



Artículo Original

Educación ambiental y desarrollo de habilidades prácticas desde la asignatura Análisis Químico de los Alimentos I

Environmental education and skills development practices from the subject Chemical Analysis of Food I

Humberto Silvio Varela-de Moya¹  <https://orcid.org/0000-0002-6632-3182>, Mercedes Caridad García-González¹  <https://orcid.org/0000-0003-4102-0406>, Carlos Sánchez-Cabrera²  <https://orcid.org/0000-0003-4102-0406>

Resumen:

Contexto: La necesidad, en los procesos de enseñanza universitarios, de un nuevo modo químico de pensar y actuar en relación con el medio ambiente, coherente con las exigencias de la estrategia curricular de la carrera Licenciatura en Ciencias Alimentarias.

Objetivo: Evidenciar la relación entre la educación ambiental y el desarrollo de habilidades prácticas en los estudiantes desde la asignatura Análisis Químico de los Alimentos I.

Métodos: Se emplean métodos teóricos como el analítico-sintético y el inductivo-deductivo. Desde la perspectiva empírica, se aplicó la técnica operatoria a microescala, para inducir la reducción de residuos en las prácticas de laboratorio, el análisis comparativo de sus resultados con la técnica operatoria convencional, así como la entrevista grupal.

Resultados: Se aporta una alternativa viable para la realización de las prácticas de laboratorio en Análisis Químico de los Alimentos I, que minimiza el uso de reactivos y la formación de residuos, aportando un enfoque ambiental a su desarrollo.

Conclusiones: Las prácticas son factibles por la técnica a microescala ya que permite el ahorro de reactivos y la disminución de desechos químicos, sin comprometer el resultado práctico esperado, fortaleciendo el desarrollo de habilidades prácticas y promoviendo una conciencia ambientalista.

Palabras clave: educación ambiental, estrategia curricular, ciencias alimentarias.

Abstract:

Background: The need, in university teaching processes, for a new chemical way of thinking and acting in relation to the environment, consistent with the demands of the curricular strategy of the Bachelor's degree in Food Sciences.

Objective: To show the relationship between environmental education and the development of practical skills in students from the subject Chemical Analysis of Foods I.

Methods: Theoretical methods such as analytical-synthetic and inductive-deductive are used. From the empirical perspective, the microscale operative technique was applied to induce the reduction of residues in laboratory practices, the comparative analysis of its results with the conventional operative technique, as well as the group interview.

Results: A viable alternative is provided for carrying out laboratory practices in Chemical Analysis of Foods I, which minimizes the use of reagents and the formation of waste, providing an environmental approach to its development.

Conclusions: The practices are feasible by the microscale technique since it allows the saving of reagents and the reduction of chemical waste, without compromising the expected practical result, strengthening the development of practical skills and promoting environmental awareness.

Keywords: environmental education, curricular strategy, food sciences.

Historial del artículo

Recibido: 7 junio 2022

Aceptado: 2 julio 2022

¹Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz", Camagüey, Cuba;

²Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba.

Email:

humberto.valera@reduc.edu.cu

Artículo de acceso abierto bajo licencia Creative Commons Atribución NoComercial CompartirIgual (CC-BY-NC-SA) 4.0.



Citación recomendada para este artículo:

Varela-de Moya, H. S., García-González, M. C., y Sánchez-Cabrera, C. (2022). Educación ambiental y desarrollo de habilidades prácticas desde la asignatura Análisis Químico de los Alimentos I. *Monteverdia*, 15 (2), pp. 13-21. Recuperado de: <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/monteverdia/4119>

Introducción

La Química es una Ciencia experimental que se dedica al estudio de la composición y la estructura de las sustancias; así como las transformaciones de unas en otras. La importancia de la Química para el ser humano radica en que forma parte de la vida

cotidiana, pues contribuye a proporcionar una gran variedad de productos que facilitan muchas de las tareas diarias lo que favorece de forma decisiva a satisfacer las necesidades de la humanidad (Alonso, 2019).

No obstante, por lo general es una ciencia, que interviene en la contaminación del medio ambiente

como consecuencia de la actividad humana. Precisamente, las sustancias químicas como los plaguicidas, cianuros, herbicidas, los residuos urbanos, el petróleo, entre otros, constituyen agentes contaminantes que pueden producir enfermedades, daños en los ecosistemas o el medio ambiente (García, Varela, Rodríguez y Pérez, 2019).

