

Uso de pruebas por profesorado en formación inicial en la toma de decisiones en un problema de la vida diaria. El caso de piscina salada o de cloro

Ana Cuesta, María José Cano-Iglesias, María del Mar López-Fernández, Antonio Joaquín Franco-Mariscal.

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga. a_cuesta@uma.es

RESUMEN: Un aspecto fundamental en la formación inicial de profesorado de educación secundaria es fomentar el uso de pruebas en sus habilidades de argumentación para tomar mejores decisiones. Este estudio, realizado con estudiantes del Máster en Profesorado de Educación Secundaria de especialidades de ciencias de la Universidad de Málaga, analiza las pruebas empleadas y las decisiones adoptadas en el problema de la vida diaria de elección entre piscinas de cloro o de agua salada, antes y después de asistir como oyentes a un debate sobre el tema. Se observó que la mayoría de los participantes, en ambos momentos, optaron por piscinas de agua salada usando para su argumentación pruebas de varios tipos: económicas, de salud, químicas, biológicas, ambientales y de opinión. Se detectó asimismo cambios de opinión en un 21.05% de los participantes.

PALABRAS CLAVE: Argumentación; Toma de decisiones; Debate; Pensamiento crítico; Formación inicial de profesorado.

ABSTRACT: A fundamental aspect in the initial training of secondary education teachers is to promote the use of evidence in their argumentation skills to make better decisions. This study, conducted with science teachers in initial training from the Master's program in Teaching at the University of Malaga, analyzes the evidence used and the decisions made regarding the everyday life problem of choosing between chlorine or saltwater pools, before and after attending a debate on the topic as listeners. It was observed that the majority of participants, at both times, opted for saltwater pools using evidence for their argumentation from a variety of typologies: economic, health-related, chemical, biological, environmental, and opinion-based. Furthermore, changes in opinion were detected in 21.05% of the participants.

KEYWORDS: Argumentation; Decision-making; Critical thinking; Debates; Inicial teacher training.

1. INTRODUCCIÓN

Desde la didáctica de las ciencias experimentales es crucial formar al alumnado en temas de índole social y científico, para que sean capaces de abordar problemas reales de su vida cotidiana. Un problema de la vida diaria es el uso de piscinas de cloro frente a piscinas de agua salada (Aldeguer y Serrano, 2022). Tradicionalmente, las piscinas siempre han sido tratadas con agentes químicos desinfectantes como el cloro con el objetivo de disminuir la contaminación microbiológica y prevenir la transmisión de enfermedades. La ventaja del uso del cloro es su bajo coste, pero una desventaja es que puede generar problemas de salud cuando se combina con materia orgánica ya que da

lugar a productos químicos de naturaleza nociva (Manasfi et al., 2017). Además, el cloro es un potente irritante de las membranas mucosas, de los ojos y de la piel, y su exposición puede causar irritación pulmonar.

Es, por ello, que existen alternativas en el mercado como los tratamientos con ozono, con luz ultravioleta y la electrólisis salina, que reducen el consumo químico y son más desinfectantes, dando lugar a una mayor calidad del agua (Lee et al., 2009). La desinfección del agua en piscinas de agua salada se realiza mediante la instalación de un equipo encargado de realizar el procedimiento de electrolisis denominado clorador salino. En este proceso la sal disuelta en agua genera cloro activo que se combina para generar diferentes componentes clorados (ácido hipocloroso, iones cloruro e ion hipoclorito). La electrólisis salina es un tratamiento en ciclo cerrado en el que la concentración de sal permanece constante en la piscina, siendo solo necesario reponer pequeñas cantidades de ésta debido a pérdidas de agua (Aldeguer y Serrano, 2022).

