

Ingeniería Sanitaria

Sergio Arcetti¹

PRIMERA PARTE

Algunos principios

Aprovechando la oportunidad que se me ha ofrecido en esta revista, iniciaré el trabajo con unos mensajes dirigidos a la juventud, en especial a los jóvenes universitarios, y que han quedado registrados en la historia por su hondo significado.

Evidentemente la historia está llena de mensajes que se ajustan a lo descrito en el párrafo anterior y, por lo tanto, se han elegido solamente algunos —muy pocos por razones de espacio— que considero más importantes por ser atribuidos a hombres eminentemente científicos, estar relacionados de alguna forma con el título del presente documento y por que además nos ayudan a lo que yo creo debería ser una de nuestras metas más importantes: un análisis de nuestra actitud diaria; y tratar de cambiarla, si realmente estamos convencidos de que la que tenemos actualmente no es la más satisfactoria.

También me parece oportuno recordar que cualquier nación que no dedique sus mayores y mejores esfuerzos a la juventud, está realmente perdida.

El autor del primer mensaje elegido es el destacado científico francés Louis Pasteur y, antes de transcribirlo, es útil recordar algunos aspectos importantes de su vida.

Nació en Francia en 1822, fue un buen estudiante y se graduó en química, que para aquellos tiempos era ya una ciencia establecida. Siendo aún bastante joven, llegó a ser profesor y decano de la Facultad de Ciencias en la ciudad de Lille—que para aquella fecha era una ciudad de destiladores, cultivadores de remolacha y comerciantes—, donde por primera vez entró en contacto con el casi desconocido mundo de los microbios. Tengamos presente

que tanto la química como la microbiología son disciplinas fundamentales en la Ingeniería Sanitaria.

Continuó sus estudios de química y comenzó a hacer experimentos en microbiología que lo llevaron al descubrimiento de muchos de los principios de esta nueva disciplina. Con una firme moral cristiana, mucha voluntad y mucho trabajo, aplicó admirablemente los conocimientos que iba adquiriendo a dos aspectos fundamentales de la sociedad donde vivía. Por una parte *la salud pública*, por ejemplo la vacuna antirrábica, medidas contra enfermedades infecciosas, como la fiebre puerperal, y por la otra, el *sector productivo*, por ejemplo el mejoramiento de la calidad de los vinos, cerveza, vinagre, y la lucha contra enfermedades de animales y plantas, en otras palabras, la bacteriología aplicada a ciertos procesos industriales. En definitiva, se puede afirmar sin temor a equivocaciones, que L. Pasteur dedicó su existencia a mejorar *la calidad de vida* de sus semejantes.

Al llegar a la edad de setenta años, la sociedad le rindió un homenaje, el cual se llevó a cabo en una sesión solemne en la Universidad de *La Sorbona*, con asistencia de muchas celebridades del mundo científico, el Presidente de la República y otras personalidades políticas, pero fundamentalmente de jóvenes estudiantes, y fue a estos últimos a quien Pasteur se dirigió. El final del discurso dice textualmente:

"No os dejéis corromper por un escepticismo estéril y deprimente; no os desalentéis ante la tristeza de ciertas horas que pasan sobre las naciones. Vivid en la serena paz de los laboratorios y de las bibliotecas. Pregunto primero: ¿Qué he hecho por instruirme? Y, después, al ir progresando: ¿Qué he hecho por mi patria? Hasta que

* Ingeniero Civil de la UCAB. Profesor, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Andrés Bello.

llegue el día en que podáis sentir la íntima satisfacción de pensar en que de, alguna manera, habéis contribuido al progreso y bienestar de la humanidad."

