

2. Planta Las Ilusiones

Construida en 1971, se encuentra al nor-este de la ciudad en la zona 18 y tiene una producción de 21,000m³ diarios. Su principal fuente de abastecimiento lo constituye la Estación de Bombeo el Atlántico, la cual capta el caudal de los ríos Los Ocotes, Teocinte y Blijague.

Esta planta trata agua por decantación y no por floculación / sedimentación. De abajo hacia arriba sale el agua limpia a través del lodo. El agua se purifica con cloro gaseoso e hipoclorito de sodio y abastece a las zonas 6,17 y 18 de la ciudad capital.

3. Planta Santa Luisa

Está situada en la zona 16, y fue construida en 1938. Actualmente tiene una producción del orden de 28,000m³. Sus fuentes de abastecimiento son los caudales de los ríos: Acatán, Teocinte y Canalitos, además de un pozo perforado en las instalaciones de la planta. El agua del pozo llega muy limpia. En esta planta el agua se trata por medio de pre-cloración y luego filtración a través de seis filtros de arena y por

último la cloración utilizando cloro gaseoso. Surte agua a las zonas 1,5, 6 y 10 (con apoyo de otros sistemas) y las zonas 16 y parte de la 17 (directamente).

4. Planta El Cambray

Está situada en la zona 10 y fue construida en 1942 con una producción actual del orden de 14,000m³ diarios. Es abastecida por los caudales de las presas Pinula y Las Minas, la Estación de Bombeo Hincapié y un nacimiento denominado "Agua Bonita". Abastece a las zonas 10,14 y 15 de la ciudad directamente.

5. Planta La Brigada

Situada al oeste de la ciudad, al límite de la zona 7, fue construida en 1945 y tiene actualmente una producción promedio de 5,000-6,000 m³ diarios. Las fuentes de abastecimiento de la planta son los ríos y riachuelos: el Milagro, Las Limas, Yumar, Pansalic, Las Flores, Pancocha y La Brigada. Apoya la red Lo de Coy en surtir de agua a las zonas 11 y 7.

6. Planta Lo de Coy

Es la planta más importante, con una producción media que se acerca actualmente a los 100,000m³ diarios, se encuentra dentro de la jurisdicción del municipio de Mixco y es la más recientemente construida (1979). La fuente de abastecimiento principal la constituyen los caudales procedentes del Acueducto Nacional Xayá-Pixcayá. Distribuye agua a las zonas 7,11 y 19 de forma directa y parte de las zonas 2, 3 y 8. Esta planta trata el agua utilizando los métodos de floculación por medio de sulfato de aluminio. Luego de sedimentar se utiliza filtración por grava, arena y antracita para finalmente desinfectar el agua.

OBJETIVOS

General

El objetivo global del presente trabajo fue analizar el nivel de bacterias indicadoras de contaminación fecal y de parásitos en el agua que ingresa y egresa de las plantas de tratamiento de agua de la ciudad de Guatemala.

Específicos

1. Analizar muestras de agua de las seis distintas plantas de tratamiento en la ciudad de Guatemala, para las bacterias indicadoras Coliformes totales y *Escherichia coli* y los parásitos, *Cryptosporidium parvum* y *Giardia lamblia*, antes y después del tratamiento.

2. Conocer los métodos de tratamiento de agua que se están utilizando actualmente dentro de las plantas de tratamiento de agua, para colaborar con las entidades que se encargan de la distribución del agua potable en la ciudad de Guatemala.

METODOLOGIA

Se visitaron las seis plantas de tratamiento previamente descritas y se tomaron muestras de agua para análisis bacteriológico y para análisis de parásitos antes y después del tratamiento. La toma de muestras fue llevada a cabo por el equipo técnico entrenado del laboratorio.