Como se observa, se trata de un problema de la vida diaria que requiere comprenderlo de forma integral para tomar una decisión, ya que en él intervienen aspectos químicos, biológicos, ambientales, de salud y económicos. Este tipo de problemas son ideales para desarrollar habilidades de argumentación (Jiménez-Aleixandre, 2010) y de toma de decisiones (Sadler y Zeidler, 2005) en el estudiantado. En este sentido, una de las finalidades de la educación científica es el desarrollo del pensamiento crítico (Osborne, 2014) que incluye, entre otras, dichas habilidades (Franco-Mariscal, 2024). Es, por tanto, imprescindible llevar a cabo estrategias para desarrollar el pensamiento crítico en el profesorado de ciencias de secundaria en formación inicial (PFI) para que sean capaces de adoptar posturas argumentadas basadas en conocimientos científicos y tecnológicos frente a cuestiones de índole social.

El modelo de argumentación de Toulmin es uno de los más usados para el análisis de argumentos junto con la versión simplificada de Jiménez-Aleixandre (2010) que destaca que un argumento debe incluir tres elementos fundamentales: pruebas, justificaciones y conclusiones. El uso de pruebas se convierte en un aspecto importante. No obstante, diferentes estudios muestran la dificultad del alumnado para argumentar y tomar decisiones en problemas cotidianos en base a pruebas fundamentadas debido a la falta de conocimientos científicos (Henderson et al., 2018).

Una solución para paliar estas carencias es el uso de metodologías activas que puedan ser de interés para el alumnado. El debate es una de ellas, al permitir a las y los estudiantes usar el razonamiento, la argumentación y la toma de decisiones para exponer su postura ante una situación relevante (Carrillo, 2017). Los debates también facilitan la participación, la comunicación y la autonomía del estudiantado trabajando otras actitudes de manera transversal. El uso de microdebates, entendidos como debates de corta duración, como herramienta para fomentar habilidades argumentativas ha sido usado previamente en otros estudios mostrando mejoras sustanciales en la argumentación de las decisiones adoptadas y en el uso de pruebas bien justificadas (Cano-Iglesias, 2024).

2. OBJETIVOS Y PREGUNTAS

Esta investigación aborda el uso de pruebas en la argumentación para la toma de decisiones de PFIs cuando asisten como oyentes a un microdebate centrado en un problema de la vida diaria. Se plantean dos preguntas de investigación: (a) ¿Qué decisiones adoptan los PFIs sobre la elección entre una piscina clorada o de agua salada, antes y después de asistir a un microdebate sobre este problema? y (b) ¿qué tipo de

pruebas emplean para tomar la decisión en cada momento, y en qué medida mejora el uso de pruebas?

3. METODOLOGÍA

3.1. Contexto y participantes

Este estudio forma parte de un programa de debates realizados con 38 PFIs (55.26% hombres y 44.74% mujeres) en la asignatura Innovación Docente e Iniciación a la Investigación Educativa del Máster en Profesorado de Educación Secundaria de la Universidad de Málaga, de las especialidades de Física y Química, y Biología y Geología, del curso 2023-2024. El perfil de la mayoría de estudiantes era biólogo o químico.

Previo al debate, los PFIs recibieron tres horas de formación sobre argumentación. En concreto sobre diferentes modelos de argumentación (Toulmin, 2003; Jiménez-Aleixandre, 2010; Osborne et al., 2016). Posteriormente, realizaron una serie de actividades para identificar pruebas, justificaciones y conclusiones dentro de un argumento y para elaborar argumentos válidos. Los PFIs conocían la dinámica de la actividad ya que habían participado en otros microdebates dentro de la misma asignatura en el momento de realizar el debate que nos ocupa.

3.2. Descripción de la actividad

La actividad que se analiza consistió en un microdebate planteado a partir de la pregunta “¿Qué tipo de piscina instalarías en tu comunidad de vecinos: piscina de agua salada o piscina de cloro?”. El problema seleccionado es de gran relevancia para los PFIs ya que trata aspectos químicos y biológicos de forma conjunta, incluidos en el currículum de ambas asignaturas en educación secundaria. Además, es una forma de contextualizar los conocimientos científicos en decisiones de la vida diaria.