El deterioro gradual y progresivo del medio ambiente, ha llevado desde hace años al diseño de políticas, normas y estrategias dirigidas a disminuir la contaminación de este. A partir de los estudios encargados por el club de Roma, para el año 1972 ya se situaba el problema ambiental a escala planetaria. A partir de allí, se han sucedido una serie de documentos (Carta Mundial de la Naturaleza, Informe de la Comisión Mundial “Nuestro Futuro Común”, Informe Geo 4), la creación de comisiones especiales (PNUMA, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; IPCC, Panel Intergubernamental en Cambio Climático); y encuentros internacionales (Río, Copenhague, Johannesburgo, entre otros); acuerdos internacionales (Protocolo de Montreal, Protocolo de Kioto, etc.), que cada vez más centran la atención sobre estos aspectos (Macías, Aguilera y Águila, 2020).

En Cuba se comienza a tratar la temática en 1981, cuando se promulga la Ley No. 33/81, sobre protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, donde en su artículo 14 se señala que la enseñanza es una de las cuestiones fundamentales para lograr la protección al medio ambiente (Cuba. Asamblea Nacional del Poder Popular, 1980; Macías, Aguilera y Águila, 2020).

De este modo, Correa, Ávila, Garrido y Peña (2021) exponen que la problemática ambiental se ha convertido en una de las principales preocupaciones para el hombre moderno, pues afecta a todos por igual y condiciona el desarrollo sostenible. En los últimos años la actuación irresponsable e irracional de la humanidad sobre el medio ambiente se incrementa y provoca afectaciones de la situación socioambiental del ser humano, lo que trae como consecuencia el deterioro ambiental. En este contexto, la Educación Ambiental juega un papel extraordinario en el proceso de cambio hacia el desarrollo sostenible que exige una amplia participación en la formulación de políticas, la adopción de decisiones y la ejecución de actividades a todos los niveles, desde una visión que integre las

dimensiones económica, social y ambiental.

Del mismo modo, Abraham y Rivas (2021), consideran que la educación ambiental orientada al desarrollo sostenible precisa de estrategias que promuevan una actuación responsable y comprometida, potenciándose la adquisición de conocimientos, desarrollo de habilidades y competencias, así como del componente afectivo-volitivo, que propicien la participación activa de los sujetos en la adaptación al cambio climático, mediante una actitud consciente hacia la protección del ecosistema.

Por todo ello se considera que es necesario un nuevo modo químico de pensar y actuar en relación con al medio ambiente, en la perspectiva de la prevención, es esencial preparar a las nuevas generaciones a través de la enseñanza. La formación de profesionales conscientes de sus acciones y su entorno es vital para definir un perfil profesional competitivo.

De ahí que, los autores valoran que la función que cumple un laboratorio químico depende de la naturaleza de la institución en la que se encuentre. En el caso de una institución educativa, un laboratorio sirve para demostrar las propiedades de determinadas sustancias y compuestos, comprobar alguna ley; así como entrenar a los futuros profesionales en el manejo y aplicación de las técnicas más comunes usadas en los laboratorios. Los laboratorios químicos también se utilizan para la investigación y desarrollo de nuevos productos, para la investigación básica o aplicada.

En este sentido, en los laboratorios docentes de química se manejan gran cantidad de productos y se efectúan diversas operaciones que conllevan a la generación de residuos, que en su mayoría resultan dañinos para la salud y el medio ambiente.

El volumen de estos residuos es generalmente pequeño en relación al proveniente del sector industrial, pero no debe subvalorarse el problema que estos puedan ocasionar, por lo que se hace necesario:

- Diseñar métodos de síntesis que usen y generen sustancias con poca o ninguna toxicidad, tanto para los seres humanos como para el medio ambiente.
- Evitar el uso de sustancias que no sean imprescindibles (disolventes, agentes de separación, etc.), y en el caso de que se utilicen, que sean lo más inocuas admisible.

- Deben usarse materias primas renovables, siempre que sea prudente desde el punto de vista técnico y económico.

Todo lo anterior tiene la finalidad de contribuir a proteger la salud y preservar el ambiente. Ahora bien, a partir del desarrollo de las técnicas operatorias experimentales, el estudiante debería ser consciente del uso, manejo y disposición de reactivos y residuos de laboratorio. Sin embargo, en la Universidad de Camagüey, actualmente, los mecanismos que garantizan este principio son insuficientes, lo que origina en los estudiantes una falta de conciencia en las acciones que llevan a cabo a partir de su formación profesional.