La metodología utilizada para el análisis de bacterias fue el método modificado del Número Más Probable, basado en la tecnología del sustrato definido. Este método utiliza la reacción enzima-sustrato para detectar simultáneamente las bacterias coliformes totales y *Escherichia coli* y se encuentra aprobado por los Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Aguas residuales (1998). El método se basa en el hecho que las bacterias poseen enzimas específicas que las caracterizan. Estas enzimas reaccionan con el medio de cultivo deshidratado, que contiene los nutrientes y los sustratos correspondientes para identificar cada bacteria.

Las muestras fueron colectadas en recipientes estériles, y transportadas al laboratorio a 4°C en un intervalo de tiempo de 2 a 4 horas. En el laboratorio se agregó el medio de cultivo deshidratado, los nutrientes y sustratos requeridos para su crecimiento, y se incubaron a 37°C por 24 horas. Al cumplirse el tiempo de incubación se interpretaron los resultados.

Para el análisis de parásitos se utilizó el método de Inmunofluorescencia (IFA por sus siglas en inglés), aprobado por la Regla de Recolección de Información (ICR por sus siglas en inglés), de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA por sus siglas en inglés) (De León, et al., 1992), que consiste en utilizar anticuerpos específicos para cada parásito, los cuales están ligados a una sustancia que desarrolla color (cromógeno), y que fluoresce al observarla bajo el microscopio de fluorescencia.

Para llevar a cabo este análisis se filtraron 100 litros de agua por muestra, a través de un filtro de polipropileno con un tamaño de poro de 1 micra (mm). Una vez en el laboratorio se cortó el filtro y se procedió a remover (eluir) los parásitos del mismo con una solución de elución (amortiguador, detergente y antiespumante). Las fibras del filtro se lavaron con la solución de elución, la muestra se concentró por

centrifugación y el sedimento se resuspendió en una solución de formalina al 10%, para preservarla, como indica De León et al. (1992).

Las muestras preservadas fueron almacenadas en refrigeración para ser enviadas al Laboratorio de Microbiología de la Universidad de Arizona donde se purificaron, separando los parásitos del sedimento por gradiente de densidad. Posteriormente se examinaron al microscopio de fluorescencia alicuotas de las muestras concentradas para detectar la presencia de quistes y ooquistes de los parásitos *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium parvum*.

El total de muestras procesadas fue de 12, que corresponde a 2 muestras por planta de tratamiento.

RESULTADOS

Los resultados (Tabla 1) indican que los niveles de bacterias y parásitos del agua que ingresa en las plantas de tratamiento son elevados en la mayoría de los casos, y superan lo recomendado por la norma. Sin embargo al analizar el agua ya tratada que egresa de la planta y de la cual se abastece la ciudad capital, los niveles de bacterias y parásitos cumplen con la norma y son adecuados para considerar el agua potable desde el punto de vista microbiológico.

DISCUSION

Detectar contaminación fecal en el agua es común en fuentes de agua que no se encuentran protegidas del contacto de animales y seres humanos. En estudios recientes que se han llevado a cabo dentro de la Unidad de Investigación y Entrenamiento en Entomología Médica (UVG) se han tomado muestras de diversas fuentes de agua, que utilizan distintas comunidades del interior del país (proyecto en marcha, 1998-) y se ha detectado que la mayoría de los nacimientos y ríos muestran presencia de bacterias coliformes totales y *Escherichia coli*, así como parásitos en algunos casos.

En este estudio, de acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que efectivamente los recuentos bacterianos de las fuentes de agua que surten a tres de las plantas estudiadas (Lo de Coy, La Brigada y El Cambray) para coliformes totales y para *Escherichia coli* son sumamente altos, lo que indica que el agua que llega a estas plantas no es microbiológicamente apta para consumo humano (COGUANOR, 1999).

