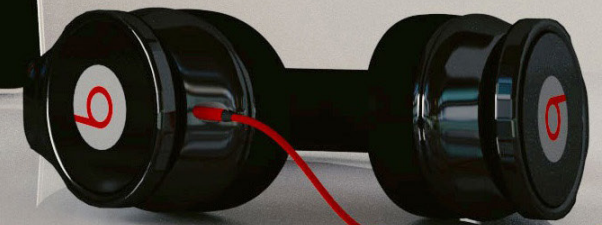


EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN

Como Necesidades Primordiales en el Desarrollo
del Tratamiento de Aguas Residuales

Dr. Simón González Martínez.





Dr. Simón González Martínez.
Ingeniería Ambiental UNAM

Categoría: **Investigador Titular C.**
Subdirección: **Hidráulica y Ambiental.**
Coordinación: **Ingeniería Ambiental.**
Líneas de investigación: 1. Procesos para tratamiento de aguas residuales municipales e industriales.

Descripción: **Catedrático desde 1990**
Tratamiento de aguas residuales por procesos biológicos y otras operaciones unitarias asociadas al tratamiento de aguas residuales municipales e industriales. Se trabaja principalmente con biopelículas en reactores de lecho móvil y de lecho fijo. También se realizan trabajos con reactores discontinuos anaerobios para la hidrólisis y acidificación de compuestos en aguas residuales.



En **agua&ambiente** agradecemos al **Dr. González Martínez** su autorización para publicar este interesante tema.

EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN

Como Necesidades Primordiales en el Desarrollo del Tratamiento de Aguas Residuales

Por: Simón González Martínez
Publicado en: Revista "AGUA POTABLE"
Vol. 7 No. 84. 15 de Octubre 1991

1. INTRODUCCIÓN

Los primeros antecedentes que se tienen de la Ingeniería Sanitaria, datan de miles de años cuando los egipcios, babilonios y griegos ya invertían grandes esfuerzos en evacuar el agua de lluvia y las aguas residuales de sus ciudades. Grandes obras hidráulicas fueron realizadas por los romanos, tanto para proveer de agua a sus ciudades, como para evacuar el agua indeseable. Durante la Edad Media y el Renacimiento, cuando se forman los grandes burgos en Europa, se realizan obras importantes para el suministro de agua y para evacuación de aguas de

desecho. Se sabe que las ciudades europeas eran malolientes debido a los deficientes sistemas de drenaje descubiertos. Casos de grandes obras de Ingeniería Sanitaria son los "canales subterráneos" en la época de oro de Roma y, posteriormente, las cloacas de la ciudad de París.

Cuando las ingenierías nacen como disciplinas universitarias a final del Siglo XVIII, el manejo del agua era responsabilidad del ingeniero constructor; dicho con palabras más modernas, del Ingeniero Civil. Es hacia final del Siglo XIX cuando, gracias a Petenkoffer, la Ingeniería Sanitaria se distingue como una rama de la Ingeniería Civil. El Sr. Perenkoffer (protegido de la familia von



Humboldt en Berlín), descubre que las enfermedades gastrointestinales se transmiten por el agua en forma de microorganismos. Desarrolla métodos para evitar el contacto con agua sucia y define los principios sanitarios que actualmente conocemos para el manejo de agua.

En este siglo XX y conforme aumentaron los problemas de contaminación en áreas diferentes al agua, el Ingeniero Sanitario carga con la responsabilidad de luchar contra la contaminación en suelos, aire, así como implementar métodos para el manejo de residuos sólidos debido a su experiencia en el agua residual.

Durante los años Sesenta, en Estados Unidos de Norteamérica y en otros países de habla inglesa, los Ingenieros Sanitarios deciden cambiar su nombre por Ingenieros Ambientales, ya que este nuevo término no solamente abarca el concepto agua.