En el contexto ambiental, en las prácticas de laboratorio de la asignatura Análisis Químico de los Alimentos I en ocasiones las sustancias no son neutralizadas y son vertidas al desagüe, lo que llega directamente al alcantarillado y a las diversas fuentes hídricas, afectando el ecosistema. En el contexto de la salud, al usar una mayor cantidad de reactivos, implica la exposición a una mayor concentración de la sustancia, por lo que el riesgo de efectos negativos también aumenta y si no se tiene el conocimiento adecuado, el riesgo podría aumentar más, pues se suma el riesgo por contaminación cruzada e incompatibilidad de sustancias.

Por tanto, a partir de los presupuestos anteriores, el objetivo de la investigación es evidenciar la relación entre la educación ambiental y el desarrollo de habilidades prácticas en los estudiantes desde la asignatura Análisis Químico de los Alimentos I, en cuanto al manejo y aplicación del microanálisis, con los consiguientes beneficios económicos y medioambientales.

Materiales y métodos

Se realizó una investigación cualitativa de tipo educacional en el período comprendido

entre septiembre de 2019 a enero de 2020, en la Facultad de Ciencias Aplicadas perteneciente a la Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz. Se emplearon métodos teóricos como el analítico-sintético y el inductivo-deductivo, los que permitieron la determinación de los fundamentos epistemológicos y prácticos en el proceso investigativo y el estudio efectuado del tema por diversos investigadores.

Desde el punto de vista empírico se aplicó la técnica operatoria a microescala con el objetivo de adaptar dos prácticas convencionales que son impartidas a los estudiantes de la carrera licenciatura en Ciencias Alimentarias. Las adaptaciones de las prácticas de laboratorio solo involucraron la disminución de las sustancias empleadas sin alteración en sus concentraciones. El trabajo se realizó en tres etapas, las dos primeras fueron ejecutadas por el profesor y la tercera por los estudiantes.

1ra Etapa

Se seleccionaron las prácticas factibles a cambios en la escala de experimentación. En la asignatura Análisis Químico de los Alimentos I se efectúan diez prácticas de laboratorio, de estas, nueve son mediante las distintas volumetrías. Las prácticas de laboratorio seleccionadas para la aplicación de la técnica operatoria a microescala fueron:

- Práctica No. 8: Preparación y estandarización de una disolución de tiosulfato de sodio.

- Práctica No. 9: Preparación y estandarización de una disolución de permanganato de potasio.

Ambas prácticas de laboratorio se corresponden con los métodos volumétricos de oxidación-reducción, el motivo de la selección lo justifica el hecho de que en este momento del curso escolar el estudiante ha adquirido habilidades en la realización de valoraciones, pues han realizado cinco prácticas, no obstante, se le previene de los posibles errores derivados de la falta de habilidad en el manejo de los útiles más pequeños de lo habitual, se les alerta que extremen su atención en las mediciones de masa y volumen de los reactivos de partida, ya que por tratarse de cantidades más pequeñas admiten menos error absoluto respecto a la cantidad indicada en la técnica operatoria convencional.

2da Etapa

Se probaron y evaluaron los cambios propuestos en la escala de experimentación. Los materiales que deben utilizarse en la adaptación de una práctica de Química Verde a la microescala suelen ser similares a los aplicados en una práctica convencional, solo que aquellos que están relacionados con la contención de un determinado volumen o peso de sustancias químicas han de elegirse de manera que estén adaptados a las cantidades reducidas con las que ahora

se trabaja.

Los materiales empleados en las dos prácticas se relacionan a continuación:

- Un vaso de precipitado de 10 mL.
- Una micro bureta consistente en una pipeta de 2,0 mL graduada en 0,02 mL la que se conecta a una llave de venoclisis de tres pasos de uso médico. La salida de la llave se conecta a la aguja de una jeringa desechable de 5,0 mL previamente limada en la punta, para llenar la micro bureta utilizando la tercera vía (Baeza, 2006).
- Una balanza analítica marca Sartorius, con una precisión de $\pm 0,01$ g.
- Una placa calefactora-agitadora y una barrita de imán recubierta de teflón (que sirve para la agitación).

3ra Etapa

Se realizó la ejecución de las prácticas de laboratorios.

