

APORTACIÓN DE ALUMNOS DE SERVICIO SOCIAL A LA MICROEMPRESA DE AGUA PURIFICADA

CONTRIBUTION OF SOCIAL SERVICE STUDENTS TO THE PURIFIED WATER MICRO-ENTERPRISE

I. C. Monsreal Barrera¹
J. F. Escalante Euán²
M. A. Estrella Gutiérrez³

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación es que alumnos de servicio social de la Facultad de Ingeniería Química implementen una capacitación a microempresas del giro de purificación de agua en Mérida, Yucatán; el aumento de la demanda de agua dado el crecimiento de la población y una mayor contaminación de las fuentes de agua hacen indispensables a las microempresas de purificación de agua. Se empleó una metodología de tipo mixta y se definió un muestreo por conglomerados se utilizó una encuesta para censar aquellas problemáticas que aquejan a las microempresas de agua purificada. Se analizaron los resultados, se desarrolló un temario y una capacitación para estas microempresas, se impartió una primera capacitación.

ABSTRACT

The objective of this research work is for social service students from the Faculty of Chemical Engineering to implement training for water purification micro-enterprises in Mérida, Yucatán. The increasing demand for water due to population growth and greater contamination of water sources makes water purification micro-enterprises indispensable. A mixed methods approach was employed, and a cluster sampling method was defined. A survey was used to assess the issues affecting purified water micro-enterprises. The results were analyzed, a curriculum and training program for these micro-enterprises were developed, and an initial training session was conducted.

ANTECEDENTES

Las problemáticas en la industria de purificación de agua para consumo humano se han hecho latentes en los últimos años; esto debido al aumento de la población y sus necesidades, lo que llevan a una creciente contaminación del agua tanto superficial como subterránea, con ello surge la necesidad de recopilar las principales problemáticas que se presentan en las microempresas del giro de purificación de agua para poder brindar una solución que no solo beneficie económicamente a las empresas dentro del giro, sino que también impacte en la calidad del agua que distribuyen, evitando que ésta represente algún riesgo a la salud pública (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2018).

Dada la importancia de sensibilizar a los alumnos de las diversas Ingenierías en la importancia presente y futura para ellos y sus comunidades respecto a la problemática del consumo de agua de calidad, se planteó este proyecto como una problemática que debería ser atendida por ellos, lo que le daría sentido a su aportación social al medio en el que se

¹ Coordinadora de Proyectos Especiales de la Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán. ileana.monsreal@correo.uady.mx

² Coordinador del Cuerpo Académico de Competitividad e Innovación Tecnológica. Universidad Autónoma de Yucatán. jesus.escalante@correo.uady.mx

³ Representante de FIQ en el Programa de Egresados UADY. Universidad Autónoma de Yucatán. alejandro.estrella@correo.uady.mx

desenvuelven. En conclusiones se especifica el impacto que este proyecto tuvo en los alumnos.

Las limitaciones del estudio radicarón en la imposibilidad de realizar una muestra más amplia dado que este proyecto no contaba con financiamiento de ningún tipo, por lo que sus resultados son un acercamiento a ese tipo de micronegocios y la capacitación tiene contenido mínimo que cualquiera de esos negocios debería conocer.

Situación del agua en Yucatán

En el estado de Yucatán el agua subterránea se aprovecha extrayendo agua a través de pozos o cenotes, en total 18,467, ubicados la mayoría principalmente en la zona norte, oriente y sur poniente del estado. Las norias o pozos excavados son los más numerosos, representan el 53% del total, y extraen entre 1 y 5 lps, principalmente para uso agrícola, doméstico y abrevadero. También se utilizan algunos cenotes que extraen entre 10 y 30 lps, y en menor número se registran los pozos profundos con profundidades de entre 40 y 100 m, con un gasto del orden de 50 lps en promedio. Este volumen de agua permite cubrir la demanda de los diversos sectores: agrícola, industrial, público urbano y otros tipos de usuarios (Durán y Méndez, 2010).

La calidad microbiológica del agua subterránea en el estado de Yucatán, puede clasificarse como aceptables en un 45%, contaminadas en un 23%, peligrosas en un 18% y muy contaminadas en un 14%; por lo tanto, es de gran importancia no descuidar el abastecimiento de cloro para la purificación de las aguas antes de su distribución; ya que aproximadamente en el 46% de los sistemas de abastecimiento el agua se distribuía sin clorar y en el 7% las concentraciones de cloro residual estuvieron por debajo de lo establecido en la Norma Oficial Mexicana (Pacheco, Cabrera, 2004).

