

Participación en ejercicios interlaboratorio y contribución a la ciencia ciudadana como estrategia de motivación del alumnado

De la Calle González, I.^a; Graña-Dosantos, J.^a Pena-Pereira, F.^a

^aCentro de Investigación Mariña, Universidade de Vigo, Departamento de Química Analítica e Alimentaria, Grupo QA2, Edificio CC Experimentais, Campus de Vigo, As Lagoas, Marcosende, Vigo, 36310, Spain. (incalle@uvigo.gal)

Palabras clave: motivación, proyecto experimental, Química Analítica, ejercicio interlaboratorio, ciencia ciudadana.

La motivación del alumnado permite fomentar su compromiso y avance en el proceso de aprendizaje [1]. Existen cinco tipos de motivación principalmente: de logro, por autonomía, por pertenencia, por utilidad o por reconocimiento. Algunas de las estrategias para motivar al alumnado se basan en: generar seguridad y confianza, dar sentido a lo que se aprende, plantear retos, reconocer el esfuerzo, fomentar la autonomía, ofrecer oportunidades de crecimiento, conectar el aprendizaje con la vida cotidiana, favorecer la colaboración y la competencia saludable entre los estudiantes, establecer metas, proporcionar retroalimentación y fomentar la curiosidad.

Además, como una estrategia de motivación y que tiene relación con la divulgación científica, en los últimos años, se está trabajando en el diseño de proyectos científicos que involucren a los ciudadanos [2]; por ejemplo, en proyectos relacionados con el cambio climático, problemas de contaminación o incluso detección de enfermedades.

1. Participación en ejercicios interlaboratorio

En este trabajo se propone la participación del alumnado en un ejercicio interlaboratorio durante la realización de las prácticas de laboratorio de la materia Calidad en los laboratorios analíticos de 4º curso del grado en Química. Esta tarea engloba muchas de las estrategias de motivación anteriormente comentadas y, además, permite el aprendizaje en etapas de preparación de muestra (secado, extracción), aplicación de métodos oficiales de análisis basados en técnicas instrumentales tales como la espectrofotometría de absorción molecular o espectrometría de absorción atómica, el tratamiento y presentación de los resultados. Además, la tarea permite que el alumnado comprenda en mayor profundidad la utilidad de los ejercicios interlaboratorio en el control de la calidad (objetivos, clasificación, procedimiento, tipos de muestras) que forman parte del contenido de la materia, consolidando conceptos abordados en las sesiones teóricas de la materia.

En primer lugar, el profesorado debe adquirir una muestra problema del laboratorio organizador. Por otro lado, el laboratorio organizador proporciona, además de la muestra, el método de preparación de muestra y el método de análisis que se debe aplicar [3]. A continuación, el alumnado realiza la práctica de laboratorio basándose en la información proporcionada. Finalmente, el profesorado envía los resultados de cada grupo al laboratorio organizador y este proporciona un documento con tablas y gráficas de los resultados obtenidos, comparándolos de forma anónima con laboratorios de otras facultades o escuelas relacionadas con la química de toda España. En nuestro caso, hemos participado en este tipo de ejercicios de laboratorio durante 3 años consecutivos. En la **Tabla 1**, se muestran las participaciones y los parámetros determinados. En ella se muestra: el número de alumnos y alumnas participantes, los parámetros analizados y los resultados obtenidos expresados como puntuación z (z-score). Como se puede observar, en la mayoría de los casos (85%), los resultados resultaron satisfactorios, con valores de la puntuación z en valor absoluto inferiores a 2. Esto indica la involucración del alumnado e interés durante la realización de los experimentos y obtención de los resultados.

2. Contribución a la ciencia ciudadana

Posteriormente, y tomando como referencia el método oficial de análisis utilizado previamente para la determinación de fosfatos en suelos y aguas, uno de los alumnos desarrolló su proyecto de fin de máster (TFM) mediante el diseño y optimización de un dispositivo analítico basado en papel (PAD) [4]. Este dispositivo se puede adaptar a proyectos de ciencia ciudadana, de manera que los propios ciudadanos puedan realizar el análisis de muestras de su interés. Para ello, se debe depositar una gota

de la muestra en la zona central correspondiente del PAD para poder obtener la concentración de fosfatos, para comprobar si se trata de una muestra susceptible de sufrir, por ejemplo, procesos de eutrofización. En la **Figura 1**, se muestra un esquema del procedimiento con las diferentes etapas involucradas, donde la etapa de detección consiste en realizar una fotografía con el teléfono móvil y obtener la intensidad de color con un programa de procesamiento de imagen de acceso libre.

Tabla 1. Información de la participación en ejercicios interlaboratorio (curso académico, número de participantes, número de equipos de trabajo y parámetros estudiados).

Curso	Alumnado (número de participantes)	Número de equipos	Parámetros a estudiar	Puntuaciones z obtenidas
2023-2024	19	4	Humedad	<u>0,44; 0,76; 1,01; 8,85</u>
			Fósforo	<u>-0,32; 0,32; 0,67; 0,68</u>
2024-2025	14	4	Humedad	-3,68; <u>0,98; 0,89; 0,47</u>
			Fósforo	<u>-1,12; -0,34</u>
			Potasio	-2,55; <u>-1,49</u>
2025-2026	22	5	Humedad	-2,15; <u>0,37; 1,18; 1,26; 1,30</u>
			Fósforo	<u>-1,29; -0,44; 0,02</u>
			Potasio	<u>-1,76; -1,31</u>

Puntuaciones z: $|z| \leq 2$: valores aceptables; $2 < |z| \leq 3$: valores cuestionables; $|z| \geq 3$: valores inaceptables.



Figura 1. Esquema de procedimiento propuesto para llevar a cabo un proyecto de ciencia ciudadana para la determinación de fósforo como fosfatos en muestras de agua o extractos de suelo.

Bibliografía

- [1] Pérez, M. Estrategias para motivar a los estudiantes (blog) (2023). <https://www.rededuca.net/blog/educacion-y-docencia/estrategias-motivacion-estudiantes>
- [2] Quinlivan, D. V. Chapman, T. Sullivan, Applying citizen science to monitor for the Sustainable Development Goal Indicator 6.3.2: a review, *Environ. Monit. Assess.* 2020, 192, 218.
- [3] Orden de 5 de diciembre de 1975 por la que se aprueban como oficiales los métodos de análisis de suelos y aguas. Ministerio de Agricultura. BOE-A-1976-6778. «BOE» núm. 78, de 31 de marzo de 1976, 6458-6491.
- [4] Graña-Dosantos J. M., Pena-Pereira, F., Bendicho, C. De la Calle, I. (2026), A 3D Microfluidic Paper-Based Analytical Device with Smartphone-Based Colorimetric Readout for Phosphate Sensing, *Sensors*, 26 (1) 335.

Agradecimientos

Este Proyecto ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades MICIU/AEI/10.13039/501100011033/ (Proyecto PID2022-136337OB-I00), la Agencia de Investigación Española y FEDER. 'ERDF A way of making Europe'.