XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA Y LA EDUCACIÓN AMBIENTAL
"Aproximaciones a las problemáticas y necesidades de la región"

Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2022; Número Extraordinario. pp 1561-1568. ISSN 2619-3531. Memorias XI Congreso Latinoamericano de Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. 27 y 28 de octubre 2022. Modalidad virtual.

Indicadores de pH: Una planificación flexible para su aproximación conceptual

Indicadores de pH: Um planejamento flexível para sua abordagem conceitual

pH indicators: A flexible planning for its conceptual approach

Maximiliano Torres-Pérez[1,2]
Diana Shablico Varela[1,3]
Nazira Píriz Giménez[1,4]

Resumen

Uno de los conceptos clave en biología por su carácter interdisciplinario, es el concepto de pH, cuya enseñanza ofrece diversos desafíos al cuerpo docente. Entre ellos, la incorporación al lenguaje común y en medios de prensa de expresiones asociadas como "lluvia ácida", entre otras. Por otra parte, las actividades prácticas de laboratorio resultan esenciales para la comprensión de núcleos temáticos o conceptuales complejos. Además, resultan atractivas a los estudiantes, propiciando su interés y participación. Este trabajo relata y analiza la implementación de una secuencia didáctica propuesta en un curso-taller sobre Biología celular en la formación de docentes de Ciencias biológicas, en la que, a partir de una situación contextualizada referida al cambio de coloración en flores de hortensias, y mediante una planificación flexible, se propuso orientar a los estudiantes en la construcción de un modelo de "indicador de pH". Los resultados permiten identificar obstáculos en dicha construcción y muestran que la diversidad de actividades propuestas atendiendo el proceso de los estudiantes, permite la construcción adecuada de dicho concepto.

Palabras clave: pH, indicador de pH, planificación flexible, interdisciplinariedad

Bio-ponencia

Resumo

Um dos conceitos-chave da biologia, por sua natureza interdisciplinar, é o conceito de pH, cujo ensino oferece vários desafios ao corpo docente. Entre elas, a incorporação na linguagem comum e na mídia de expressões associadas como "chuva ácida", entre outras. Por outro lado, as atividades práticas de laboratório são essenciais para a compreensão de núcleos temáticos ou conceituais complexos. Além disso, são atrativos

[1] Instituto de Profesores Artigas, Consejo de Educación en Formación – Administración Nacional de Educación Pública. [2]torresperezmaxi@gmail.com, [3]dianashablico@gmail.com, [4]nazirapiriz@gmail.com.

Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2022; Número Extraordinario. pp 1561-1568. ISSN 2619-3531. Memorias XI Congreso Latinoamericano de Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. 27 y 28 de octubre 2022. Modalidad virtual.

para os alunos, estimulando seu interesse e participação. Este trabalho relata e analisa a implementação de uma sequência didática proposta em um curso-oficina de Biologia Celular na formação de professores de Ciências Biológicas, em que, a partir de uma situação contextualizadora referia-se à mudança de cor das flores das hortênsias e, por meio de um planejamento flexível, propôs-se orientar os alunos na construção de um modelo de "indicador de pH". Os resultados permitem identificar obstáculos na referida construção e mostram que a diversidade de atividades propostas, atendendo ao processo dos alunos, permite a construção adequada do referido conceito.

Palavras-chave: pH, indicador de pH, planejamento flexível, interdisciplinaridade

Abstract

One of the key concepts in biology, due to its interdisciplinary nature, is the concept of pH, whose teaching offers various challenges to the educators. Among them, the incorporation into common language and in the media of associated expressions such as “acid rain”, among others. On the other hand, practical laboratory activities are essential for understanding complex thematic or conceptual cores. In addition, they are attractive to students, encouraging their interest and participation. This work reports and analyzes the implementation of a didactic sequence proposed in a course-workshop on Cellular Biology in the training of Biological Sciences teachers, in which, from a contextualizing situation referred to the color change in hydrangea flowers, and through flexible planning, it was proposed to guide students in the construction of a "pH indicator" model. The results allow the identification of obstacles in said construction and show that the diversity of activities proposed, attending to the students' process, allows the adequate construction of this concept.