Microempresas de purificación de agua en Yucatán

De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2023) a septiembre del 2023 en Yucatán se tenían un total de 404 microempresas dedicadas a purificar y embotellar agua, estas representan solo el 1.69% del total de unidades con la misma actividad económica a nivel nacional, y en la ciudad de Mérida se cuenta con 136 unidades representando un 33.66% del total a nivel estatal.

Objetivo general

Diseñar un micro curso de capacitación para microempresas de agua purificada que pueda ser impartido por alumnos de servicio social de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) en Mérida, Yucatán.

Objetivos específicos

1. Identificar las necesidades mínimas de capacitación
2. Implementar una primera capacitación

METODOLOGÍA

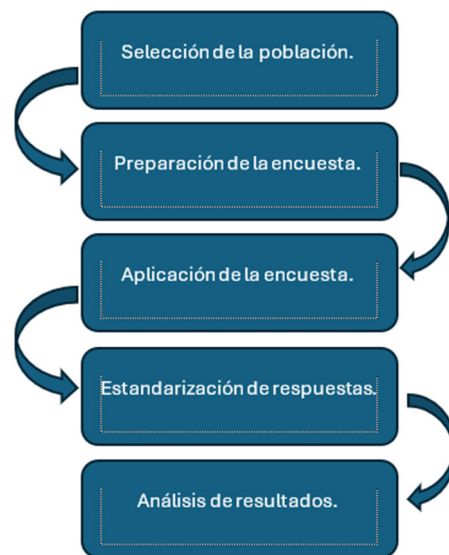
Alcance de la investigación

Dado el objetivo del presente proyecto y las limitaciones de recursos, el proyecto no planteaba una indagación exhaustiva ni de profundidad en las necesidades de capacitación

de las microempresas de agua purificada, fue un acercamiento para identificar lo mínimo necesario que estas empresas, usualmente familiares y sin conocimientos de ingeniería, deberían conocer para dar un servicio de agua purificada con las condiciones mínimas de seguridad y salubridad. Se utilizó un enfoque de investigación con un diseño específico de tipo mixto.

A continuación, se presenta la metodología de la investigación.

Figura1. Metodología del proyecto.



Selección de la población.

El proyecto empleó un muestreo por racimos para optimizar recursos, considerando que las microempresas de agua purificada están distribuidas en colonias de Mérida. Con base en el DENUE del 20 de septiembre de 2023, se identificaron 101 colonias como población. Para determinar el tamaño de la muestra, se utilizó la fórmula de López-Roldan y Fachelli para poblaciones finitas, con un 90% de confianza, error de 0.15 y proporciones de 0.5 para casos positivos y negativos. El resultado fue una muestra de 23 colonias, seleccionadas aleatoriamente, de las cuales debería encuestarse al menos una microempresa de purificación de agua.

Preparación de la encuesta.

La encuesta se preparó con una serie de preguntas abiertas, con la intención de detallar de manera cualitativa las problemáticas que presentaban. Para tener control sobre los resultados de ciertos aspectos cuantitativos de las encuestas, se realizó un tratamiento de normalización de las respuestas.

Se plantearon las siguientes preguntas abiertas:

1. ¿Recibió alguna capacitación?
2. ¿Cuál es la profundidad del pozo que utilizan? (en caso de no tener pozo dejar en blanco)

3. ¿Cuál es su cargo en la empresa?
4. ¿De qué fuente obtiene el agua que purifican?
5. ¿En qué consiste su proceso?
6. ¿Cuánta agua pueden purificar al día?
7. ¿Cómo realizan el mantenimiento de las bombas y equipos?
8. ¿Cuál es el problema más frecuente en el proceso?
9. ¿Cómo aplican las buenas prácticas de higiene y seguridad en el proceso?
10. ¿Qué normas regulan el tratamiento de agua para consumo?
11. ¿Cómo determinan que su producto tiene la calidad adecuada?
12. ¿Cada cuanto realizan análisis del agua y qué análisis realizan, en su caso?

Aplicación de la encuesta.