Unos breves comentarios al mensaje son los siguientes: está dirigido al oyente, en este caso a los estudiantes jóvenes universitarios y de secundaria, pero podríamos extenderlo a cualquier ciudadano; le dice lo que debe hacer; no habla en futuro; no hace promesas; tampoco dice lo que deberían hacer los demás o el gobierno, que usualmente es la tónica de los discursos de nuestra dirigencia. Las primeras dos sentencias son muy precisas: no dejarse corromper y no desalentarse. Pareciera que el Sr. Pasteur las escribió para nuestra sociedad en los actuales momentos. Como se está dirigiendo a los estudiantes les dice que hagan su trabajo, el cual evidentemente se tiene que desarrollar en los laboratorios y en las bibliotecas. Esta parte del mensaje también es válida para todo nuestro público. La primera pregunta ¿Qué he hecho por instruirme? está directamente relacionada con la autoestima, la cual, según los expertos, está o muy baja o a cero en nuestro medio. Y la última sentencia parece estar escrita para todo público pero extendiendo el concepto de Patria a toda la especie humana. También podemos interpretarla última sentencia como un mensaje especial para los estudiantes de las ciencias ambientales, entre las cuales ocupa un lugar destacado la Ingeniería Sanitaria.

El autor del segundo mensaje también fue un eminente hombre de ciencia, persona muy trabajadora y muy callada, a pesar de haber tenido una vida muy breve —murió a la edad de treinta y seis años—le dio tiempo para formular leyes fundamentales de la termodinámica. Nos estamos refiriendo, como ya se habrá podido deducir, al científico francés Leonard Sadi Carnot (1796-1832). El Sr. Carnot le gustaba mucho hacer uso de los lemas y uno de sus favoritos era el que copio a continuación y que es el segundo mensaje:

"Hable poco de lo que Ud. sabe, y no diga absolutamente nada de lo que no sabe"

Si nuestros estudiantes pudieran aplicar bien el lema de Carnot y lograran que el resto de nuestra sociedad hiciera lo mismo, tengo la impresión que llegaríamos a ser en poco tiempo un país más productivo y sobre todo eliminaríamos un problema ambiental grave: el ruido psicológico.

El tercer y último mensaje —mucho más reciente— es de la Dra. Jan Moller. Está contenido en un artículo de la sección "Ellos opinan...", titulado "Comunicación y liderazgo en la empresa horizontal", publicado en un boletín del TESA, fechado enero/febrero de 1996 y distribuido recientemente con el periódico *E/ Universal*. La lectura completa y cuidadosa del artículo se recomienda ampliamente y está a la disposición de los interesados que lo soliciten en la Facultad de Ingeniería. El artículo trata del tema de la *calidad*, que la autora considera una cuestión de vida o muerte en un futuro inmediato. Pero para alcanzar la calidad es fundamental la autoestima.

"La creatividad de un equipo y su capacidad para mejorar continuamente depende del nivel de confianza que exista entre sus miembros. El intercambio de ideas y la comunicación franca y directa no son posibles sin un alto grado de confianza. En un ambiente de desconfianza, el ser humano suele cerrarse y se hace imposible la cooperación"

Y concluye el artículo de la siguiente manera:

"El enemigo del amor no es el odio sino el miedo".

En el proceso aprenderemos a amarnos a nosotros mismos de una manera auténtica. Sólo este amor propio (autoestima) puede ayudarnos a interactuar con la confianza necesaria para trabajar en equipo y crear calidad. Entonces la amabilidad, el respeto, la responsabilidad y la justicia formarán parte de nuestro comportamiento espontáneo, haciendo posible el estilo de liderazgo y el tipo de comunicación que aseguran el éxito de la organización horizontal."

Existe, a mi juicio, una admirable coincidencia entre lo expresado en el artículo de la Dra. Moller con el lema *No tengáis miedo* del Santo Padre —quien nos visitó últimamente—, con las opiniones expresadas en el libro *Autoestima del venezolano*, del profesor Manuel Barroso, y con lo expuesto por el Sr. W. E. Deming en el libro *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*.

De todo lo expuesto en esta primera parte se podrían formular las siguientes preguntas:

1. ¿Está nuestra juventud dejándose corromper por un escepticismo estéril y deprimente? ¿Se está desalentando ante la tristeza de ciertas horas que están pasando sobre la nación?