En México, desde 1949 existe la especialidad de la Ingeniería Civil denominada Ingeniería Sanitaria y, durante los años Setenta, el departamento de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la UNAM (pio-

nera en el ramo), decide cambiar su nombre por Ingeniería Ambiental. En 1976 se definen los nuevos planes de estudio para la especialidad a nivel maestría y se funda así como también su programa de doctorado.

Después de la UNAM, otras universidades instalan sus programas de maestría en Ingeniería Ambiental: Universidad Autónoma Metropolitana inicia sus estudios de la licenciatura en Ingeniería Ambiental.

En 1971 las influencias políticas, sociales y económicas han sido causa de innumerales cambios en la estructuración de los planes de estudio en todo el país.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Se identifican 2 principales categorías en la formación de recursos humanos: Formación de escuelas de estudios superiores y capacitación técnica.

Formación a nivel de estudios superiores

Uno de los problemas que han afectado severamente el desarrollo del tratamiento de aguas residuales en México es el enormemente ambicioso concepto que se denomina

INGENIERÍA AMBIENTAL.

Dicho concepto es completamente idealista, ya que distorsiona el entendimiento del joven deseoso de combatir la contaminación y que desea aprender más. *¿Por qué distorsiona?* Cuando un estudiante se decide a continuar la especialidad a través de una maestría o un doctorado se enfrenta a la disyuntiva de escoger entre las diferentes especialidades de la Ingeniería Ambiental. Se manejan materias comunes en todas las áreas y se le exige ser un “experto” en 2 años. Si alguien desea aprender manejo y tratamiento de aguas residuales (Ingeniería Sanitaria), se da cuenta que debe cursar 15 materias o más, y dentro de ellas solamente hay 4 relacionadas con el tema que le inquieta; el resto le permitirán formarse una “cultura ecológica”. Lamentablemente, los planes de estudio de forma común, tienden a tener deformaciones impuestas por las características de los departamentos o facultades que los han creado (y no lo digo de forma teórica, sino práctica); además, no contemplan aspectos de salud, micro y macro hidrología, a veces, limnología, toxicología acuática, transporte de contaminantes en el suelo y, de forma dramática, cursos bien diseñados sobre tratamiento de aguas residuales.

Existen muchas razones y motivos que han orillado a la especialidad de Ingeniería Sanitaria, entre otras, a disminuir su calidad y número de materias. Se estima que en todo el país no se tiene un número superior a los 200 estudiantes en la materia, de los cuales aproximadamente la mitad tienen la orientación en contaminación de agua.

México cuenta con 6 instituciones de educación superior que contemplan la especialidad en ingeniería Ambiental y todas ellas ofrecen la modalidad de Ingeniería Sanitaria:

A. La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (**UNAM**) ofrece la especialidad a nivel maestría y doctorado.

B. La facultad de ingeniería civil de la Universidad Autónoma de Nuevo León (**UANI**) ofrece estudios de maestría.

C. El Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (**ITESM**), a través de su División de Ingeniería y Arquitectura ofrece la especialidad a nivel maestría en Control de la Contaminación Ambiental.

D. La Universidad Veracruzana, a través de su Facultad de Ingeniería y Ciencias Químicas ofrece la maestría en Ingeniería Ambiental.

E. La Facultad de Ingeniería de la Universi-

dad Autónoma de Yucatán (**UADY**) también ofrece estudios de maestría en Ingeniería Ambiental.

F. El Instituto Politécnico Nacional a través del **CINVESTAV**

Según el artículo titulado “Ingeniería Civil: Importancia y Consecuencias” publicado en la revista Ciencia y Desarrollo del **CONACYT** (edición abril 1987), la calidad de las especialidades en Ingeniería Ambiental dentro de las instituciones antes mencionadas se resume en la tabla 1.