El agua que surte al resto de las plantas es de muy buena calidad microbiológica y puede

No. Muestra	Fecha de análisis	Planta	C.Totales ¹ (NMP/100 ml)	<i>Escherichia coli</i> ² (NMP/100 ml) (en 100 L)	Quistes de <i>Giardia lamblia</i> ³ (en 100 L)	Ooquistes de <i>Cryptosporidium parvum</i> (en 100 L)
001-PE	16/4/99	La de Coy (entrada)	3.5×10^2	1.5×10^2	3.9×10^2	<0.1
001-PS	16/4/99	La de Coy (salida)	<1	<1	<0.5	<0.6
002-PE	16/4/99	La Brigada (entrada)	5.7×10^3	7.9×10^4	2×10^4	<212.7
002-PS	16/4/99	La Brigada (salida)	<1	<1	<0.32	<0.52
003-PE	22/4/99	El Cambray (entrada)	9.0×10^3	1.1×10^6	4.4×10^5	128
003-PS	22/4/99	El Cambray (salida)	<1	<1	<1.04	<1.04
004-PE	22/4/99	Las Ilusiones (entrada)	<1	<1	4.4×10^2	205.3
004-PS	22/4/99	Las Ilusiones (salida)	<1	<1	<1.28	<1.28
005-PE	22/4/99	Ojo de Agua (entrada)	<1	<1	<1.2	<1.2
005-PS	22/4/99	Ojo de Agua (salida)	<1	<1	<1.3	<1.3
006-PE	30/4/99	Santa Luisa (entrada)*	3	2	4.4×10^2	<251.8
006-PS	30/4/99	Santa Luisa (salida)	<1	<1	<0.60	<0.65

Tabla 1. Recuentos de bacterias y parásitos detectados en las muestras de agua que ingresa y egresa de las plantas de tratamiento de agua en la ciudad capital de Guatemala.

NMP/100ml= Número Más Probable de Bacterias por 100ml de agua analizada.

El signo < indica que se determinó ausencia del microorganismo objetivo, no es correcto indicarlo como 0 (Métodos Estándar para el Análisis de Agua y Aguas residuales, 1998).

Para muestras positivas se calcula el número de quistes u ooquistes por 100ml de muestra. Para muestras donde no se detectaron quistes u ooquistes se calcula el límite de detección, que es distinto para cada muestra, pues depende del volumen de agua que pasó a través del filtro, el sedimento obtenido (varía entre muestras) y el porcentaje de sedimento examinado al microscopio (en 100 L).

considerarse potable de acuerdo a la norma. Sin embargo es importante notar que estas plantas (Las Ilusiones, Ojo de Agua y Santa Luisa) a diferencia de las tres anteriores, se abastecen principalmente de agua que viene de pozos y se encuentra más protegida. Es necesario mencionar que aunque las bacterias coliformes son útiles para indicar la calidad del agua, no siempre se encuentran en relación directa con los microorganismos patógenos, como es el caso de los parásitos estudiados. En la Tabla 1 se observa que las plantas Las Ilusiones y Santa Luisa, muestran un recuento de *Giardia lamblia* del orden de 103 quistes/100L, mientras que coliformes totales y *Escherichia coli* se encuentran ausentes.

La detección de parásitos en agua no es una práctica regular en los laboratorios de Guatemala, e incluso no se encuentra normada. *Cryptosporidium parvum* y *Giardia lamblia* son unos de los parásitos más estudiados mundialmente, ya que pueden sobrevivir durante meses y son muy resistentes a la desinfección por cloro (Craun, 1996). Son causantes además de enfermedades como gastroenteritis; *Cryptosporidium* puede causar la muerte en individuos de grupos de alto riesgo como ancianos, niños y personas inmunodeprimidas.

De igual manera el agua que surte a estas plantas mostró elevadas concentraciones de *Giardia lamblia*, mientras que solamente en dos plantas (El Cambray y Las Ilusiones) se encontró *Cryptosporidium parvum* en el agua analizada. Es interesante observar sin embargo que al final, cuando el agua egresa de la planta, ésta se encuentra libre de bacterias y parásitos, lo cual indica que el tratamiento es efectivo y se asegura así agua potable apta para consumo humano, desde el punto de vista microbiológico.