La actividad microdebate involucra a todos los PFIs con diferentes roles. Cada microdebate es realizado por un/a presentador/a y dos debatientes con posturas opuestas. El resto de PFIs actúa como oyente. En el microdebate que nos ocupa un debatiente está a favor de las piscinas de cloro y el otro defiende las piscinas de agua salada. Los tres participantes prepararon el debate cumplimentando previamente un informe en el que incluían los argumentos que utilizarían y la bibliografía consultada para elaborarlos, disponiendo de una semana para esta tarea. La estructura del microdebate consistió en: (i) una exposición de las cuestiones más relevantes del problema por parte del presentador durante tres minutos, (ii) postura de cada debatiente durante un minuto; (iii) cinco minutos de debate entre ambos debatientes donde argumentan y discuten ideas, y (iv) conclusión de cada debatiente durante un minuto.

3.3. Recogida de datos y análisis

Los instrumentos de recogida de información fueron:

- Grabación en audio del microdebate, que se transcribió para analizar de forma cuantitativa el tipo de pruebas empleadas por los debatientes y el presentador.
- Cuestionario de toma de decisiones argumentada sobre el problema, administrado a los PFIs a modo de pre-/post-test. Por una parte, se calculó la frecuencia y porcentaje de PFIs a favor de las piscinas salada y de cloro, antes y después del debate. El mantenimiento o cambio de postura también se expresó con frecuencias y porcentajes. Por otra parte, se analizó el tipo de pruebas presentadas en los argumentos en ambos

momentos, emergiendo pruebas químicas, de salud, biológicas, ambientales, económicas, de opinión y de otras tipologías (datos históricos, estadísticos, etc.).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este apartado muestra los resultados obtenidos antes, durante y después del microdebate.

4.1. Decisión inicial

Antes de realizar el microdebate, el 84.21% (32/38) de los PFIs eligió piscina salina, el 13.16% (5/38) se decantó por la piscina clorada y 2.63% (1/38) se mostró indeciso por falta de información.

Los PFIs a favor de piscinas salinas que ofrecieron una media de pruebas totales por PFI de $\bar{x}_{PFI}=2.09$, usaron principalmente pruebas de salud ($\bar{x}_{PFI}=0.84$), acompañadas por pruebas químicas ($\bar{x}_{PFI}=0.41$), de opinión ($\bar{x}_{PFI}=0.38$), económicas ($\bar{x}_{PFI}=0.22$), ambientales ($\bar{x}_{PFI}=0.19$) y biológicas ($\bar{x}_{PFI}=0.06$). A modo de ejemplo se muestran algunos argumentos: “[...] *es más respetuosa con la salud y más natural. El cloro debe ser más nocivo para la salud.*” (PFI04); “[...] *es menos contaminante y más ecológica, además de ser más saludable para los que se bañen en la piscina, también tienen menos cuidados.*” (PFI07); “[...] *con el paso del tiempo es más rentable. Además, no produce residuos tóxicos para el medioambiente, al igual que no daña nuestros ojos y nuestra piel.*” (PFI37).

Los PFIs a favor del uso de piscinas cloradas usaron, en general, argumentos relacionados con pruebas opinión ($\bar{x}_{PFI}=0.60$), económicas ($\bar{x}_{PFI}=0.40$) y biológicas ($\bar{x}_{PFI}=0.40$), aportando una media total de pruebas de $\bar{x}_{PFI}=1.40$. Algunos ejemplos fueron: “[...] *el coste de mantenimiento de este tipo de piscinas es menor. Además, las piscinas de cloro son más asépticas.*” (PFI12); “[...] *debido a la simplicidad de mantenimiento.*” (PFI31); “[...] *por protegernos de patógenos mediante el uso de productos.*” (PFI34).

4.2. El microdebate

El presentador expuso argumentos usando pruebas químicas (3), biológicas (2), de otras tipologías (2) y de salud (1). No empleó pruebas ambientales, económicas ni opiniones. Algunas pruebas dadas fueron: “[...] *existen algas y organismos indeseables para nuestra piscina, que los combatimos con agentes desinfectantes y el más conocido es el cloro [...]*” (pruebas biológica y química) y “[...] *un pH muy ácido le haría daño a bañistas y a piscinas*” (pruebas químicas y de salud).