Tabla 1. Calidad de los Estudios en Ingeniería Ambiental en diferentes Instituciones

Institución	Calidad Docente	Investigación	Práctica Profesores	Capacidad de Graduar	
				Profesores	Investigadores
UANL 1	B	A	D	D	D
UANL 2	B	D	N	N	D
ITESM	B	D	B	B	D
UNAM	B	B	B	A	A
IPN	B	A	A	A	D
UV	D	D	D	D	D
UAY	B	A	B	A	A

Tabla 2. Recursos Materiales con que cuentan las diferentes Instituciones

Institución	Biblioteca		Laboratorio	Cómputo		Salones
	Libros	Revistas		Macro	Micro	
UANL 1	B	A	B	A	A	B
UANL 2	B	A	B	A	A	B
ITESM	B	B	A	E	E	B
UNAM	B	B	B	E	B	E
IPN	B	A	N	B	A	B
UV	D	N	A	B	A	B
UAY	B	B	B	N	A	B

Nota: E- Excelencia; B- Bueno; A- Adecuado; D- Deficiente; N- No existe

En el mismo artículo, al inicio de 1986 la matrícula de especialidades era de 94 alumnos a nivel nacional, siendo 41 de ellos de tiempo completo. El número de maestros graduados hasta 1986 fue de 49, con un porcentaje de deserción del 55% en el Distrito Federal y del 80% en otros Estados.

De lo anterior se concluye que las únicas instituciones con capacidad real para graduar maestros son la **UNAM**, **ITESM** y la **UADY**.

A pesar de ser la Facultad de Ingeniería de la **UNAM** la única institución con el plan de estudios para el Doctorado en Ingeniería ambiental, a la fecha no ha producido un solo doctor en la especialidad. Los planes de estudio, la carencia de personal, carencia de recursos financieros, la escasa motivación de estudiantes y personal docente, la falta de temas de investigación, entre otros, convierten las buenas intenciones en una barrera insalvable que impide la correcta preparación del personal a un alto nivel.

Relacionando con el tema del doctorado, se tiene la investigación a nivel universitario y mucha gente se pregunta para qué sirve

respuestas adecuadas. Otras personas, por ignorancia de los métodos de aprendizaje opinan que es tiempo y dinero perdidos. Aparentemente nunca se han preguntado, ¿por qué los países desarrollados invierten en promedio el 2.5 por ciento de su producto interno bruto (**PIB**) en investigación? En

México, la inversión de investigación apenas llega al 0.3 por ciento del **PIB**. Algunos especialistas en la materia opinan lo siguiente: para que un país progrese significativamente debe invertir en investigación como mínimo el 1.0 por ciento de su **PIB**.

Tabla 3. Infraestructura humana en el profesorado en Ingeniería Ambiental en diferentes instituciones.

Institución		Doctores			Maestros			Licenciatura			Total	
		Num.	Nivel Acad.	Prod. Cient.	Num	Nivel Acad.	Prod. Cient.	Num.	Nivel Acad.	Prod. Cient.	Nac.	Extr.
UANL I	TC	1	B	B	-	-	-	2	A	D	2	1
	MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ITESM	TC	-	-	-	4	B	D	1	B	D	2	2
	MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	H	1	B	M	1	B	D	-	-	-	0	1
UNAM	TC	1	B	A	4	B	B	-	-	-	2	3
	MT	-	-	-	2	B	D	-	-	-	2	0
	H	1	B	M	5	B	D	-	-	-	6	0
IPN	TC	-	-	-	1	B	A	-	-	-	1	0
	MT	-	-	-	1	B	D	-	-	-	1	0
	H	2	B	M	2	B	D	2	B	D	4	2
UV	TC	-	-	-	3	A	D	2	A	D	5	0
	MT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
UAY	TC	-	-	-	3	B	B	6	B	A	9	0
	MT	-	-	-	1	B	D	-	-	-	1	0
	H	-	-	-	4	B	D	-	-	-	4	0

Nota: E- Excelencia; B- Bueno; A- Adecuado; D- Deficiente; N- No existe. TC- Tiempo Completo; MT- Medio Tiempo; H-Por Horas.