Además de bacterias y parásitos, los virus son uno de los contaminantes más importantes del agua, que pueden ser causa de enfermedades, por lo que es necesario que empiecen a estudiarse en el agua de Guatemala. Si bien es cierto que los métodos para su detección son costosos y muy largos, actualmente existen alternativas como el uso de virus que infectan bacterias (bacteriófagos) que pueden ayudar a evaluar la contaminación viral del agua.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se puede concluir que los sistemas usados en las plantas de tratamiento que surten a la ciudad

de Guatemala son efectivos para eliminar bacterias y parásitos produciendo agua de buena calidad desde el punto de vista microbiológico. Sin embargo hay que tomar en cuenta que en la tubería o red de distribución pueden existir fallas (filtraciones y / o falta de continuidad), que no garantiza que en todas las viviendas el agua tenga la misma calidad con la que egresa de la planta.

2. Es recomendable realizar estudios posteriores, tomando muestras en distintos puntos de la ciudad que confirmen que el agua distribuida llega en las condiciones microbiológicas ideales a la población.

3. De igual manera se recomienda que se inicie la evaluación de parásitos en agua en los laboratorios de Guatemala, así como el estudio de virus en agua.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración del Laboratorio del Departamento de Suelo, Agua y Ciencias Ambientales de la Universidad de Arizona, en especial al Lic. Jaime Naranjo por su valiosa ayuda para analizar las muestras de parásitos. Al Ingeniero Otto Oztzy de la Empresa Municipal de Agua, EMPAGUA, por toda su colaboración al permitirnos coleccionar las muestras y muy especialmente al personal que labora en las plantas por su excelente atención al momento de visitar cada una de ellas.

LITERATURA CITADA

Banks, P.A. 1988. Rural water supply and sanitation. En: Dangerfield, B.J. (ed.) *Water supply and sanitation in developing countries*. 239-261pp. London, England.

Briscoe, J. 1987. A role of water supply and sanitation in the child survival revolution. *PAHO Bulletin* 21:93-105.

Bitton, G. 1994. *Wastewater microbiology*. Wiley-Liss, New York, USA.

Chaudhuri, M. y S. Sattar. 1990. *Domestic water treatment for developing countries*. En: McFeters, G.A. (ed.) *Drinking water microbiology*. Springer Verlag, USA.

Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR). Norma guatemalteca obligatoria para agua potable: Especificaciones. 1-14pp. NGO 29001/99, CDN 637:148

Craun, F.G. 1996. Enfermedades transmitidas por el agua en los Estados Unidos de América. En: Castro, R. (ed.) *La calidad del agua potable en América Latina: ponderación de los riesgos microbiológicos contra los riesgos de los subproductos de la desinfección química*. ILSI Press, Washington, D.C., USA.

Csuros, M., y C. Csuros. 1999. *Microbiological examination of water and wastewater*. Lewis Publishers, USA.

De León, R., C.P. Gerba, y J.B. Rose. 1992. *Manual de vigilancia de parásitos en el agua*. Universidad de Arizona, Tucson, Arizona.

Dirección de Operación y Mantenimiento. Empresa Municipal de Agua de la ciudad de Guatemala (EMPAGUA). *El recurso de agua en Guatemala*. 2000. 1-19pp. Guatemala.

Franson, M.A., 1998. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 18th ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, Washington, USA.

Geldreich, E.E., y G.F. Craun. 1996. Barreras múltiples para la protección y el tratamiento del abastecimiento de agua potable: un método probado de prevención de la propagación de las enfermedades transmitidas por el agua. En: Castro, R. (ed.) *La calidad del agua potable en América Latina: ponderación de los riesgos microbiológicos contra los riesgos de los subproductos de la desinfección química*. 1-6pp. ILSI Press, Washington, D.C., USA.

Pepper, I.L., C.P. Gerba, y J.W. Breckenridge. 1995. *Environmental microbiology: a laboratory manual*. Academic Press, New York, USA.