La recolección de información mediante la encuesta se llevó a cabo de la siguiente manera: Primero, se identificaron las direcciones de las microempresas usando los filtros de la plataforma DENUÉ, posteriormente se segmentaron las ubicaciones en base a las colonias a las que pertenecían y, por último, se realizó el levantamiento de respuestas visitando presencialmente a microempresas que residen en las colonias seleccionadas anteriormente:

Con el levantamiento realizado, se obtuvieron 26 encuestas de 23 colonias visitadas; se descartaron tres que se encontraban fuera del periférico de Mérida y se recolectaron 3 encuestas extras en las colonias Pacabtún, Mérida Centro y Los Héroes.

Estandarización de respuestas.

Se realizó un concentrado de las respuestas de la encuesta, procesadas en tablas dinámicas de Excel según criterios establecidos. La capacitación se clasificó en sí o no, mientras que para la profundidad de los pozos se organizó en rangos de 6 a 25 metros o, si no usan pozo, como no aplica. Se definieron tres categorías de cargo en la empresa: administrativo, dueño y operador y la fuente del agua se agrupó en pozo, potable, ambos o no se sabe.

El conocimiento sobre el proceso de purificación se dividió en se comprende o no se comprende. La capacidad de purificación diaria se agrupó en rangos de 0 a 30,000 litros. En cuanto al mantenimiento, las respuestas fueron no se sabe, periódicamente o uso de terceros. Los problemas frecuentes en el proceso incluyeron costos elevados, envases sucios, filtrado, fallas en equipos, sarro, verdín, obstrucción de tuberías, presión del agua y fallos eléctricos.

Sobre las buenas prácticas de higiene y seguridad, las respuestas se agruparon en aplicación de BPM o desconocimiento. En cuanto a las normas de tratamiento de agua, se clasificaron en conocimiento vago, conocimiento de normas específicas o desconocimiento total. La determinación de calidad del agua se realizó mediante prueba de turbidez, dureza, máquinas, salinómetro, laboratorio, olor/sabor y medición de pH, con algunos encuestados sin conocimiento del proceso. Finalmente, la realización de análisis del agua se categorizó en periódicos o desconocidos.

Análisis de resultados

El análisis de las encuestas permitió identificar áreas clave para la capacitación. Se encontró que el 7.7% de las empresas desconoce su fuente de abastecimiento, y aunque el 79.2% usa un pozo, en 16.67% de los casos no se conoce su profundidad. Además, el 65% de las

microempresas no estuvo involucrado en la elección y configuración del proceso de purificación, lo que provoca que el 42.3% del personal no comprenda el proceso en el que trabaja. En cuanto al mantenimiento, el 60% de las empresas que conocen su protocolo lo delegan a terceros, mientras que el 40% lo realiza internamente.

Respecto a las buenas prácticas de manufactura (BPM), el 96% afirma aplicarlas, pero el 4% las desconoce. Sobre normativas, el 15.39% no las conoce, el 65.4% las maneja de forma imprecisa y solo el 19.21% las domina correctamente. Por último, el 7.69% no sabe cómo determinar la calidad del agua y solo el 57.7% realiza análisis de laboratorio periódicos.

RESULTADOS

Diseño del curso

Temas para abordar

Identificadas las problemáticas principales presentes en las microempresas de purificación de agua en la región de Mérida, se definieron los temas que serían utilizados para el desarrollo y aplicación de la capacitación de las microempresas:

- Mantenimiento preventivo de equipos y maquinaria.
- Profundidad del pozo.
- Normativa aplicable.
- Lectura e interpretación de resultados de laboratorio.
- Buenas prácticas de manufactura.

Preparación del curso

Siguiendo el objetivo del proyecto, se planteó una edición presencial del micro curso, pero buscando un impacto futuro y por mayor tiempo, se planteó la posibilidad de realizar el micro curso de manera asincrónica y totalmente digital mediante cualquier dispositivo electrónico inteligente. Se decidió ir por las dos modalidades.

Para asegurar la calidad de la información, coherencia y equivalencia entre ambas modalidades, se escribió un guion a partir de una guía de capacitación donde se encuentran los apartados como estructura del micro curso de capacitación, los temas destacados, los subtemas, profundidad adecuada para cada uno, la explicación y definiciones para cada tema y subtema, garantizando abarcar la información seleccionada con la profundidad indicada, coherencia y homogeneidad durante la explicación. Así como los tiempos indicados para cada apartado durante la capacitación.