El concepto universitario de la investigación no tiene como único fin aumentar el acervo del conocimiento y resolver problemas de interés general o científico, su principal objetivo es lograr que el personal académico alcance niveles de excelencia aprendiendo de forma autodidacta a través de la misma. Cuanto mayor sea el nivel de los investigadores, mayor será su capacidad para transmitir el conocimiento y mayor será su experiencia para resolver problemas prácticos y científicos.

De este concepto surge otro problema de nuestros sistemas universitarios: La terrible superación de la investigación y la docencia. Se tienen facultades en ingeniería que no investigan y se tienen institutos que no imparten docencia. Otros países han demostrado que la combinación de ambas conduce al bienestar social y al desarrollo económico.

El que en diferentes universidades se tenga el registro de especialidad a nivel maestría en Ingeniería Ambiental, no significa que sea la única posibilidad de formación de recursos humanos. A continuación se mencionan algunos ejemplos de instituciones y dependencias que realizan formación de

personal en contaminación del agua, aguas residuales a través de la investigación y recursos de Educación Continua, en la mayor parte de los casos, sin seguir un plan de estudios determinado.

- a. Dentro de la **UNAM** se tienen al Instituto de Ingeniería, la **ENEP-IZTACALA**, La Facultad de Química, la **ENEP-ZARAGOZA**, el Centro de Ciencias de la Atmósfera, el Instituto de Investigaciones Biomédicas.
- b. El **IPN** a través de **CINVESTAV** también realiza formación de personal a través de investigación.
- c. La Universidad Autónoma del Estado de México realiza proyectos de investigación a través de su Facultad de Ingeniería.
- d. La Universidad Autónoma de Morelos imparte materias relacionadas con el tratamiento de aguas residuales.
- e. La Universidad Iberoamericana también forma personal a través de proyectos e investigación y por medio de seminarios y cursos especializados.
- f. Estas últimas instituciones y muchas otras en el país trabajan en la solución de problemas relacionados con la contaminación por aguas residuales. Su participación es importante ya que permiten la forma-

ción de personal a través de la solución de problemas prácticos.

2.2. Capacitación a nivel técnico

Un aspecto de suma importancia, específicamente en el tratamiento de aguas residuales, es la falta de personal capacitado para operar las instalaciones existentes y futuras. Prácticamente todo el personal que actualmente se dedica a operar y dar mantenimiento a plantas para tratamiento de aguas residuales ha “aprendido” en la práctica; alguien podrá decir, “a golpes”.

La deficiente preparación del personal encargado de la operación y mantenimiento ha originado que la “capacitación” se vuelva dentro de un círculo vicioso. Los administradores de los sistemas tienen problemas de solvencia económica para pagar buenos maestros y, en otras ocasiones, los problemas políticos y sindicales no ayudan en la tarea de capacitación.

A los contados cursos para operadores asisten personas que en pocas ocasiones tienen una preparación superior a la educación primaria. La principal causa del fracaso en los

cursos es la falta de motivación. Generalmente, no por llevar un curso de capacitación reciben un premio y ni por no llevarlo reciben un castigo. Otro motivo es la actitud de los maestros: es común escuchar que no vale la pena contratar maestros buenos cuando los asistentes tienen una preparación tan baja.

Entonces “capacitación” la imparten otros operadores que tienen más experiencia, aunque no necesariamente más conocimiento. El aspecto pedagógico ha sido estudiado ampliamente y se dice que se conocen los mecanismos, pero no se aplican.



A los factores antes mencionados, se le pueden sumar otros, como el mercado de trabajo, problemas económicos y familiares, personales que influyen de forma importante y se genera un sentimiento de frustración que echa por tierra muchos esfuerzos por mejorar la situación.

Las principales instituciones que imparten cursos son dependencias gubernamentales como **SEDUE**, la **CNA**, el Departamento del Distrito Federal. Los cursos que estas instituciones imparten tienen como objeto exclusivamente la capacitación en algún aspecto relacionado con problemas ambientales y con aguas residuales.