Witt, V.M., y F.M. Reiff. 1996. Tecnologías de desinfección del agua para comunidades pequeñas y zonas rurales. En: Castro, R. (ed.) *La calidad del agua potable en América Latina: ponderación de los riesgos microbiológicos contra los riesgos de los subproductos de la desinfección química*. 1-6pp. ILSI Press, Washington, D.C., USA.

¿ES CONVENIENTE ENSEÑAR CÁLCULO EN LA ESCUELA SECUNDARIA?

Enrique Mencos Mendizábal
Departamento de Matemática

Para responder esa pregunta hay que tener en cuenta el nivel de dominio del *precálculo* que tienen los estudiantes. No hacerlo significa ignorar deliberadamente la relación entre las partes y el todo, tan importante en la matemática. Si una materia puede ponerse como ejemplo de organización, es ésta. Todos los profesores de matemática deberían saber a ciencia cierta que el aprendizaje del álgebra sólo rinde sus frutos si previamente se domina la aritmética.

Asimismo, sería deseable que tuvieran presente lo siguiente: el cálculo diferencial no se debe enseñar hasta estar seguros de que los alumnos comprenden y son capaces de aplicar sus conocimientos de la aritmética, el álgebra, la geometría analítica, la trigonometría, y los fundamentos de la geometría euclidiana, de la teoría de conjuntos y de la teoría de funciones. Esto es lo que, en una palabra, se llama *precálculo*.

A su vez, el cálculo integral no debería empezar a enseñarse mientras no haya cierto dominio del cálculo diferencial, al menos lo concerniente a límites, cotas y diferenciabilidad de funciones, así como la regla de la cadena y la obtención de diferenciales. Este orden, esta concatenación, en la que no se avanza a un nuevo tema si no se tiene la seguridad del dominio de los temas previos, se fundamenta en el concepto de los llamados "prerrequisitos", cuyo uso es obligatorio en las universidades.

Un error, desgraciadamente muy extendido hoy en día entre muchos profesores de colegios que ofrecen estudios de Bachillerato en Ciencias y Letras en la Ciudad de Guatemala, consiste en creer que los estudiantes pueden y deben aprender cálculo, sin cerciorarse plenamente de que, al menos, conocen el material que le antecede, y menos aún de que lo dominan.

Cabría preguntarse cuál es el origen de esa actitud. ¿Alguien les recomendó que lo hicieran? ¿Han llegado ellos mismos a la conclusión de que esa es la forma correcta de proceder? No faltará quienes afirmen que lo hacen porque ya han enseñado a los alumnos todo lo que podían sobre otro material que

no concierne al cálculo; así, por no tener nada más que enseñar, escogieron el cálculo. Otros pondrán de ejemplo la destacada participación de sus pupilos en la Olimpiada Anual de las Ciencias. Y, no quisiera pensarlo, pero supongo que también hay profesores que enseñan cálculo en el bachillerato porque todo el mundo lo hace.

No debemos olvidar a los colegios e institutos experimentales. Éstos se valen de su condición de ensayo para diseñar sus propios programas de estudios, además de presentarse a sí mismos como instituciones educativas de vanguardia que ofrecen planes de bachillerato avanzado, los cuales ¿por qué no?, incluyen el cálculo como una materia obligatoria.

Algunos de estos colegios tienen filiación con instituciones culturales foráneas, enseñan matemática en otros idiomas, reclutan profesores extranjeros y otorgan títulos y diplomas de enseñanza media de uso corriente en otras latitudes. Incluso llegan a tener un ciclo lectivo que no coincide con el ciclo oficial de Guatemala, pues adoptan y se rigen por el que se usa en el país del cual tomaron o recibieron el apadrinamiento académico y/o económico.

Se supone que los centros de enseñanza "experimentales", según prescribe nuestra legislación, deben compartir sus experiencias y transmitirlas al Ministerio de Educación, para que éste las traslade al medio educativo guatemalteco. El objetivo es que todos nos veamos enriquecidos con nuevos métodos de instrucción y formación, cuya eficacia ellos han comprobado exhaustivamente en sus aulas. Pero, ¿se cumple con dicha norma?

