



Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura



Cátedra UNESCO
Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa



REVISTA

JUVENTUD Y CIENCIA SOLIDARIA:

En el camino de la investigación

LAS NANOBURBUJAS, TECNOLOGÍA QUE CAMBIA AL MUNDO

Kerly Doménica Criollo Loaiza, Karen Nicole Ochoa Cueva



Kerly Doménica Criollo Loaiza, tengo 18 años, Estudio en el tercer año BGU de la Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora. Me gusta tocar el violín y ver series. Quiero estudiar Medicina en la universidad.



Karen Nicole Ochoa Cueva, tengo 18 años. Estudio en el tercer año BGU de la Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora. Me gusta tocar la guitarra, el piano, el ukelele y la batería, también me gusta entrenar baloncesto, fútbol, vóley, natación y ciclismo. Quiero estudiar Psicología en la universidad.

Resumen

Las nanoburbujas a partir del siglo XXI han resonado a lo largo del mundo, por sus diversas utilidades dentro y fuera de la industria, ya que han demostrado tener potencial aplicación de nuevas e innovadoras tecnologías.

En el presente ensayo investigativo se expone un método poco conocido enfocado en el tratamiento de agua contaminada, porque la escasez de la misma representa una grave problemática a la que nos enfrentamos diariamente; sin embargo, en este artículo se busca explicar cómo las nanoburbujas revolucionan las técnicas de purificación y tratamiento de aguas contaminadas

sin utilizar químicos que dañinos para nuestra salud si los consumimos.

El tema se desarrolla exponiendo el procedimiento de cada nanoburbuja desde su creación hasta que oxida los contaminantes disueltos en el agua, como consecuencia obtenemos agua purificada. El principal objetivo es brindar una visión extensa de las nanoburbujas para que en un futuro se puedan replicar en nuestro país, igualmente, a lo largo del artículo se muestran gráficos que explican las fórmulas para conocer con más exactitud como aquellas trabajan. La finalidad de este texto radica en la explicación de este novedoso método

que ayudan al medioambiente, para ello es necesario aplicar materias como química o física, ya que nos brindan una visión más compleja de la purificación del agua, sobre todo, se busca promover soluciones factibles que puedan dar satisfacción a las problemáticas relacionadas con la contaminación hídrica.

Palabras clave: agua, oxígeno, contaminantes, purificar, método

Explicación del tema

Las nanoburbujas son cavidades que contienen significativas cantidades de oxígeno comprimido en su interior. Poseen un tamaño menor a un micrómetro (μm) y más grandes que un nanómetro (nm), lo que las hace 2500 más pequeñas que un grano de sal [1]. Por su reducido tamaño tienen la capacidad de mantenerse más tiempo flotando por el agua; sin embargo, su principal característica dentro de un medio acuoso es el incremento de oxígeno dentro del agua. El objetivo más relevante de las nanoburbujas se basa en dos procesos: la oxigenación y la oxidación. Por un lado, la primera se dedica al suministro estable de oxígeno que sirve de manera eficaz para neutralizar los contaminantes del agua, mientras que la segunda hace referencia a la descomposición de cualquier residuo que se encuentre en el agua. En pocas palabras, se libera una gran cantidad de radicales libres que permiten eliminar algas y microorganismos como en el caso de las algas [2].



Figura 1. Nanoburbujas
Fuente: shorturl.at/nryT0

Por otra parte, la presión interna que ejercen las nanoburbujas aumenta exponencialmente en comparación con el oxígeno del medio exterior. No obstante, generan una carga eléctrica negativa, lo que les permite participar en diversos procesos intermoleculares

debido a su gran capacidad para formar nuevos enlaces de hidrógeno. Este proceso es conocido como fuerza de atracción, en donde las nanoburbujas se agrupan permitiendo que se adhieran a ellas partículas contaminantes de todo tipo, por lo que se sienten más atraídas a los compuestos orgánicos como aceites, los hidrocarburos residuales, los tensioactivos y las grasas. Cuando un número suficiente de nanoburbujas se adhiere a una partícula, su densidad disminuye, lo que permite que el contaminante se separe del agua que la rodea para que la partícula pueda ser eliminada por flotación o filtración, en pocas palabras este método recibe el nombre de cavitación.

Para crear nanoburbujas se emplea un minucioso proceso a partir de un principio físico que consiste en administrar gas y agua simultáneamente y mezclarlos completamente en el dispositivo de nanoburbujas [3]. El procedimiento experimental inicia en el armado del generador para la realización del tratamiento por dosificación, es decir, que se necesita de una bomba generadora que periódicamente inserta dentro del agua grandes cantidades de nanoburbujas las cuales salen por una boquilla de cerámica [4]. Posteriormente, las nanoburbujas se hunden y pueden permanecer en el agua durante varios meses. Para comprender cuán diminutas deben ser estas, debemos saber que son imperceptibles para el ojo humano ya que miden 200 nanómetros (nm) de diámetro. Son medidas con un microscopio electrónico, debido a que este mismo usa electrones los cuales viajan a una velocidad parecida a la de la luz permitiendo así que las nanoburbujas no exploten prematuramente, todo esto con el fin de conseguir estabilidad de oxígeno en el agua.