- A. SEDUE** capacita su personal enviándolos a cursos que, generalmente, son impartidos por otras instituciones y dependencias. Su objeto no es convertir a sus empleados en especialistas, solamente pretenden que con cursos de algunas semanas tengan criterio suficiente para aplicar la legislación. Comúnmente asisten a estos cursos los inspectores.
- B.** La **CNA** capacita a su propio personal a través del **CIECCA**, el cual es el organismo que tiene por objeto realizar estudios de calidad del agua y que depende directamen-

te del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (**IMTA**). Ellos mismos imparten cursos y capacitan a su personal en sus laboratorios. También imparten cursos para capacitación de operadores.

C. EL **DDF** imparte cursos para capacitación de sus operadores de plantas para tratamiento de aguas residuales. El personal que opera sus plantas es generalmente capacitado a través de la práctica y contadas horas de teoría.

Se imparten, de forma global, muy pocos cursos teórico práctico para la capacitación de operadores y laboratoristas. Es realmente preocupante la ínfima calidad que proporcionan los laboratorios que presentan servicios en análisis de tratamiento de aguas residuales.

Al ser **SEDUE** actualmente el organismo regulador, debiera implementar un mecanismo eficiente para certificar la preparación de laboratorios en el ramo de la contaminación ambiental. Obviamente, esto sólo sería posible a través de capacitación en un laboratorio con exámenes estrictos para garantizar la calidad de sus egresados.

2.3. Aprendizaje en la práctica profesional

Muchos ingenieros, biólogos, químicos, etc., de alguna forma relacionados con la problemática de la contaminación del agua, se han visto obligados a aprender conforme se van desarrollando los acontecimientos.

Es común que el profesionista asalariado trabaje en proyectos de índole variada que cambia con la demanda del mercado. Cuando la empresa en la que trabaja recibe una asignación, el profesionista tiene la necesidad de adaptarse a las características del proyecto o servicio requerido, lo cual lo obliga a aprender temas nuevos continuamente.

En el caso de los laboratoristas y analistas, la necesidad de adaptación y aprendizaje es continua debido a que las muestras de aguas residuales que requieren análisis son diferentes siempre. El ingeniero proyectista debe saber aplicar sus conocimientos a diseños diferentes, ya que todas las plantas para tratamiento de aguas residuales son diferentes.

El buen ingeniero, laboratorista o técnico es el que adquirió la disciplina de aprender

continuamente y de adaptarse a los cambios que requiere el carácter cambiante de las aguas residuales.

3. PROBLEMÁTICA DE LA EDUCACIÓN EN TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Además de los factores que a continuación se mencionan, conviene hacer notar la problemática de la pedagogía ante un problema como el de las aguas residuales.

Este ramo como especialidad requiere que el personal involucrado comprenda que el ramo es muy empírico y, además, que en la práctica rara vez se presentan dos casos iguales. Es común leer en las primeras páginas de los manuales de diseño leyendas que intentan convencer al lector que todos los métodos propuestos en el libro son "recetas" basadas en la experiencia acumulada durante muchos años. También intentan convencer al lector que los modelos matemáticos que se encuentran en los libros son necesarios para entender el problema más no para realizar diseños.

El número de variables involucradas en la problemática de las aguas residuales es tan grande que no existen modelos matemáticos que permitan hacer planteamientos de solución sencillos y confiables hasta no medir grupos de variables y agruparlos en forma de "coeficientes cinéticos". Esto conduce a continuar trabajando de forma empírica o semiempírica a pesar del deseo y esfuerzos realizados para reducir el empirismo.