El debatiente a favor de las piscinas de agua salada utilizó algunos argumentos con pruebas de salud (4), químicas (3), económicas (2), ambientales (2), de opinión (1) y otras tipologías (1). Algunos ejemplos fueron: “[...] *las piscinas de cloro no son mejor para la salud ni para el medio ambiente [...], las piscinas saladas constituyen una opción más respetuosa con el medio ambiente y para la salud de los bañistas*” (pruebas ambiental y de salud), “[...] *A largo plazo las piscinas saladas son mucho más baratas de mantener que las piscinas cloradas [...]*” (prueba económica) o “[...] *Las piscinas cloradas tienen efectos muy perjudiciales para la salud, éstos son los más frecuentes, dermatitis irritativa, conjuntivitis [...]*” (prueba de salud).

Los argumentos dados por el debatiente a favor de las piscinas de cloro incluyeron pruebas económicas (2) y químicas (2) fundamentalmente, aunque también expuso de opinión (1) y de otras tipologías (1). Algunos ejemplos fueron: “[...] *las piscinas de cloro, sin duda presentan la inversión económica más asequible para todos los bolsillos*”

(prueba económica), y “*Uno de los beneficios de las piscinas de cloro, es que el mantenimiento continuado, una vez a la semana, te permite controlar los niveles de cloro de forma continua sin dar lugar a ningún problema [...]*” (prueba química).

4.3. Decisión final

Tras el microdebate, el 89.47% (34/38) de los oyentes se decantó por piscinas de agua salada y 10.53% (4/38) por las piscinas de cloro. Tras el debate, los PFIs a favor de piscinas de agua salada usaron principalmente, pruebas de salud ($\bar{x}_{PFI}=0.76$), económicas ($\bar{x}_{PFI}=0.71$), ambientales ($\bar{x}_{PFI}=0.32$), de opinión ($\bar{x}_{PFI}=0.26$), químicas ($\bar{x}_{PFI}=0.15$) y de otras tipologías ($\bar{x}_{PFI}=0.03$), con una media de pruebas totales de $\bar{x}_{PFI}=2.24$. Los PFIs a favor del uso de piscinas de cloro usaron pruebas económicas ($\bar{x}_{PFI}=0.50$) y químicas ($\bar{x}_{PFI}=0.50$), con una media de total de pruebas de $\bar{x}_{PFI}=1.00$. Se observa en ambos casos un aumento de las pruebas económicas debido a que el microdebate abordó este tema en profundidad, reduciéndose a su vez las pruebas de opinión.

4.4. Cambios de opinión

No obstante, aunque los porcentajes de decisiones fueron similares a los iniciales, se detectaron cambios de opinión en un 21.05% (8/38). Tres participantes que optaron inicialmente por piscina salada cambiaron a clorada y cuatro PFIs cambiaron de cloro a agua salada. Además, el participante indeciso se decidió por las piscinas saladas.

Los PFIs que cambiaron de opinión de piscinas saladas a cloro justificaron su decisión en base a pruebas principalmente económicas indicadas explícitamente por los debatientes (y también químicas): “*He cambiado de opinión e instalaría una piscina de cloro. Este tipo de piscinas son las más comunes ya que presentan una inversión económica inicial más baja que las piscinas de agua salada [...]*” (PFI14). Por otro lado, los PFIs que cambiaron a piscinas saladas expresaron sus argumentos en base a pruebas ambientales, químicas, de salud y económicas. Por ejemplo: “*Pondría una piscina de agua salada, dado que ofrece beneficios adicionales por una pequeña mayor inversión inicial y menor coste de mantenimiento a largo plazo.*” (PFI12), “[...] *son menos perjudiciales para la salud al no producirse sustancias tóxicas como las cloraminas*” (PFI35) o “[...] *requieren menor inversión a nivel de mantenimiento. Además, son más respetuosas a nivel ambiental y con la salud humana*” (PFI36). Tal y como se observa en estos ejemplos, la mayoría de los PFIs hicieron suyas las pruebas expuestas por los debatientes quedando reflejadas en el post-test, especialmente las económicas.