Además, se aplicó la entrevista grupal, con el objetivo de conocer la valoración de los estudiantes acerca de la implementación de técnicas de química a microescala en las prácticas de laboratorio de la asignatura Análisis Químico de los Alimentos I después haberlas ejecutado. La entrevista fue aplicada a los 24 estudiantes que conforman la matrícula del segundo año de la Licenciatura en Ciencias Alimentarias.

Resultados y discusión

De la 1^{era} etapa

Las prácticas seleccionadas son las que producen más residuos líquidos peligrosos debido a su bajo pH y las altas concentraciones de Cr (VI) lo que le confieren a este residuo características tóxicas y cancerígenas. En consecuencia, se analizaron las fichas de seguridad de todos los reactivos utilizados en las prácticas.

En cuanto, al dicromato de potasio se detalla una serie de números correspondientes a frases: R49 puede causar cáncer por inhalación, R46 puede causar alteraciones genéticas hereditarias, R21 nocivo en contacto con la piel, R25 tóxico por ingestión, R26 muy tóxico por inhalación, R37/38 irrita las vías respiratorias y la piel, R43 posibilidad de sensibilización en contacto con la piel, R50/53 muy tóxico para los organismos acuáticos, ya que puede

provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

Con respecto al ácido clorhídrico al disociarse completamente afecta significativamente el medio acuático con la alteración del pH, el cual dependerá de la concentración del ácido. El tiosulfato de sodio, no se clasifica como peligroso para el medio ambiente acuático, pero se recomienda no tirar los residuos por el desagüe. El yoduro de potasio puede ser nocivo para la vida acuática si llega a fuentes de agua.

El permanganato de potasio R50/53 tóxico en general para organismos acuáticos. Presenta una ecotoxicidad aguda en la zona de vertido, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente, con efectos nocivos duraderos. Del oxalato de potasio no se encontraron datos cuantitativos sobre los efectos ecológicos del producto, pero si la recomendación de no incorporar a suelos ni acuíferos y por último el ácido sulfúrico muy irritante y corrosivo para la piel, tiene un efecto perjudicial en organismos acuáticos por alteración del pH.

De la 2^{da} etapa

Se describen los procedimientos empleados para la adaptación de las prácticas de laboratorios por la técnica convencional y a microescala:

- Práctica N^o. 8: Preparación y estandarización de una disolución de tiosulfato de sodio.
- Práctica N^o. 9: Preparación y estandarización de una disolución de permanganato de potasio.

Técnica operatoria convencional

Práctica 8

Preparación de la disolución de tiosulfato de sodio: El estudiante realiza los cálculos necesarios para hallar la masa de tiosulfato de sodio necesaria a pesar en balanza técnica, para preparar 250,0 mL de disolución $c\left(\frac{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{2}\right) = 0,1 \text{ mol/L}$. La masa calculada y pesada $m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 6,20 \text{ g}$

Preparación de la disolución de dicromato de potasio: El estudiante igualmente realiza los cálculos necesarios para hallar la masa de dicromato de potasio necesaria a pesar en balanza analítica, para preparar 250,0 mL de disolución $c\left(\frac{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{6}\right) = 0,1000 \text{ mol/L}$. La masa calculada y pesada $m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 1,2250 \text{ g}$

Estandarización de la disolución de tiosulfato de sodio

Se transfieren por triplicado 25,0 mL de la disolución de dicromato de potasio a un frasco Erlenmeyer de 250 mL. Se le añade 2,0 g de yoduro de potasio y se agita circularmente. Seguidamente se le añade 4,0 mL de disolución de ácido clorhídrico concentrado, se agita y se procede a valorar inmediatamente con la disolución de tiosulfato de sodio contenida en la bureta. Cuando la disolución comienza a perder la coloración ámbar típica del diyodo y alcanza un color amarillo más claro, se le añade 2,0 mL de disolución indicadora de almidón y se continúa la valoración hasta cambio de color de azul a verde.

Practica 9

Preparación de la disolución de oxalato de sodio: El estudiante realiza los cálculos necesarios para hallar la masa de tiosulfato de sodio necesaria a pesar en balanza analítica, para preparar 100,0 mL de disolución $c\left(\frac{\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}{2}\right) = 0,1000 \text{ mol/L}$. La masa calculada y pesada $m(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,67 \text{ g}$

Estandarización de la disolución de permanganato de potasio

Se transfieren por triplicado 25,0 mL de la disolución de oxalato de potasio a un frasco erlenmeyer de 250 mL. Se le añade 20 mL de ácido sulfúrico concentrado se calienta el contenido de cada erlenmeyer entre 65–70 °C y se comienza a valorar agregando el permanganato hasta que aparezca el color rosado.