Este panorama logra desalentar y es causa de deserciones en muchos que muestran interés por seguir el camino del agua residual. Esta característica de las aguas residuales causa que muchos usuarios potenciales y administradores públicos tengan problemas de comunicación con los técnicos del ramo. A las personas ajenas al ramo les cuesta mucho trabajo comprender que el tratamiento de aguas residuales es algo tan "difuso" y que los técnicos no pueden hacer planteamientos de solución rápidos e inmediatamente objetivos. Entonces, es cuando el técnico realiza grandes esfuerzos para tratar de comunicarle sus ideas e inquietudes al administrador o potencial usuario. Es una labor muy difícil que se ve obstaculizada por el sentimiento del usuario de que el egreso que debe realizar

para tratar sus aguas residuales en contadas ocasiones produce un beneficio económico directo. En la mayoría de los casos SEDUE resulta más convincente que los argumentos técnicos y ecológicos.

La educación, al igual que la capacitación y formación de personal, independientemente del nombre que se le de, se ve afectada por factores que influyen de forma determi-

nante en la cantidad y calidad de las personas deseosas de aprender.

Los principales factores que afectan la educación son:

1. Aspectos políticos
2. Prácticas comerciales
3. Dependencia tecnológica
4. Mercado de trabajo
5. Factores académicos



Estos factores no son independientes entre sí, ya que, generalmente, los efectos son combinaciones de ellos al mismo tiempo que pueden ser productos secundarios de un factor con peso específico mayor. Se puede decir, analizando la problemática como ecólogo, que todos los factores están interrelacionados y que, dependiendo de las influencias ambientales, cada uno tiene un valor proporcional que podrá variar afectando a todos los otros de forma y con magnitud diferentes

1. Un factor de mucho peso en México que influye sobre los otros de forma importante es la política gubernamental. Este factor recibe influencias de índole diversa y cambia con los nuevos gobiernos, los cuales pueden ser a nivel municipal, estatal, federal. Entonces, como ejemplo, podemos ver que el Gobierno Federal actual ha hecho mucho énfasis en la problemática ambiental, cosa que no sucedió en gobiernos anteriores. Los efectos de las medidas políticas para combatir la contaminación ambiental son muy importantes por su concepción y por la magnitud de las medidas adoptadas. Definitivamente, este factor influye sobre todos los otros de forma decisiva y con tanto peso

que los otros aspectos no pueden, a su vez, influir sobre él.

2. Obviamente, la situación política influye sobre las prácticas comerciales, las cuales tienen gran auge bajo el presente Gobierno (1991). Debido a la intensa actividad que ha demostrado SEDUE durante los últimos 2 años, el comercio en el ramo del tratamiento de aguas residuales se ha intensificado de forma sin precedentes. La necesidad de controlar las descargas de aguas residuales obliga a la incipiente infraestructura nacional a reaccionar de una forma rápida y eficiente. Las empresas y personas que tradicionalmente se dedicaban al control de residuos líquidos se ven obligados a contratar personal y servicios sin especialidad debido a que las estructuras académicas no pueden responder ante la necesidad con la rapidez demandada. La infraestructura existente aumenta sin la capacitación recomendable. Actualmente se tiene una gran cantidad de empresas que dicen poder prestar los servicios requeridos para tratar aguas residuales. Visto desde un punto de vista general, la calidad de los servicios ofrecidos actualmente es inferior a la deseada.

3. Lo anterior crea un mercado de trabajo que no permite romper el círculo vicioso. La gran demanda de servicios se presenta como una oportunidad única para individuos y empresas. La rapidez de acciones demandada por SUEDE requiere personal de grandes cantidades y los prestadores de servicios contratan personas sin conocimientos del tema para tratar de cubrir las solicitudes recibidas. Pocos tienen tiempo para pensar en capacitación. La oportunidad comercial es inmediata y la demanda es real.