Key words: pH, pH indicator, flexible planning, interdisciplinarity

Bio-ponencia

Introducción

Uno de los conceptos clave en biología por su carácter interdisciplinario, es el concepto de pH, siendo fundamental en el núcleo conceptual básico del estudiantado de Profesorado en Ciencias Biológicas debido a su alcance y pertinencia en los diferentes niveles de organización biológica (Oyola y Martínez, 2019). Sin embargo, en la enseñanza del pH existen múltiples desafíos que el docente debe afrontar. Destacamos tres importantes: (1) En la vida cotidiana, términos como “ácido, neutro, alcalino” o “acidez, alcalinidad” son comunes (por ejemplo: lluvia ácida, caramelos ácidos, acidez del estómago, pilas alcalinas, jabón neutro), sin embargo, el uso de esta terminología

Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2022; Número Extraordinario. pp 1561-1568. ISSN 2619-3531. Memorias XI Congreso Latinoamericano de Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. 27 y 28 de octubre 2022. Modalidad virtual.

difiere sustancialmente del modelo científico. La expansión y globalización de los medios de comunicación audiovisuales amplifica esta problemática (Jiménez et al., 2000) y puede explicar la gran variedad de modelos mentales que tienen los estudiantes sobre el concepto de pH. (2) Por otro lado, la definición de la IUPAC *(International Union of Pure and Applied Chemistry),* posee problemas ontológicos de partida, ya que define al pH en términos de la actividad del ión hidrógeno, magnitud que no se puede medir directamente (Nic, Jirat y Kosata, 2006). (3) Por último, existen dificultades para aplicar lo que se aprende a nuevas situaciones o situaciones problema (Ocampo, 2018). Esto podría obedecer al hecho de que afrontan la resolución de problemas mediante procedimientos algorítmicos sin entender lo que se está haciendo (Galagovsky, 2004). Adicionalmente, los conceptos fisicoquímicos como el pH, no son fáciles de aprender, pues la relación entre lo que se observa y lo que se sabe del tema, no es evidente (Izquierdo, Camaño y Quintanilla, 2007). Estas conclusiones sugieren la necesidad de implementar nuevas estrategias de enseñanza para entender los fenómenos que se presentan en la vida cotidiana, desde la alfabetización científica, con énfasis en la multidisciplinariedad en el aula.

En la educación formal en ciencias experimentales, los talleres y prácticas de laboratorio, resultan esenciales para la comprensión de núcleos temáticos complejos (Fernández-Arroyo, 2015), permitiendo un acercamiento a las habilidades, destrezas y estrategias requeridas para la aplicación de metodologías científicas (Vial-Castillo, 2020).

Este trabajo relata y analiza la implementación de una secuencia didáctica mediante una planificación flexible que atendía los aportes de estudiantes de primer año de Profesorado, y se propuso orientar la construcción de un modelo de "indicador de pH". En cada instancia de clase, a partir de la exploración, experimentación y análisis de resultados, los estudiantes fueron generando justificaciones/argumentaciones a partir de datos (Osborne y Patterson, 2011). Dichas producciones constituyeron la base de una planificación flexible destinada a la re-orientación de los aprendizajes.

Metodología

La experiencia se desarrolló en un curso-taller denominado Espacio Curricular de Integración: Biología celular, correspondiente al primer año del Profesorado en Ciencias Biológicas, en el Instituto de Profesores "Artigas" de Montevideo durante el año lectivo 2022, participando un total de 16 estudiantes.

Este taller integra tres asignaturas: Biofísica, Bioquímica y Organización celular y tisular, permitiendo el abordaje en forma integrada de temáticas de la Biología celular.

Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2022; Número Extraordinario. pp 1561-1568. ISSN 2619-3531. Memorias XI Congreso Latinoamericano de Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. 27 y 28 de octubre 2022. Modalidad virtual.

En esta ocasión el equipo docente decidió diseñar una secuencia didáctica que permita al estudiantado construir un modelo mental sobre "indicadores de pH". Se propuso en primer lugar una actividad contextualizadora y una actividad experimental exploratoria. En cada clase se registraron las opiniones e intercambios de estudiantes, para, a partir de su análisis proponer una nueva actividad, en una planificación flexible, trabajando 6 clases consecutivas.

Este trabajo relata dicho proceso describiendo e interpretando obstáculos que se fueron identificando, estrategias didácticas elegidas por el equipo docente para atender dichos obstáculos, y avances en las producciones de los estudiantes. Se agregan también opiniones recogidas en una evaluación final de la secuencia didáctica, por parte de los estudiantes. Las producciones fueron analizadas de forma cualitativa mediante análisis del contenido.

Resultados y discusión

Dado que la planificación fue flexible y considerando las dificultades que se identificaban en cada clase, se organiza la presentación dando cuenta de obstáculos que se fueron reconociendo, así como de estrategias didácticas elegidas para contrarrestarlos.

La secuencia se inició con la lectura de un texto titulado "El misterio de las hortensias" en el que se relataba el cambio de coloración en flores de hortensias (*Hydrangea sp.)*, asociado a la suspensión del agregado de cenizas al suelo. La tarea se propuso para contextualizar los contenidos a abordar, al inicio y al cierre de la secuencia.