Técnica operatoria a microescala

Las preparaciones de las disoluciones de tiosulfato de sodio y de dicromato de potasio para la práctica 8 y la preparación de la disolución de oxalato de sodio para la práctica 9, así como las valoraciones de la disolución de tiosulfato de sodio y la de permanganato de potasio se realizan de la misma manera que en la técnica operatoria convencional, utilizando las siguientes cantidades que se muestran en Tabla 1.

Tabla 1. Cantidades de reactivos utilizados en las prácticas de laboratorios.

Preparación y estandarización de una disolución de tiosulfato de sodio		
Reactivos	Técnicas	
	Convencional	Microescala

Dicromato de potasio 0,1 mol/L	25,0 mL	1,0 mL
Tiosulfato de sodio (volumen promedio)	25,6 mL	1,03 mL
Ácido clorhídrico	4,0 mL	0,3 mL
Yoduro de potasio	2,0 g	0,2 mL
Almidón	2,0 mL	2 gotas
Preparación y estandarización de una disolución de permanganato de potasio		
Oxalato de sodio 0,1 mol/L	25,0 mL	1,0 mL
Permanganato de potasio (volumen promedio)	24,8 mL	0,99 mL
Ácido sulfúrico	1,0 mL	1,0 mL

Como se muestra en la tabla 1, los volúmenes de residuos obtenidos por los estudiantes en las dos prácticas de laboratorio convencional son de 322,2 mL. Sin embargo, en las dos prácticas de laboratorio a microescala son de 16,56 mL, es decir disminuye en 94,86 % el volumen de residuo generado.

En concordancia con lo antes expuesto, los autores de la investigación comprobaron el desarrollo de habilidades prácticas por los estudiantes, ya que adquieren aquellas relacionadas con la manipulación de una cristalería de tamaño reducido y el empleo de pequeñas cantidades de reactivos, que los hace ser especialmente cuidadoso en todas sus operaciones. Con estas prácticas de laboratorio el tiempo de ejecución es muy corto lo que permite mayor dedicación al análisis e interpretación de resultados, aspecto crucial para los fundamentos del análisis de los alimentos.

Con la intención de corroborar los resultados de la investigación se considera necesario referirse a los fundamentos teóricos de la temática investigada, la que responde a los principios de la llamada Química Verde. En este sentido, autores como De Souza (2009), Reyes (2012), Franco y Ordoñez (2020),

Murcia y Esquiaqui (2021), plantean que la Química Verde es un área que ha venido incorporándose en el ámbito de la educación química, poco a poco se ha potenciado y es un hecho que trascenderá aún más en las décadas venideras, pues hace parte de la perspectiva de educación científica para la sustentabilidad ambiental hacia una sociedad más responsable con el cuidado y preservación de la vida en general y la supervivencia de la especie humana en particular.

Igualmente, según Cavazos y Herrera (2019) al referirse a la Química Verde sostienen que es el uso de técnicas y metodologías que reducen o eliminan el empleo o la generación de materia prima, productos, subproductos, disolventes, reactivos, que son peligrosos para la salud humana o el medio ambiente. Argumentan que esta corriente surgió dentro de la Química en víspera de la protección a los seres vivos, se generó en primera instancia al desarrollarse la Química a microescala que permitió una disminución significativa de las sustancias usadas en los experimentos escolares.

Se considera que desarrollar en el estudiante los conceptos de la Química Verde, es formar en ellos una conciencia del impacto que la actividad propia de su profesión genera en el ambiente, lo que justifica utilizar cada vez más esta técnica, vital en un mundo que se contamina cada vez más.

De ahí que, la Química a microescala tiene un enfoque seguro, genera menos contaminación, se trabaja con cantidades reducidas de sustancias y materiales en miniatura, la que se puede implementar sin afectar la enseñanza y los resultados de las prácticas de laboratorio. Se coincide con Zhou (2019), quien destaca la importancia de la Química a microescala y su relación estrecha con la Química Verde en la enseñanza de esta ciencia.