Para explicar mejor el tiempo de vida útil de las nanoburbujas se debe conocer la flotabilidad neutra para que las mismas permanezcan en constante movimiento. Las burbujas de mayor tamaño se elevan hacia la superficie mucho más rápido que las de menor tamaño [5], se necesita calcular la velocidad de ascenso de las nanoburbujas en intervalos de tiempo en 30, 60, 90 min, ya que este es el tiempo mínimo para evidenciar resultados favorables. Para ello, se observa en los valores de la Tabla 1, arrojando como resultado ($t = 30\text{min}$), se registró una velocidad $v = 6,324 * 10^{-6}$ m/s, después en el intervalo ($t = 60\text{min}$), se observa

una velocidad $v = 4,642 * 10^{-6}$ m/s y posteriormente en ($t = 90min$), da como resultado $v = 4,089 * 10^{-6}$. Al comparar todos estos resultados de 30 min y 60 min, se observa que la velocidad se reduce $1,68 * 10^{-6}$, por lo que mientras menor sea el tiempo mayor es la velocidad que alcanza cada nanoburbuja.

$$v = \frac{p * g * (d)^2}{18n} \quad (1)$$

Donde:

v = velocidad de ascenso

p = densidad del líquido ($998,2kg/m^3$)

g = aceleración de la gravedad ($9,8m/s^2$)

d = diámetro de la burbuja

n = viscosidad del líquido ($1,005 * 10^{-3}$) m^2/s

Tabla 1. Velocidad de las nanoburbujas en variación del tiempo

Tiempo (minutos)	Velocidad m/s^2
30	$6,324 * 10^{-6}$
60	$4,642 * 10^{-6}$
90	$4,089 * 10^{-6}$

Fuente: Autoras

Las nanoburbujas son generadas por una máquina que posee una bomba silenciosa, la cual es capaz de trabajar sin generar o utilizar ningún residuo, mediante el uso de su ánodo y cátodo que separa a las moléculas de agua en hidrógeno y oxígeno; como resultado es capaz de generar un flujo coaxial, ya que se necesita inyectar el aire a gran presión permitiendo el choque de las burbujas normales con las nanoburbujas; brindándoles una alta resistencia dentro del líquido lo que provoca que no suban a la superficie de manera instantánea, permitiendo mayor duración para absorber los contaminantes. Cuando las nanoburbujas están en un movimiento constante dan lugar a la formación de radicales hidroxilos (OH^-), por lo que destruyen rápidamente los contaminantes disueltos en el agua al romper su estructura molecular. Con este método se puede purificar el agua de una forma totalmente natural sin agregar ningún componente nocivo para la salud de los seres humanos o los animales marinos que habitan en este medio.

Otro punto importante es la temperatura del líquido, dado que tienen un periodo de vida relativamente largo por lo que pueden llegar a mantenerse intactas durante varios días. Sin embargo, si el medio acuoso se encuentra en temperaturas demasiado altas, la concentración de las

burbujas baja causando que se revientan prematuramente. En definitiva, para eliminar de manera factible los residuos no deseados del agua es necesario tener en cuenta que, por su tiempo de uso, permite que el mantenimiento del agua sea de manera periódica, recomendando así los intervalos largos. Al observar en la Tabla 2 trabajamos con los intervalos de tiempo anteriores (30, 60, 90 min), donde podemos interpretar que en el $t = 30$ min, la presión de la burbuja es $\Delta P = 0,84$ atm, posteriormente cuando $t = 60$ min, la presión aumentó $\Delta P = 0,98$ atm, mientras que en el último intervalo de tiempo $t = 90$ min, la presión aumentó a $\Delta P = 1,046$ atm, en donde podemos ver que la presión es directamente proporcional al tiempo, ya que si la una aumenta la otra también lo hará.

$$\Delta P = 4\sigma/d \quad (2)$$

Donde:

ΔP = presión de la burbuja

σ = tensión superficial = $0,0728$ N/m

Tabla 2. Presión de las nanoburbujas en relación con el tiempo

Tiempo (minutos)	Presión (atm)
30	0,84
60	0,98
90	1,046

Fuente: Autoras

Las nanoburbujas poseen muchas ventajas, sin embargo, una de las desventajas más notorias de este método para purificar el agua es su elevado costo de producción, ya que se debe adquirir la bomba generadora de nanoburbujas y esta a su vez consume energía eléctrica durante prolongados periodos de tiempo. Los aspectos económicos no lo hacen sustentable para países pobres. Sin embargo, se puede optar por un medio más sustentable como la energía fotovoltaica proveniente del sol [6], de esta manera, se convierte en un método económico. Además, los paneles solares generan energía fotovoltaica que permite una operación sustentable e independiente.