Como apoyo visual para el micro curso presencial se trabajó en una presentación que ayudó al espectador a entender los temas. Uno de los retos principales fue el diseño de la presentación, ya que no solo se buscó mantener la formalidad y calidad de la presentación, sino que fue necesario que se elaborara de manera llamativa, contribuyendo a la captación de la atención durante el micro curso.

Las diapositivas realizadas, se utilizaron para ambas modalidades, manteniendo el mismo sentido de los temas proporcionados, asegurando el interés del espectador y la calidad de la información presentada.

El guion se utilizó como herramienta base para realizar el material audiovisual para el micro curso de capacitación, en el que se consideraron factores como la formalidad, por ello el material se grabó desde Microsoft Teams, ya que ofrece un formato de video conferencia, lo que permitió conservar una dinámica similar a la modalidad presencial, donde se puede presentar las diapositivas mientras se explica y se observa al expositor al mismo tiempo, adecuado para alcanzar la calidad y dinamismo necesario para la modalidad digital del micro curso.

Durante el proceso de preparación del material de apoyo se consultó la base de datos recopilada de las microempresas que participaron en la primera etapa del proyecto, lo que ayudó a garantizar que los asistentes cumplieran con el perfil al que fue dirigido el proyecto. El principal problema que se presentó fue la dificultad de contacto debido a la falta de medios de contacto con estas microempresas, esto hizo necesario consultar de nueva cuenta la base de datos del DENUE para ampliar la lista de microempresas ubicadas en Mérida, dedicadas a la purificación de agua, a raíz de esta propuesta la problemática recurrente era la desactualización de los datos registrados de contacto; Finalmente se logró confirmar la asistencia de 6 personas de 5 microempresas diferentes.

Adicionalmente se aceptaron a 2 personas fuera del perfil objetivo del proyecto, pero interesadas en la purificación del agua, que tenían un mayor nivel de experiencia y estudios profesionales en Ingeniería Química.

Implementación de la capacitación

La capacitación en modalidad presencial se desarrolló en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Química de la UADY, y se contó finalmente con la participación de 4 microempresas diferentes para un total de 5 asistentes, a quienes se les impartió el micro curso en modalidad presencial el día 12 de junio de 2024, el cual tuvo una duración aproximada de 2 horas.

Al finalizar el micro curso se les facilitó una encuesta de satisfacción para obtener sus opiniones respecto a la profundidad y contenidos del micro curso. Esto para contar con puntos de mejora para proyectos futuros.

La encuesta fue facilitada a los participantes en formato digital por medio de un QR proyectado al final de la presentación del micro curso, la encuesta fue creada con el apoyo de la herramienta Google Forms. Este cuestionario tuvo 9 preguntas para evaluar la presentación del micro curso, el grado de satisfacción general, los puntos fuertes y los débiles, así como la probabilidad de recomendación de este micro curso para otras personas por parte de los asistentes. Esto permitió conocer tanto áreas de mejora, como los puntos fuertes del micro curso.

Para complementar el apartado de la encuesta se proporcionó un espacio para dudas, comentarios y sugerencias al finalizar el tiempo de la encuesta digital, enriqueciendo la retroalimentación obtenida de manera digital.

CONCLUSIONES

Durante la realización del proyecto, se identificaron puntos críticos dentro de las microempresas dedicadas a la purificación de agua. Por medio del levantamiento de información, se obtuvieron las bases para la estructuración de una guía de capacitación para la implementación de un micro curso, el cual contenía los aspectos solicitados por la población encuestada. Dentro de las vulnerabilidades encontradas están el mantenimiento preventivo y correctivo (debido al desconocimiento de los equipos incluidos en el proceso) y la normativa aplicable para tener un proceso de calidad. En este caso, era casi nula la información con la que cuenta la población acerca de qué normas sirven para el aseguramiento de la calidad de su producto y proceso.

Como parte de la revisión de la literatura y diversas fuentes confiables de información, como normativas, informes, artículos, etc., no se pudo obtener una profundidad reglamentaria mínima u obligatoria para la perforación de pozos como fuentes de abastecimiento para estas microempresas, debido al amplio espectro de variación entre el nivel freático, el nivel de contaminación de los acuíferos y el tipo de suelo. Sin embargo, tras el análisis de la información, se recomienda que la profundidad mínima se encuentre entre 15 y 20 metros, lo que disminuirá el nivel de contaminación del agua, rondando entre un nivel medio y bajo de contaminación para la mayoría de los contaminantes presentes en el agua, pero sin incrementar significativamente el costo de construcción y mantenimiento del pozo en comparación con pozos de mayor profundidad.