Así pues, Hernández *et al.* (2007) enfatizan que el término es utilizado por diversos autores para indicar diferentes cantidades de productos de partida. Es frecuente considerar que un ensayo implica la utilización de menos de 10 mg de muestra, siendo habitual la realización de ensayos a la gota de productos en disolución. Desde un punto de vista sintético habitualmente se engloban dentro la técnica los experimentos que implican la utilización inicial de 25 a 250 mg de sólidos y de 0,05 a 2 mL de disolución.

Del mismo modo, estos autores agregan que estos valores deben considerarse como meramente orientativos. Especialistas en este campo no plantean objeciones a la hora de admitir y publicar como experimentos propuestas con cantidades sensiblemente superiores a las mencionadas. En tal sentido, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) prefiera utilizar el término Small Scale, como modo de indicar que más importante que delimitar con precisión las fronteras del campo de microescala, es destacar la drástica reducción en el uso de productos con respecto a las cantidades usadas tradicionalmente.

A juicio de Baeza (2006) y Marques y Machado (2018) la Química a microescala desde el punto de vista docente se ha investigado en el campo de la Química general en los primeros años universitarios y a nivel preuniversitario. La mayoría de los trabajos publicados en la literatura muestran el predominio de la Química orgánica sintética (59,1 %) e igualmente la totalidad de los libros de textos publicados en Química a microescala están dirigidos a la enseñanza de la Química general (1,9 %).

En la opinión de Baeza (2006) la enseñanza experimental de la Química analítica, a microescala no se ha desarrollado al mismo ritmo ya que la instrumentación para el trabajo analítico con cantidades de muestras en el orden de miligramos y microlitros y adecuada exactitud y precisión, tiene altos costos de adquisición y mantenimiento, por lo que su uso se restringe al campo profesional o a la investigación formal.

En consecuencia este investigador ha perfeccionado durante años una estrategia “La Química Analítica a Microescala Total” la cual se basa en la utilización de aparatos e instrumentos de medición diseñados y contruidos con materiales de fácil adquisición local: vasos y frascos de medicina, pipetas serológicas, jeringas de insulina, soportes y agitadores magnéticos hechos con ventiladores de computadoras, con estos materiales es posible construir equipo de dosificación y medición instrumental para obtener información química por medio de las operaciones de calibración adecuadas con una precisión asociada aceptable si se opera observando las buenas prácticas de laboratorio.

De acuerdo con Baeza (2006) los métodos más abordados en la enseñanza experimental a microescala ha sido la volumetría principalmente la valoración ácido-base con indicador visual, ya que se

puede ilustrar el proceso de neutralización adicionando gotas controladas del valorante con pipetas graduadas de 5,0 o 2,0 mL dosificando los volúmenes agregados con una jeringa. Es importante destacar que la utilización de técnicas de micro volumetría como uno de los principios de la Química Analítica Verde, contribuye a la reducción de los volúmenes de titulante y muestra, en las prácticas docentes y a la vez se minimiza la producción de residuos, todo ello sin comprometer los estándares metrológicos en las prácticas docentes y de esta manera asegurar la validez de los procedimientos utilizados en el laboratorio y la generación de datos confiables.

Por consiguiente, los autores consideran que uno de los aportes es que se presenta los resultados de una investigación en la que se establece una relación entre la educación ambiental y el desarrollo de habilidades prácticas en los estudiantes desde la asignatura Análisis Químico de los Alimentos I, en cuanto al manejo y aplicación del microanálisis, con los consiguientes beneficios económicos y medioambientales.

Los resultados de la investigación coinciden con los obtenidos por Torres y Castrellón (2000), Franco y Ordoñez (2020) y Ruíz e Ibañez (2020), pues se destaca el beneficio de la Química a microescala desde aspectos pedagógico relacionado con la seguridad para el estudiante, ahorro de tiempo, nuevas posibilidades experimentales, mayor motivación, y las bondades en el ahorro económico.

Como señala Torres y Castrellón (2000) al modificar las prácticas de laboratorio tradicionales para implementarlas al nivel de semimicro y microescala, se persigue alcanzar nuevos procedimientos con el objetivo de optimizar recursos, reducir la generación de residuos y promover la cultura ecológica, además de incrementar la seguridad en el laboratorio. Igualmente, Vega y Solís (2018) demuestran que es posible cambiar las prácticas de laboratorio logrando el mismo resultado en la población estudiantil, pero con reactivos que tengan menor toxicidad logrando con ello tanto el aprendizaje de la técnica como una gestión adecuada de los residuos.