Además, es importante mencionar que entre los estudiantes de los cursos universitarios de matemática que he impartido en años recientes, se encontraban ex alumnos de colegios experimentales. Sin embargo, no encontré una diferencia apreciable entre ellos y los grupos heterogéneos procedentes de colegios "normales", en cuanto a rendimiento y rapidez de aprendizaje del cálculo. Por supuesto, se siempre hay excepciones, es decir, alumnos brillantes. Pero se les encuentra por igual entre los que han tenido una instrucción experimental avanzada y los que han

tenido una instrucción tradicional, no vanguardista. ¿Por qué?

Y, sin otra intención que no sea aportar información útil, tampoco me parece que vaya en aumento el porcentaje de alumnos brillantes en cada nueva promoción que ingresa en las universidades.

Lo expuesto en los dos párrafos precedentes puede ser motivo de decepción entre aquellos profesores de secundaria que creen fervientemente que sus métodos de enseñanza de la matemática son los "mejores y más actualizados", ya que están basados en la combinación de la estimulación temprana con el refuerzo de la autoestima, el uso de textos y programas universitarios, y recursos de computación. ¿Por qué habría de fracasar esa técnica multimetodológica? (¿precursora de la pedagogía del siglo XXI?).

Por otra parte, aunque nos cueste reconocerlo, no podemos dejar de mencionar que la mayoría de profesores de matemática en las escuelas secundarias carecen de una sólida formación conceptual en dicha disciplina. Recordemos también que muchos de ellos han recibido instrucción universitaria en este campo, pero no son especialistas en su enseñanza. Así, se dedican a transmitir métodos, leyes, operaciones, y todo lo que pueden en unos pocos meses, acerca del cálculo diferencial e integral, confiando en que los alumnos aprenden y comprenden con rapidez y profundidad.

Muchos de esos estudiantes llegan a las aulas universitarias creyendo que saben cálculo diferencial, pero, en realidad, sólo conocen unas pocas reglas de derivación. Por ejemplo, ¿puede alguien decir que comprende la "regla de la cadena", sin comprender antes el concepto de "composición de funciones"? Hay decenas, o quizá cientos de ejemplos como el anterior. Aunque sospecho que algunos profesores no se convencerán aún de la necesidad de cumplir con los "prerrequisitos" (que hablando con propiedad debieran llamarse *requisitos*).

Además, ¿por qué tanta prisa?, ¿por qué adelantar la enseñanza del cálculo? Me agradaría sobremanera conocer las respuestas a estas preguntas.

Si piensan que al hacerlo están contribuyendo al desarrollo de la nación, les pregunto a los profesores de matemática y a los directores de los colegios de secundaria donde se imparte cálculo obligatoriamente a todo el alumnado: ¿conocen los porcentajes de alumnos que han reprobado los cursos básicos de matemática, en todas las universidades del país, durante los últimos cinco años? (para no retroceder demasiado). ¿Conocen los porcentajes de *deserción* producidos por reprobación constantemente los cursos de matemática básica en las universidades? ¿Conocen

el rendimiento que han tenido sus ex alumnos (todos, no sólo los brillantes) en las universidades guatemaltecas?

Si creen que nos están ayudando a "subir el nivel", por enviarnos alumnos mejor preparados, siento decepcionarlos. Hoy en día tenemos que poner en práctica *métodos remediales extracurriculares*, para paliar algunas de las deficiencias que cada vez son más en los graduados de secundaria. Por ejemplo, no saben sumar ni hacer otras operaciones mentalmente; no saben operar con fracciones sin calculadora, no conocen a cabalidad la aritmética, ni el álgebra, ni la geometría analítica, ni la trigonometría, ni los fundamentos de la geometría euclidiana, ni las de la teoría de conjuntos, ni las de la teoría de funciones. En síntesis: *no dominan el precálculo*.