2. ¿Existe en nuestro medio la comunicación franca y directa que hace posible la confianza necesaria para trabajar en equipo y crear calidad?

3. ¿Existen en nuestro medio la amabilidad, el respeto, la responsabilidad y la justicia como parte de nuestro comportamiento espontáneo?

4. ¿Es posible tener amor por la patria, que equivale a amar al prójimo, si no se tiene amor por sí mismo (autoestima)?

Espero que el lector reflexione y se conteste sincera y honestamente las preguntas anteriores, con la esperanza de poder, en un futuro próximo, discutir nuevamente el tema; por ahora deseo sinceramente que los conceptos emitidos en esta primera parte sean útiles y aporten una modesta mejoría en nuestro ambiente universitario.

SEGUNDA PARTE

La Ingeniería Sanitaria

La Ingeniería Sanitaria, tal y como está enfocada actualmente, incluye básicamente el estudio de los diferentes sistemas de tratamiento para la potabilización de las aguas naturales y de los sistemas de tratamiento más usuales para las aguas servidas. Es conveniente observar que lógicamente, la materia incluye el repaso o el estudio de materias como la química, la física, la microbiología, y otras disciplinas necesarias para entender cabalmente los procesos de tratamiento antes citados. También se incluyen los aspectos legales, sobre todo sabiendo que las normativas existentes, por razones obvias, cambian en forma frecuente. Así como cambian las normativas legales, los programas de Ingeniería sanitaria también están sometidos a revisiones y cambios con una cierta frecuencia, que aumentará en un futuro inmediato. E otras palabras, dichos programas tendrán que ser revisados, analizados y publicados para poder mantenerlos al día.

Por otra parte, hay algunos hechos que son tan evidentes que no vale la pena incluirlos en un programa y por ser tan evidentes nadie los menciona y por lo tanto nadie piensa en ellos. Cuando esos hechos alguien los publica en un documento serio y confiable, entonces nos sorprende y nos hacen reflexionar. Eso fue exactamente lo que pasó cuando recibí el *National*

Geographic, noviembre 1993. Una edición especial titulada *Water* (Agua).

De una forma simple, sencilla y sin complejidades, entendible para todo público —característica básica de la calidad que es frecuente en los países desarrollados, pero que nuestra sociedad trata por todos los medios disponibles de ignorar—; la publicación presenta el ciclo completo del agua desde un punto de vista que nos ayuda mucho a entender mejor los principios de la Ingeniería Sanitaria.

En efecto, la Revista está dividida en cuatro secciones, a saber:

1. El recurso; se refiere a la disponibilidad del recurso.
2. El desarrollo; se refiere a las obras de captación, almacenamiento, potabilización y distribución del recurso al usuario.
3. La contaminación; se refiere al desmejoramiento de cualquier índole que sufra el agua por la acción del hombre o de la naturaleza, causando perjuicios tanto materiales como de tipo sanitario.
4. La restauración; se refiere a lo que hay que hacer para no dañar más los cuerpos de agua y también para reparar los daños causados y restablecer las condiciones naturales originales o por lo menos tratar de.

En todos los puntos anteriores interviene, en mayor o menor grado, la Ingeniería Sanitaria.

Más adelante, la misma publicación presenta los "Hechos acerca del uso del agua" y lo más curioso son los ejemplos que se citan:

1. Cuando Ud. enciende una luz, el agua generó la energía eléctrica en el caso de planta hidroeléctrica, o intervino en la generación del vapor y en el enfriamiento si se trata de una planta termoeléctrica.
2. Cuando Ud. lee un periódico, el agua intervino en la fabricación del papel.
3. Cuando Ud. maneja un automóvil, el agua intervino en la producción del acero.
4. Cuando Ud. come una hamburguesa, el agua alimento a la vaca.

Las cifras que presenta la publicación son impresionantes: dice que Estados Unidos tiene un consumo total diario de agua fresca de 339 millones de galones —sin contar el agua usada en la industria hidroeléctrica—, lo cual, en unidades métricas equivale a

14.850 m³/s, algo así como el caudal del río Orinoco al final de la época de estiaje.