De los presupuestos expuestos los autores consideran que la técnica propuesta constituye una alternativa confiable para estandarizaciones de las disoluciones de tiosulfato de sodio y la del permanganato de

potasio, con beneficios adicionales como son un incremento sustancial en la seguridad y el manejo de materiales y reactivos, lo que representa una mayor protección del estudiante en su exposición a sustancias peligrosas, reducción en la cantidad de reactivos, agua y un menor costo del ensayo, lo que disminuye la generación de residuos, por consiguiente se promueve una conciencia ambientalista en estos.

Se coincide con Franco y Ordoñez (2020) cuando sugieren que, con la Química a microescala desde el punto de vista pedagógico, se logra llamar la atención del estudiante al cuidado de su entorno, mediante el desarrollo de habilidades y en el cuidado y manejo de sustancias químicas. Al efectuar los cambios en la escala de experimentación, se aprecia un incremento en el interés del estudiante por observar más detenidamente el fenómeno que se analiza en cada experimento, lo que trae consigo una mayor protección en su exposición a sustancias peligrosas y un incremento en el ejercicio de su capacidad analítica.

Por lo que respecta a los resultados derivados de la entrevista grupal la valoración de los estudiantes acerca de las prácticas de laboratorio realizadas, con la implementación de técnicas a microescala en la asignatura Análisis Químico de los Alimentos I, se coincide con los obtenidos por Urbano, De Jesus y Dimla (2022) en su investigación los cuales obtuvieron una percepción positiva de los estudiantes con respecto al uso de la microescala.

Los estudiantes coinciden en destacar que:

- Se vieron motivados por ser novedosa la metodología de trabajo, ya que nunca habían trabajado a nivel microescala.
- Opinan que es idóneo para el ahorro de reactivos y recursos del laboratorio sin perder los objetivos de aprendizaje de la práctica.
- Consideran que esta técnica conlleva a una disminución de los residuos que se generan, y proponen que se deben implementar más prácticas a microescala en la asignatura Análisis Químico de los Alimentos I, e igualmente en otras asignaturas de la carrera.

Se considera que la educación ambiental al constituir un proceso pedagógico y dinámico que se enfoca en aspectos cognitivos, éticos y morales, permite cambiar

el comportamiento y la percepción del hombre con respecto a su entorno, lo que la convierte en un instrumento de transformación social.

Conclusiones

Se evidencia con las prácticas de laboratorio por la técnica a microescala en la asignatura de Análisis Químico de los Alimentos I, la relación entre la educación ambiental y el desarrollo de habilidades prácticas en los estudiantes, que se fortalecen en cuanto al manejo y aplicación del microanálisis, con los consiguientes beneficios económicos y medioambientales.

Se demuestra que son factibles de llevar a cabo las prácticas ya que permiten el ahorro de reactivos, la minimización consecuente de desechos químicos y promueven una conciencia ambientalista en los estudiantes, sin comprometer los resultados de la práctica ni el cumplimiento de los objetivos de estas.

Financiamiento de la investigación

La investigación contó con financiamiento de la Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz” y la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.

Contribución de los autores

Varela-de Moya: Planeación de la investigación, gestión de la información, lideró la aplicación de la variante de práctica de laboratorio, redacción del artículo, revisión final del manuscrito.

García-González: Gestión de la información, interpretación de la información, argumentación de la factibilidad de la propuesta, redacción del artículo y revisión final del manuscrito.

García-González: Argumentación de la factibilidad de la propuesta, redacción del artículo y revisión final del manuscrito.

Conflictos de intereses

No se manifiestan conflictos de intereses.

Referencias

Abraham González, Y. y Rivas Vargas, D. R. (2021). El enfrentamiento al cambio climático desde la Agenda 2030 y las universidades cubanas. *Revista digital de Medio Ambiente Ojeando la agenda*. (71). Recuperado de

<https://mirevistadigital.files.wordpress.com/2021/06/art1-no-71-1.pdf>

Alonso Hernández, G. (2019). *Estrategia didáctica para la preparación de concursantes de Química en la educación secundaria básica*. Tesis de maestría no publicada, Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Cuba.