En pocas palabras las nanoburbujas al ser aplicadas en diferentes líquidos tienen las propiedades químicas que modifican las condiciones habituales del agua a tratar, actuando como pequeños agentes descontaminantes de las impurezas presentes en estos líquidos. Además, el ahorro de agua en hasta un 25 %, utilizando esta técnica, de paso ayudaría a combatir la actual crisis hídrica [7]. De esta manera, contribuimos a reducir el impacto que causa en nuestra

sociedad el agua contaminada, haciendo que esta se purifique con el uso del oxígeno, ayudando al medioambiente, nuestra casa común.

Por último, esta eficiente alternativa nos permite enfrentar la contaminación hídrica. Al tratar las aguas contaminadas con nuevas tecnologías de purificación y filtración obtenemos como un agua de calidad. Así mismo, esta forma de purificar el agua representa una manera más eficiente para combatir la escasez de agua o la contaminación de la misma. Al mejorar los procesos de descontaminantes se obtendría una fuente de agua para pobladores de la región. Por otro lado, en poblaciones donde el acceso al agua es limitado no solo basta con instalar dispositivos para la purificación de agua, sino el asegurar que esta agua sea de buena calidad y apta para el consumo. El campo de la nanotecnología aún no ha sido explorado del todo en nuestro país, pero es pertinente conocer que muchas técnicas pueden adaptarse a nuestras necesidades siempre.

Conclusiones

Las nanoburbujas forman parte de un campo con mucho potencial. Después de realizar la revisión de esta tecnología podemos concluir que las nanoburbujas aportan grandes beneficios para la sociedad. Su principal objetivo es ayudarnos a obtener la mejor calidad de agua mediante la inyección de oxígeno, eliminando así virus, parásitos y bacterias, sin la necesidad de químicos que perjudican nuestra salud.

Continuamente se hacen mejoras en los sistemas de filtración utilizando membranas que no solo disminuyen en tamaño, sino en selectividad y duración, y aunque el costo aún sigue siendo elevado para un tratamiento de aguas a gran escala, es importante mantenerse al corriente de los avances y tratar de replicar experiencias exitosas en otros países en nuestra propia comunidad.

Agradecimientos

En primer lugar, queremos agradecer a nuestro docente de Matemática Superior, Ing. Rodrigo Pinto, ya que su apoyo fue una parte fundamental para escribir este artículo. Agradeciendo de todo corazón por la paciencia y la buena voluntad que siempre mostró para apoyarnos en cada paso de este artículo.

Adicionalmente, agradecemos a la UESMA, por permitirnos expresarnos a través de este documento donde damos a conocer sobre este tema fundamental como son las nanoburbujas y la contaminación hídrica.

Referencias

- [1] L. Arroyo, «Agrofy News,» 20 diciembre 2017. Las nanoburbujas y su potencial revolucionario para la agricultura. [En línea]. Disponible en shorturl.at/sEIK8
- [2] Portal Fruticola. (26 de octubre de 2021). «¿Cómo aumentar la producción de tus cultivos con la tecnología de las nanoburbujas?» [En línea]. Disponible en shorturl.at/gopL3
- [3] Reyes, R. (31 de octubre de 2017). «Eficiencia de micro-nanoburbujas para el tratamiento de aguas servidas en Puerto Bermúdez, Oxapampa, Pasco,» [En línea]. Disponible en shorturl.at/dktIJ
- [4] Hempel, E. (20 de mayo de 2020). «Nanoburbujas - Nueva Tecnología que Mejora el Crecimiento de los Peces de Cultivo.» [En línea]. Disponible en shorturl.at/vyAQZ
- [5] Romani, S. J. (21 de junio de 2018). «MICRO-NANOBURBUJAS Y SU USO EN TRATAMIENTO DE AGUAS.» [En línea]. Disponible en shorturl.at/anwAB
- [6] El Financiero. (25 de agosto de 2021). «Nanoburbujas, las elegidas de los investigadores del IPN para limpiar el agua en Xochimilco,» [En línea]. Disponible en shorturl.at/jvEMX
- [7] Montes, C. (30 de agosto de 2021). «El desconocido rol de las nanoburbujas de oxígeno en la actual crisis hídrica.» [En línea]. Disponible en shorturl.at/fAJT8