5. CONCLUSIONES

La decisión mayoritaria de los PFIs –piscina de agua salada- (84.21% antes, 89.47% después) fue bastante similar en ambos momentos de la intervención. Esto puede deberse a la concienciación de los PFIs hacia aspectos de salud, químicos y biológicos debido a su formación inicial. Otro aspecto a destacar es que la naturaleza del problema solamente dejó indeciso a un PFI, lo que demuestra que la temática fue relevante para ellos.

Los oyentes que se decantaron por piscinas saladas ofrecieron una mayor cantidad y variedad de pruebas (económica, de salud, química, biológica, ambiental y de opinión), antes y después, que los que optaron por piscinas de cloro que se centraron mayoritariamente en pruebas económicas y algunas de naturaleza química y/o biológica. Es de destacar que tras el microdebate el número de pruebas de opinión se redujo. Como indica Cano-Iglesias (2024), el microdebate es una estrategia que produce cambios de opinión, y en este caso, aunque los porcentajes globales, antes y después, fueron similares, el cambio se manifestó en 8 PFIs. No se ha encontrado una correlación clara en el tipo de

pruebas que produjeron el cambio de decisión, puesto que fueron diversas (ambientales, químicas, de salud y económicas). Lo que sí parece claro es que las pruebas aportadas por los debatientes contribuyeron a este cambio, ya que las ideas manifestadas fueron usadas por estos PFIs.

Finalmente, cabe resaltar que el uso de metodologías activas como los microdebates hace reflexionar a los PFIs, promoviendo una ciudadanía más responsable y comprometida con abordar cuestiones sociales de una forma crítica. Como línea futura, se pretende integrar este problema de la vida diaria en aplicaciones móviles que en el marco del proyecto 21ProyExcel_00176 se están desarrollando para fomentar la argumentación en acciones ambientales.

AGRADECIMIENTOS: Esta publicación forma parte del proyecto I+D “Aplicaciones móviles para la argumentación científica y tecnológica sobre acciones climáticas, medioambientales y eficientes en recursos” (21ProyExcel_00176), financiado por (PAIDI 2020) de la Junta de Andalucía; y del PIE22-184 del Grupo Permanente de Innovación en Educación Crítica (EDUCRIT) de la Universidad de Málaga.

REFERENCIAS

- Aldeguer, L., y Serrano, M. D. (2022). Uso de la sal marina en el tratamiento del agua de piscinas. *Revista de Salud Ambiental*, 22 (Especial Congreso), 8-73.
- Cano-Iglesias, M. J. (2024). Argumentación y toma de decisiones como habilidades del pensamiento crítico: una investigación con estudiantes de ingenierías industriales y del máster en profesorado de especialidades científico tecnológicas [Tesis Doctoral]. Universidad de Málaga.
- Carrillo, S., y Nevado, K. (2017) El debate académico como estrategia didáctica para la formación de competencias argumentativas y la aproximación al diálogo científico. *Rastros Rostros*, 19(34), 18-30.
- Franco-Mariscal, A. J. (Ed.) (2024). *Critical Thinking in Science Education and Teacher Training*. Springer (en prensa).
- Henderson, J. B., McNeill, K. L., González-Howard, M., Close, K., y Evans, M. (2018). Key challenges and future directions for educational research on scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(1), 5-18.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Graó.
- Lee, J., Ha, K.-T., y Zoh, K.-D. (2009). Characteristics of trihalomethane (THM) production and associated health risk assessment in swimming pool waters treated with different disinfection methods. *Science of The Total Environment*, 407(6), 1990-1997.
- Manasfi, T., Coulomb, B., y Boudenne, J. (2017). Occurrence, origin, and toxicity of disinfection byproducts in chlorinated swimming pools: an overview. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 220(3), 591-603.
- Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking. New directions in science education? *School Science Review*, 352, 53-62.
- Osborne, J., Henderson, J. B., MacPherson, A., Szu, E., Wild, A., y Yao, S. (2016). The development and validation of a learning progression for argumentation in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(6), 821-846.
- Sadler, T. D., y Zeidler, D.L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument* (3.ª ed.). Cambridge University Press.