Baeza Reyes, A. (2006). *Química Analítica a Microescala Total. La Ciencia más allá del Aula*. México: Facultad de Química UNAM. Recuperado de http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Documento_de_apoyo:QUIMICA_ANALITICA_MICROESCALA_TOTAL_2190.pdf

Cavazos Martínez, H. y Herrera Torres, I. (2019 diciembre). *Química verde a microescala para estudiantes de secundaria de 14 y 15 años de edad*. Ponencia presentada en el Congreso Mundial Internacional de Innovación Educativa, Campus Monterrey, N. L., México. Recuperado de <http://relace.org/wp-content/uploads/MemoriasCIIE2019.pdf>

Correa Pérez, J. R., Ávila Guerra, E. R., Garrido Vázquez, A. L. y Peña Rodríguez, Y. (2021). La educación ambiental en la formación del profesional ingeniero en Procesos Agroindustriales. *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa*. 9 (1), 87-102. Recuperado de https://redib.org/Record/oai_articulo3193562-la-educaci%C3%B3n-ambiental-en-la-formaci%C3%B3n-del-profesional-ingeniero-en-procesos-agroindustriales

Cuba. Asamblea Nacional del Poder Popular. (1980). *Ley de protección al medio ambiente y del uso racional de los recursos naturales*. Recuperado de <http://www.parlamentocubano.gob.cu>

Franco Moreno, R. A. y Ordoñez Carlosama, L. Y. (2020). El enfoque de química verde en la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. Su abordaje en revistas iberoamericanas: 2002-2018. *Educación Química*. 31(1), 84-104. DOI: <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.1.70414>

García González, M.C., Varela de Moya, H., Rodríguez Saldaña, M., Pérez Torres, E.J. (2019). La enseñanza aprendizaje de la química orgánica desde lo interdisciplinario profesional

- en la carrera de Agronomía. *Agrisost*. 25 (2), 1-7. Recuperado de <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/agrisost/article/view/e2886/2626>
- Hernández Abad, V.J., Mora Guevara, J.L. A., Sánchez González, E., Sánchez Ruiz, J.F., Tejada Rosales, M.E., Marroquín Segura, R. (2007). Percepción de los estudiantes acerca de la implementación de técnicas en microescala en la enseñanza experimental de la Química en el Laboratorio de Desarrollo Analítico de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*. 38 (4), 5-14. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/237036914>
- Macías Limas, A., Aguilera Hernández, A. y Águila Entenza, O. (2020). El enfoque interdisciplinario en el tratamiento a la Educación Ambiental en la Educación Superior. *Revista Conrado*. 16 (73), 350-356. Recuperado de <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1313>
- Marques, C. A. y Machado, A. (2018). Una visión sobre propuestas de enseñanza de la Química Verde. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 17 (1), 19-43. Recuperado de http://reec.uvigo.es/REEC/spanish/REEC_older_es.htm
- Murcia Fandiño, J.S. y Esquiaqui Marín, L.A. (2021). Química verde aplicada en los residuos de universidades. *Educación Química*. 32(2), 154-167. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.2.76534>
- Reyes Sánchez, L. B. (2012). Aporte de la química verde a la construcción de una ciencia socialmente responsable. *Educación en química*. 23(2), 222-229. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X17301131>
- Urbano, H. M. De Jesus y P. Dimla. (2022). Measuring Students' Learning and Attitude as Exposed to Microscale Laboratory Experiments in Inorganic Chemistry. *International Journal of Education, Teaching, and Social Science*. 2 (2), 41-51. DOI: <https://doi.org/10.47747/ijets.v2i2.673>
- Ruíz Botella, S. y Ibáñez, S. (2020). Micro-scale Experiments in the Increasingly Fashionable Laboratory in High Schools. *Science Journal of Education*. 8 (5), 128-132. Recuperado de <http://article.scije.org/pdf/10.11648.j.sjedu.20200805.13.pdf>
- Torres Espinosa, E. y Castrellón Santa Anna, J. P. (2000). Minimización del impacto ecológico empleando microescala en los laboratorios de enseñanza Química. *Revista Educación Química*. 11 (2), 262-265. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2010000100010
- Vega Boto, A. y Solís Torres, L. D. (2018). Sustitución de una práctica de laboratorio con enfoque a “química verde” como herramienta para la reducción de residuos peligrosos. *Educación Química*. 29 (1), 110-120. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0187-893X2018000100008&lng=es&nrm=iso
- Zhou, N. (2019). The development of microscale laboratory (ML) in China. *African Journal of Chemical Education- AJCE*. 9 (3), 157-161. Recuperado de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Ninghuai+Zhou+microscale+laboratory+environmental+chemistry&btnG=#d=gs_qabs&t=1663348368658&u=%23p%3DUdOLdhnNXiIJ