¿Qué tan importante es que conozcan algunas leyes de las derivadas, y puedan obtener algunas antiderivadas, si por aprender esos temas han descuidado las herramientas básicas del razonamiento? Esto viene al caso porque la mayoría de estudiantes en los cursos introductorios de matemática universitaria, tienen graves problemas para plantear y resolver problemas aplicados.

La mejor edad para desarrollar las destrezas del pensamiento abstracto ya ha pasado cuando los recibimos en nuestros cursos, razón por la cual nos vemos obligados a retroceder en vez de avanzar, sin lograr un impacto profundo en sus mentes acostumbradas, por años, a un estudio superficial y desorganizado de la matemática.

Otro problema que se presenta, a la par de los ya mencionados, es el deficiente manejo del lenguaje; de nuestro idioma oficial: el español. Quien crea que se puede aprender matemática, sin saber leer, hablar y escribir en su idioma, está equivocado.

Hoy en día encontramos muchos alumnos guatemaltecos, graduados de diversos colegios de nuestro país, que muestran evidentes dificultades para leer, para expresar sus ideas oralmente, y para redactar frases inteligibles y coherentes en su idioma materno (que es el nombre que se le da al primer idioma que uno aprendió y que lo identifica con su país). Me parece imperdonable que tal situación se haya mantenido a lo largo de tantos años y que aún no se busque la solución.

También encontramos estudiantes que se quejan de no entender ciertos términos matemáticos, especialmente en los exámenes de diagnóstico que se aplican previo al ingreso en la universidad, y ellos lo justifican diciendo que asistieron desde la preprimaria a colegios que "enseñan matemática en otro idioma".

Resulta que, en ciertos colegios bilingües, aunque a los alumnos les permiten el manejo de su

idioma materno en otras materias, en matemática no; quizás porque los profesores y directores piensan que estos alumnos viajarán, tan pronto como se gradúen, a los "países padrinos". Así, otra vez nos encontramos con la misma actitud sugerida por medio de ejemplos a lo largo de este documento: hay profesores que no toman en cuenta si sus métodos de enseñanza tendrán buenos resultados cuando los alumnos inicien los estudios universitarios en nuestro país, y tampoco dudan en aplicarlos a todo el alumnado. Podríamos decir que se olvidan del futuro y de las diferencias individuales.

¿Por qué no les enseñan a traducir los términos técnicos del idioma extranjero al idioma materno, y viceversa? No creo que sea algo fuera de su alcance. Tampoco me parece que hacerlo sea obstáculo para el aprendizaje. Si lo analizamos despacio, nos daremos cuenta de que al enseñarles a traducir se estaría reforzando la retención y la comprensión de los conceptos.

Para terminar, el problema se puede reducir a lo siguiente: hay una brecha, un vacío, entre la formación que reciben actualmente la mayoría de estudiantes en los colegios e institutos de educación media de nuestro país, y la que deberían tener para no fracasar en los cursos de matemática en las universidades.

Pienso que debería surgir un foro de discusión, integrado por autoridades y profesores de los tres niveles, primario, medio y universitario, con el fin de analizar los problemas aquí planteados, ponerse de acuerdo y sugerir las posibles soluciones.

Mientras más tiempo transcurra sin repararla, más grande y profunda se hará la grieta educativa. No debemos permitir que adquiera dimensiones de desastre.

emencos@uvg.edu.gt

SOBRE LA DEPRADACION DE LA CULTURA

Dieter Lehnhoff*

¿Qué pasó -preguntaron nuestros mayores-, qué pasó con los vales y la música de nuestra juventud? ¿Por qué se está olvidando la marimba, que estuvo presente en todos los eventos importantes de nuestra vida? ¿Adónde se fueron las músicas criollas que le dieron tanto encanto a los años y los días que recordamos? ¿Por qué lo que ahora llaman *música* da dolor de cabeza de tanto retumbar y retumbar? Y la fatigante somatadera electrónica que acompaña la afectada entonación de dos o tres palabrejas sin sentido, repetidas con desesperante insistencia, emana sin tregua del cuadrante de la radio comercial, interrumpida solamente por engoladas voces que, en imperativos y a todo pulmón, ordenan con urgencia el consumo inmediato de una fila interminable de productos sin los cuales quedarás al margen de la experiencia del mundo de hoy con su excitante posibilidad de poseer e ingerir sin límites con el confort que ofrece el mercado global.