Algunas de las actividades incorporadas en la secuencia didáctica fueron:

- Elaboración y observación de soluciones caseras que contienen indicadores de pH (extracto de repollo colorado[2] y té[3] negro), con soluciones caseras de: hipoclorito de sodio, bicarbonato de sodio, vinagre y jugo de limón. En forma complementaria, se agregaron gotas de soluciones elaboradas con productos caseros sobre pétalos de flores de malvón (*Pelargonium hortorum*);
- Utilización de un simulador disponible en Visión del color 1.1.26 (colorado.edu), con la intención de que conceptualicen al color como consecuencia de un proceso neurofisiológico; y
- Planteo de un nuevo experimento, en el que se comparó dos soluciones de color (una que contiene un indicador de pH y otra no), para mezclar con una solución alcalina (H_2O + NaOH) y otra ácida (H_2O + HCl). Se utilizó azul de metileno y extracto de repollo colorado. Adicionalmente se trabajó con pHímetros que debían utilizar para registrar el pH de cada mezcla de soluciones.

[2] Nombre científico: *Brassica oleracea* var. capitata f. rubra
[3] Nombre científico: *Camellia sinensis*

Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2022; Número Extraordinario. pp 1561-1568. ISSN 2619-3531. Memorias XI Congreso Latinoamericano de Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. 27 y 28 de octubre 2022. Modalidad virtual.

- En las preguntas orientadoras se incluyó la representación de una reacción en la que una molécula de antocianina gana o pierde protones en forma reversible, asociando tales cambios a virajes en el color.

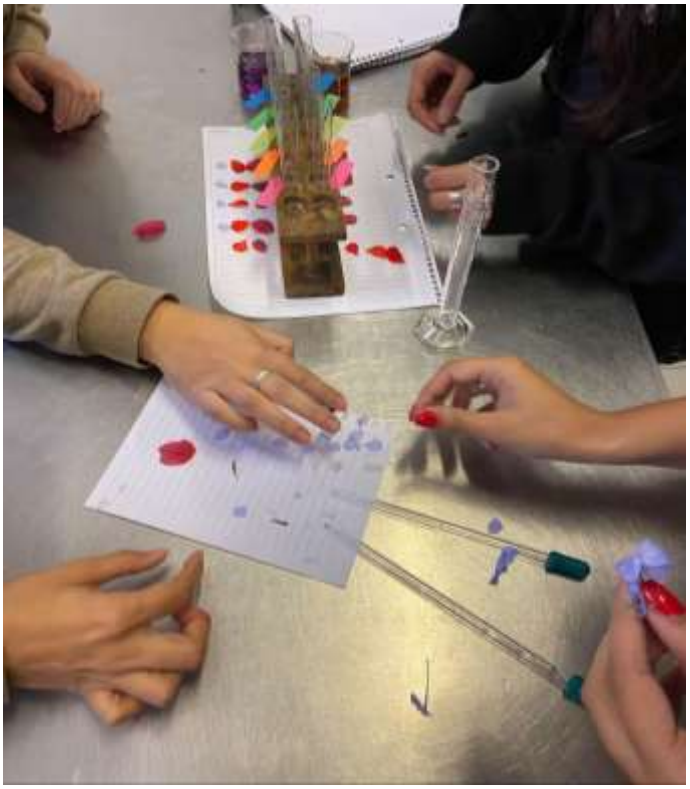

Figura 1. Mesada de trabajo del laboratorio de biología, Instituto de Profesores "Artigas", en una de las actividades experimentales planteadas en la secuencia didáctica.

Bio-ponencia

Las primeras explicaciones de los estudiantes fueron intuitivas. A modo de ejemplo: -relacionaron el relato de las hortensias con cambios en los nutrientes en el suelo, en forma vaga y sin aludir a reacciones químicas y/o físicas; -explicaron el viraje en el color por la "mezcla de sustancias" o la "dilución de la solución"; -explicaron el efecto en los pétalos porque "las sustancias eran corrosivas y podrían haber quemado los pétalos"; -el color de un objeto "por cómo incide la luz en él", entre otras.

A medida que los estudiantes fueron realizando las actividades relatadas, sus producciones fueron progresando, dando cuenta de un inicio en la construcción del concepto de "indicador de pH". Algunas de dichas producciones son las siguientes:

- "la solución de repollo tiene algún componente que reacciona con el pH cambiando su coloración y la solución de azul de metileno no";

Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2022; Número Extraordinario. pp 1561-1568. ISSN 2619-3531. Memorias XI Congreso Latinoamericano de Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. 27 y 28 de octubre 2022. Modalidad virtual.

- "concluimos que el pigmento que se encuentra en el azul de metileno no actúa como indicador de pH debido a que a pesar de cambiar el pH mantiene su coloración";
- "Entendemos que las hortensias se comportan como indicadores de pH"; "la hortensia tiene pigmentos en sus pétalos que responden al cambio de pH variando su color."
- "Suponemos que las moléculas que le dan color a los pétalos aceptan hidrogeniones y cambian su coloración".