Si fuesen de mi conocimiento las cifras correspondientes a Venezuela, las usaría para un ejemplo similar; más adelante volveremos a tocar este punto, por ahora permítanme decirles que estoy seguro que también nos dejarían impresionados.

Veamos ahora que le sucede al agua cuando el hombre le da uno de los tantos usos posibles.

ENERGÍA ELÉCTRICA

En el caso de las plantas hidroeléctricas, lo único que se hace es transformar la energía potencial del agua en energía eléctrica. No hay adición de poluentes y no cambian las características físicas ni químicas del agua. Obsérvese que en la industria hidroeléctrica, la misma agua puede ser usada varias veces. Ejemplo: el agua que genera electricidad en el Guri, vuelve a generar electricidad en la presa de Macagua (Puerto Ordaz). Si fuésemos a hacer un gráfico de consumos por la industria eléctrica, habría que contar dos veces el caudal del río Caroní — palabras mayores.—

En el caso de las plantas termoeléctricas, el único poluyente que se le agrega al agua es el calor, parámetro fácil de controlar pero costoso por los grandes volúmenes de agua que se manejan. Ejemplo, Planta Centro en Morón, Edo. Carabobo. En la práctica, se puede afirmar que el uso del agua en la industria eléctrica no constituye un dolor de cabeza para el Ingeniero Sanitario, si lo comparamos con otros usos.

AGRICULTURA

La actividad agrícola es la mayor usuaria de agua, en magnitud del caudal, después de la industria hidroeléctrica. Aquí, desde el punto de vista de la Ingeniería Sanitaria, las cosas cambian. Cuando el agricultor usa agua para el riego de sus cultivos y después de usada la vierte al sistema de drenaje, potencialmente puede provocar graves problemas de polución e inclusive de contaminación — adición al agua de sustancias directamente dañinas a la salud pública—. Bastaría con recordar que el agua usada para el riego puede arrastrar excesos de fertilizantes, herbicidas, plaguicidas, pesticidas y cualquier otra

sustancia usada en la actividad agrícola, a veces en forma no muy racional. Puede que en nuestro medio, el problema antes citado, todavía no presente aspectos críticos, pero el Ingeniero Sanitario deberá tenerlos presentes porque, más temprano que tarde y debido al crecimiento poblacional, habrá que hacer algo al respecto.

INDUSTRIA

La industria en general, excluyendo evidentemente la industria eléctrica por ser un caso muy especial y que ya analizamos, es el tercer gran usuario del agua. No está demás recordar que dada la gran variedad de industrias existentes y la gran cantidad de diferentes productos fabricados, en las aguas servidas industriales usted puede —y de hecho sucede— encontrar todo tipo de poluentes o contaminantes. Afortunadamente y por tratarse del sector productivo, la mayoría de las industrias disponen de recursos para atacar el problema y un amplio sector industrial ya concientizado, ha invertido buenas sumas de dinero en los sistemas de tratamiento de sus aguas servidas industriales.

No es el propósito de este trabajo hacer un análisis detallado de la situación de los sistemas de tratamiento de las aguas servidas de la industria, pero si creo conveniente mencionar cuales son las tendencias actuales en el consumo o uso del agua. En la publicación citada anteriormente aparece la siguiente información: mientras la producción industrial norteamericana se cuádruplicó en el período 1950 a 1990, el consumo de agua se redujo en un 19 por ciento. Lo anterior quiere decir que habiéndose cuádruplicado el número de "cosas producidas", en la actualidad se hacen más y mejores "cosas" con menos del 25 por ciento del agua usada originalmente. Eso significó —y seguirá significando— decisiones importantes a nivel de cambios de materias primas y cambios en la tecnología de los procesos productivos. Si bien esos cambios no afectan directamente la actividad del Ingeniero Sanitario, sí afectan profundamente la actitud del mismo. Se está convirtiendo en una responsabilidad moral del Ingeniero Sanitario honesto, advertir al industrial de esa nueva tendencia y no limitarse a proyectar un sistema de tratamiento, que bien puede ser técnicamente perfecto, pero que en un futuro cercano se podría convertir en lo que en nuestro medio se conoce como un "elefante blanco". Hay que tener presente el fenómeno de la globalización, que según los expertos es irreversible y por