Y es que la sociedad de consumo -contestó- está arrasando con todo. La radio y la televisión, los medios más poderosos para divulgar cultura y propiciar educación, están penetrando hasta los últimos rincones del país con su mensaje trivial de consumo, irrelevante para algunos, frustrante para otros, y poderosamente alienante para todos.

Y es que esta sociedad nuestra subestima el enorme impacto de la palabra hablada sobre la mente (y no solamente la mente prealfabeta): cualquier

palabra, cualquiera, educa a una mente en formación, para bien o para mal. Y de la misma manera se subestima el poder de la música, la cual, dependiendo de sus cualidades, puede comunicar orden, balance, identidad, interés y belleza, o también puede llevar, por sus insuficiencias estéticas, a efectos negativos de gravedad en la formación de las personalidades jóvenes. La cada vez más urgente y agresiva codicia comercial ha propiciado la proliferación de engendros pseudomusicales que invaden e inundan incontables hogares y ambientes públicos sin posibilidad de escapatoria. De la noche a la mañana surgen innumerables "éxitos" sin que nadie sepa cómo ni por qué. La fácil vendibilidad de esta música de moda -y ante todo su potencial económico para algunos pocos- hace que las músicas tradicionales y propias sean desplazadas a la región del descuido, del menosprecio y del olvido. No solamente el patrimonio natural del país está siendo saqueado y depredado; también nuestro patrimonio cultural se está perdiendo, víctima de un irreversible proceso de aculturación, desplazamiento y anulación.

¿Quiénes son en un país los encargados de propiciar las expresiones culturales legítimas de sus habitantes, y de proteger el legado de los que nos antecedieron para beneficio y progreso de las generaciones presentes y futuras? ¿Será que se acuerdan de esta obligación tan esencial que han contraído con su pueblo?

*Director del Departamento de Música, 1991-1998

INTERROGATORIO

Francisco Nieves Calvo*

La fatiga del día
endurece el color de la tarde
y endurece la duda.
¿Somos los que volvemos,
el alma abierta, la garganta presta,
el agua-luz-esencia,
al vínculo perenne?

(enredadera de esperanzas
timidez del primer arco iris inventor del espectro
equilibrio de almas sobre el aire delgado)

Al término del día,
la rosa de los vientos ha perdido sus rumbos
y deja que la noche
nazca desde todos los puntos.
En cada encrucijada se diluyen
nuestras siluetas indecisas,
nuestras palabras viscerales.
¿Somos los que buscamos
el umbral donde convergen horizontes,
los que exudamos ansias,
que confiamos, resistimos, soportamos la espera?

(los ángeles nocturnos tras las tardes de enero
huellas de pies descalzos sobre astillas de espejos)

Es el trance de la luz a la sombra,
el ritual de grillos y luciérnagas
en la ciudad que oculta sus miserias.
¿Quiénes somos
esta noche que arrasa,
succionando los tuétanos,
descoyuntando huesos?

(peces ciegos cautivos
bandera que ha perdido sus colores
urdimbres en la profundidad de las retinas
agonías de los cetáceos viejos?)

El párpado reacio se resiste.
La noche nos aísla,
exprime los cuerpos y almas.
Cada quien exhuma su conciencia,
traza geometrías solitarias sobre su caos hondo.
Pero al final,
¿somos aquellos que despiertan
que persisten, se enardecen, se renuevan?

(agua recién nacida que fluye en cauce virgen
cataratas de intensas buganvillas
danza de plumajes y trinos
aroma de panales y frutos)

fnievesc@uvg.edu.gt

*Asesor de la Facultad de Educación/Miembro del Coloquio Universitario