La evaluación de la secuencia didáctica por parte del estudiantado incluyó preguntas sobre qué habían aprendido, qué dudas mantenían y qué actividades les había resultado valiosas.

Las respuestas más repetidas fueron:

- De lo aprendido: el concepto de color como interpretación de nuestro cerebro y no como algo externo a él; cómo la coloración de flores puede modificarse con el pH del suelo y de las vacuolas presentes en células de pétalos; que el viraje en la coloración de una solución depende cambios a nivel molecular producidos por modificaciones en el pH.
- Sobre las dudas que persisten: De qué depende a qué color vira un indicador de pH; cómo los iones pueden afectar en una planta, cambios en la vacuola y en el organismo de la planta.
- Respecto de las actividades más valoradas: La actividad experimental en la que compararon las mismas soluciones conocidas (con vinagre, hipoclorito de sodio, etc.) con el agregado de una solución de extracto de repollo y una de té; la situación problema sobre "el misterio de las hortensias" para vincular el cambio de pH con la modificación en el color de las flores y cómo cambios en el suelo pueden determinarlo; la incorporación en una de las actividades de una reacción química que ilustra la protonación y desprotonación de antocianinas.

Conclusiones

El análisis de esta experiencia nos permite evidenciar la complejidad y la multiplicidad de conceptos de física, química y biología, que sustentan la comprensión de qué es un indicador de pH, así como la necesidad de destinar tiempo a considerar las opiniones y dificultades de los estudiantes, en planificaciones flexibles que procuren atender las demandas a partir de la interpretación de sus producciones.

Los principales obstáculos emanados de este análisis fueron: -el considerar a la luz como un espectro de longitudes de onda cuya reflexión por un objeto determina qué

Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2022; Número Extraordinario. pp 1561-1568. ISSN 2619-3531. Memorias XI Congreso Latinoamericano de Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. 27 y 28 de octubre 2022. Modalidad virtual.

color interpretará nuestro cerebro; -el concepto de pigmento como molécula que refleja determinada longitud de onda; -el concepto de que no cualquier pigmento funciona como un indicador de pH sino que esto último implica una reacción química reversible de manera que la protonación/desprotonación modifica su espectro de absorción; -la contextualización de que cambios visibles en la coloración de flores se explican por la presencia en las vacuolas celulares de pigmentos que se comportan como indicadores de pH y que cambios en los nutrientes pueden modificar la llegada de protones a la vacuola y el viraje en las antocianinas.

Las estrategias didácticas que en esta experiencia resultaron más valiosas fueron aquellas que permitieron contextualizar el concepto de "indicador de pH"; profundizar en el concepto físico/biológico de color; el análisis de modelos químicos para explicar cómo la protonación/desprotonación determina el viraje en moléculas como la antocianina; y la realización de experimentos ilustrativos con indicadores de pH.

La diversidad de actividades que contemplaron aspectos de la física, la química y la biología, contribuyeron a que los estudiantes construyeran explicaciones adecuadas sobre qué es un "indicador de pH".

Referencias

Castillo, O. V. (2020). Estudio de sustancias naturales como indicadores de pH: Propuesta didáctica. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 2, 88-98.

Fernández-Arroyo, A. F. (2015). *El uso de las prácticas de laboratorio de Física y Química en Educación Secundaria Obligatoria. Una propuesta práctica de intervención para 4º de ESO*. Tesis de Maestría.

Galagovsky, L. R. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable: parte 1, el modelo teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 229-240.

Izquierdo, M., Caamaño, A., & Quintanilla, M. (2007). Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar. Universidad autónoma de Barcelona.

Jiménez Liso, M. R., Manuel Torres, E. D., González García, F. J., & Salinas López, F. (2000). La utilización del concepto de pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), 451-461

Nic, M., Jirat, J., & Kosata, B. (2006). Chemical terminology at your fingertips. *Chemistry international*, 28(6), 28.

Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2022; Número Extraordinario. pp 1561-1568. ISSN 2619-3531. Memorias XI Congreso Latinoamericano de Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. 27 y 28 de octubre 2022. Modalidad virtual.

Ocampo Cifuentes, J. C. (2018). Enseñanza-aprendizaje del concepto de acidez y pH en grado décimo, bajo la metodología de la ingeniería didáctica. Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales.

Osborne, J., & Patterson, A. (2011). Scientific Argument and Explanation: A Necessary Distinction? *Science Education*, 95, 627–638.

Oyola Martínez, V. A., & Ramírez Méndez, G. (2019). Una mirada a la irritabilidad al pH en los reinos de la naturaleza. *V Congreso Internacional de Investigación y Pedagogía*, 2-19

Visión del color 1.1.26. (s. f.). Recuperado 6 de julio de 2022, de https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_es.html