lo tanto, si una industria no es competitiva a nivel mundial o se reconvierte o desaparece. Es demasiado evidente que ninguno de nosotros está interesado en la desaparición de nuestro incipiente proceso de industrialización. El principio de *producir más utilizando cada vez menos recursos naturales* es la base de lo que se llama actualmente *desarrollo sustentable*.

En un momento dado alguien podría pensar que eso significa una disminución en las actividades del Ingeniero Sanitario. Nada más falso. En la realidad hay mucho más trabajo para el Ingeniero Sanitario en los países altamente desarrollados que en los países en vías de desarrollo.

DOMÉSTICO

El uso doméstico: viviendas, escuelas, hospitales, instalaciones recreativas, deportivas y otras le agregan al agua potable que reciben, muchos poluentes y contaminantes y es en este campo donde la Ingeniería Sanitaria comenzó y ha hecho sus mejores experiencias. Tal como sucede en el sector industrial, en el sector doméstico la tendencia mundial es a reducirlos consumos de agua.

Por ejemplo, era usual en los estados Unidos que para descargar un excusado se utilizaran entre 13 y 26 litros de agua. En los actuales momentos ya existe la misma pieza sanitaria, conocida como *de bajo flujo*, que hace la misma operación en forma higiénica pero con apenas 6 litros de agua.

Por todo lo antes expuesto es muy razonable que en los años venideros se presenten grandes cambios —en realidad debería decirse grandes avances— en el campo de la Ingeniería Sanitaria. También puede decirse que aparecerán nuevos problemas que ya comienzan a vislumbrarse.

Con los ejemplos que vamos a exponer a continuación se pretende ampliar la visión en este campo. La Ingeniería Sanitaria hasta los actuales momentos se ha limitado, entre otras cosas, a la construcción y "operación" de plantas de potabilización de agua y de tratamiento de

aguas servidas, bien sean domésticas o industriales. Supongamos por un momento que se han construido todas las plantas de tratamiento posibles de construir. ¿Estaría resuelto el problema de la contaminación de los cuerpos de agua? ¿Qué sucede con los derrames constantes de gasolina que ocurren en las estaciones de servicio?

Cuando usted compra cauchos nuevos para su vehículo y comienza a usarlos ¿qué sucede con el material del caucho que se va desgastando por el uso?

Cuando encontramos en todas partes desechos sólidos (basuras) desparramados, o colocados en algún terreno como botadero a cielo abierto, ¿se contamina el elemento agua?

¿Qué sucede con las pérdidas de aceites y grasas lubricantes que caen desde los vehículos en marcha y manchan las carreteras?

¿Cuántos ejemplos como los anteriores pueden ponerse?

Tengamos presente que al venir la lluvia, todos los poluentes y contaminantes que hemos citado—y muchos más— son arrastrados por el agua y por lo tanto la "ensucian". Llámela como usted quiera, polución o contaminación; pero lo único cierto es que alguien tiene que "limpiarla".

Hasta ahora le hemos dejado el trabajo a la naturaleza pero... ¿podemos continuar haciendo lo mismo por más tiempo?

Como mensaje final se puede afirmar, sin temor a equivocaciones, que la Ingeniería Sanitaria es un campo de mucho futuro. Que en los actuales momentos de crisis pareciera que no hay recursos disponibles para atender esta actividad. Aquí es donde hace falta aplicar el mensaje de Pasteur y no desalentarse. La crisis pasará, pero la lucha por una mejor calidad de vida del humano continuará indefinidamente.

Espero que los conceptos emitidos sean útiles para la reflexión y quedo a la disposición para cualquier aclaratoria adicional que el lector interesado tenga a bien formular.