4. Aunque en México existen personas y empresas con gran capacidad técnica (debería haber muchas más), la dependencia tecnológica ha sido más un freno que una ayuda. Esto está ligado con prácticas comerciales de transferencia de tecnología en combinación con la baja preparación técnica de algunos empresarios exitosos. Durante los últimos 35 años, en ocasiones, empresas recurrieron a tecnologías diseñadas en el extranjero y, bajo otras circunstancias en tiempos posteriores, solamente copiaron los modelos importados previamente sin analizar la funcionalidad del sistema o sin pensar en adaptaciones al caso específico. Esto condujo a plantas construidas con

elementos difícilmente compatibles entre sí (diseños deficientes). En otros casos, los ingenieros o empresas tradicionales se han manifestado en contra de tecnologías desarrolladas en otros países. Se habla entonces de la ignorancia que muchos ingenieros tienen sobre las nuevas tecnologías; entonces volvemos al problema de la necesidad de actualización y capacitación para destruir mitos que, en muchas ocasiones, se crean debido a la ignorancia.

5. Se podría decir entonces, al ver el panorama general, que una parte importante de los problemas que aquejan actualmente al tratamiento de aguas residuales se basan en un desconocimiento de las bases tecnológicas y en deficientes sistemas educativos, los cuales a su vez se ven afectados principalmente por aspectos políticos. “Sin educación no hay progreso”. Este “slogan” difundido en México durante muchos años y, actualmente, las prácticas políticas no parecen darse cuenta que nuestros sistemas educativos empeoran en vez de mejorar.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se desprenden de esta presentación son:

- 1.** Los planes de estudio tienen deficiencias en su estructuración, lo cual se ve empeorado por la falta de alumnos, maestros y presupuesto. Se genera un círculo vicioso que no es posible romper por medio de los mecanismos establecidos a nivel institucional. Es posible mejorar la situación cuando entidades gubernamentales reconozcan y apoyen abiertamente la posibilidad de formación de su personal a través de las universidades.
- 2.** Ninguna institución de educación superior del país ofrece nivel de excelencia en ingeniería ambiental “las instituciones que ofrecen los estudios realizan una parte casi despreciable del total de la investigación en aguas residuales.
- 3.** La separación radical entre docencia e investigación en Ingeniería Ambiental es un freno a la formación personal de alta calidad. Es uno de los motivos por los cuales no se ha podido alcanzar niveles de excelencia.



- 4.** De las 6 instituciones de estudios superiores del país solamente 3 tienen capacidad real para formar especialistas a nivel maestría.

5. El personal dedicado a la educación superior y a la capacitación es sumamente escaso y la calidad es inferior a la deseada. Para que la situación mejore de forma sensible es necesario multiplicar por 10 el personal docente. No hay suficientes en el país para lograr lo anterior.

6. Es necesario que la capacitación para técnicos y operadores la realice personal con alto nivel académico. De esta forma se mejorará el nivel en vez de permitir su estancamiento.

7. Es necesario capacitar a profesionistas en el ramo para que entiendan correctamente las características de la forma de trabajar. La forma cambiante del trabajo y el empirismo involucrado pueden generar frustraciones y deserciones, las cuales son indeseadas.

8. Es necesario que las principales dependencias gubernamentales negocien y obliguen a instituciones de educación superior para que su personal sea capacitado con planes de estudios confiables y adecuados a sus necesidades.

9. Aspectos políticos, prácticas comerciales, la dependencia tecnológica, el mercado de trabajo y carencias académicas son factores que afectan de forma importante la educación en aguas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Academia Nacional de Ingeniería, A.C. "La formación de investigadores en Ingeniería en las áreas prioritarias del país: Situación actual y perspectiva" Informe final del estudio realizado para el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, D.F., 1991.

2. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología "Ingeniería Civil: Importancia y consecuencias" Ciencia y Desarrollo, México, D.F., abril de 1987.

3. Moeller, G. "El agua potable en México: Su potabilización y tratamiento. Recursos Humanos" Coloquios de Investigación. Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia en colaboración con la Coordinación de la Investigación Científica, UNAM. Abril 4 de 1.