Los cuidados, así como las precauciones relacionadas con el pozo son puntos importantes y poco considerados, que reducen al mínimo el riesgo de contaminación involuntaria del acuífero, primordial para preservar la calidad y cantidad de agua dulce que aún puede ser consumible y purificada con los procedimientos actuales para ser apta para el consumo humano, por lo que se considera necesario resaltar la importancia del conocimiento de esto.

El análisis de la encuesta y los comentarios de satisfacción respecto a la capacitación muestran que, para los perfiles objetivo del proyecto, sus expectativas fueron cubiertas o incluso superadas. En cambio, para los perfiles diferentes a los del objetivo del proyecto que asistieron, sus expectativas no fueron completamente cubiertas. Sin embargo, sus observaciones e interés en el tema proporcionan bases para que, en un futuro, la facultad trabaje en una capacitación de mayor profundidad y especialización.

Dentro del marco del proyecto, se observa una gran falta de conocimiento sobre el proceso de purificación, las normativas aplicables, las buenas prácticas de manufactura, el diseño, el mantenimiento y la operación de sus fuentes de abastecimiento y de sus procesos, así como sobre los análisis y sus parámetros para asegurar la calidad del agua que utilizan y ofrecen como producto final para el consumo humano. Estos temas se consideran primordiales para garantizar que quienes operan una planta de purificación al menos estén sensibilizados de la responsabilidad que esto implica y contribuyan al cuidado de sus fuentes de abastecimiento y a la preservación de la calidad de este recurso tan valioso.

Es relevante que las instituciones de educación pública acerquen su conocimiento a las microempresas, dado que, como en este caso, el desconocimiento de los microempresarios puede derivar en problemas de salud pública para la población. Dado que consideran que es

relativamente sencillo operar este tipo de negocios y no se requiere mucha inversión, lo que proporciona un ingreso seguro, durante el acercamiento a este tipo de empresas se pudo detectar que muchas son abiertas y operadas por personas con un conocimiento mínimo, limitado o nulo, para garantizar el procesamiento y distribución de agua en las condiciones de salubridad requeridas. Esto puede derivar en problemas de salud para terceros. Informar y capacitar a estos microempresarios les proporciona elementos para mejorar sus procesos.

Por último, cabe comentar el impacto que este proyecto tuvo en los alumnos de las diferentes Ingenierías que participaron en él, el cual fue muy diverso, ya que no sólo les permitió utilizar sus conocimientos y habilidades duras adquiridos durante su formación, sino también hicieron uso de habilidades blandas, tan importantes para el desempeño profesional actual. Específicamente se adentraron en el conocimiento sobre el mantenimiento preventivo, el seguimiento consciente de las Normas Oficiales Mexicanas y las recomendaciones de las entidades competentes en el giro del tratamiento de aguas y sus contaminantes; también desarrollaron competencias de investigación, de trabajo en equipos multidisciplinarios, de resolución de problemas reales y habilidades de comunicación con personas de diferente nivel educativo y formación.

Lo que representó para ellos queda más claro plasmando las expresiones de algunos de ellos: “un reto”, “pude poner en práctica los conocimientos adquiridos”, “un reflejo del futuro”, “un desafío para mis habilidades”, “pulí mi compromiso, responsabilidad y objetividad”, “un cambio real y palpable con una muy buena guía y orientación”, “fue una experiencia formadora en todos los aspectos, personal, profesional y académico que me dio un sentido de pertenencia a la Universidad”.

BIBLIOGRAFÍA

- Durán, R., & Méndez, M. (Eds.). (2010). *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*. CICY; PPD-FMAM; CONABIO; SEDUMA.
<https://www.cicy.mx/sitios/biodiversidad-y-desarrollo-humano-en-yucatan/>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (s. f.). *DENUE: Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*.
<https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Pacheco-Ávila, J., Cabrera-Sansores, A., & Pérez-Ceballos, R. (2004). Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán, México. *Ingeniería: Revista Académica*, 8(2), 165–179.
<https://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen8/diagnostico.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2018). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2018. Capítulo 6: Agua, salud y medio ambiente*. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap6.html>