

Artículo original breve

Recursos TICs para la evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje en clases prácticas de laboratorio

ICTs tools for the evaluation of teaching-learning process in laboratory classes

Márquez I*

*Departamento de Química Física, Facultad de Química, Universidad de Sevilla

*Correspondencia: imarquez1@us.es

Resumen: Recientemente, los recursos TICs han adquirido especial relevancia en la enseñanza universitaria debido a la gran variedad de contenido educativo que permiten generar en función de las necesidades de los estudiantes. Muchos de estos recursos están diseñados para mejorar la calidad de la enseñanza y favorecer el aprendizaje de una forma más rápida. Por ello, en el presente trabajo se propone el uso de recursos TICs en clases prácticas de laboratorio para el diagnóstico inicial de ideas previas y/o la evaluación final de los conocimientos adquiridos. El estudio llevado a cabo empleando las aplicaciones Socrative y Google Form muestra que el uso de estas herramientas constituye una forma adecuada de evaluar a tiempo real el nivel que presentan los alumnos antes de comenzar las sesiones prácticas y al finalizarlas, permitiendo adaptar el ritmo de las sesiones a sus necesidades. Asimismo, el empleo de recursos TICs fomenta la implicación de los alumnos en el proceso enseñanza-aprendizaje en las clases prácticas.

Abstract: Recently, ICTs resources have acquired special relevance in university teaching due to the great variety of educational content that they allow to generate based on the students' needs. Many of these resources are designed to improve teaching quality and promote faster learning. For this reason, in the present work it is proposed the use of ICT resources in practical laboratory classes for an initial misconceptions diagnosis and/or a final evaluation of the acquired knowledge. The study was carried out by using the Socrative and Google Form applications and shows that the use of these tools constitutes an adequate way for at-real-time evaluating the knowledge level of the students at the beginning and at the end of the practical sessions, allowing the adaptation of the sessions' rhythm to their needs. Likewise, the use of ICT resources encourages the students' involvement in the teaching-learning process in practical classes.

Palabras clave: TICs, Laboratorio, Evaluación, Ciencias, Enseñanza universitaria

Keywords: ICTs, Laboratory, Evaluation, Science, University teaching

1. Introducción

Las clases prácticas en el laboratorio juegan un papel clave en la formación de los estudiantes universitarios en carreras de Ciencias Experimentales y de la Salud [1,2]. Estas sesiones prácticas permiten a los alumnos contextualizar y aplicar el contenido teórico, así como adquirir aptitudes para el desarrollo de su carrera profesional.

De forma general, el desarrollo de una sesión práctica consiste en una primera etapa de

identificación de ideas previas y explicación breve del contenido teórico y metodológico de la experiencia práctica por parte del docente; una segunda etapa donde tiene lugar la realización de la experiencia práctica por parte de los alumnos; una tercera etapa de tratamiento de datos y análisis de resultados también por parte de los alumnos; y una última etapa donde tiene lugar la puesta en común y discusión de los resultados en la que participan todos los alumnos en conjunto y el docente ejerce de moderador (Figura 1).

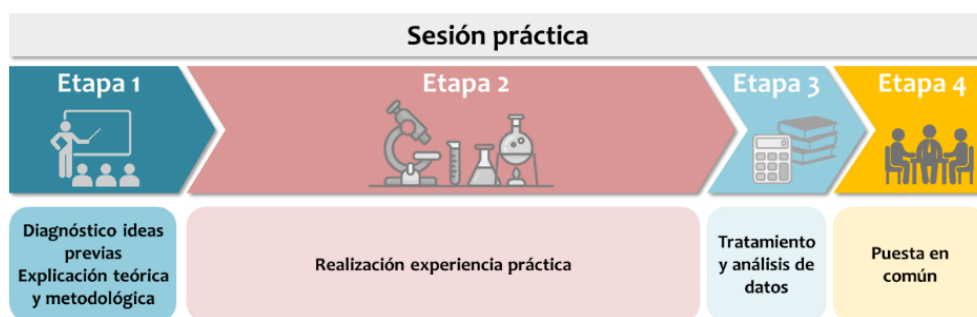


Figura 1. Diagrama de la metodología empleada en una sesión práctica.

Dentro de la primera etapa, es fundamental llevar a cabo un diagnóstico de las ideas previas, ya que proporciona al docente una visión global del nivel del que parten los alumnos con respecto al contenido de las experiencias a realizar y le permite modular la profundidad de las explicaciones teóricas [3].

Este diagnóstico de ideas previas se puede llevar a cabo mediante una entrevista personal con el alumno, preguntas dirigidas durante la explicación inicial o un cuestionario. La primera opción requiere de más tiempo del que se dispone para la realización de la primera etapa. En el caso de la segunda opción, en general nos encontramos con el inconveniente de la baja participación de los alumnos. Por otro lado, el uso del cuestionario requiere también de tiempo adicional para el análisis de los resultados obtenidos en él. Para solventar las dificultades debidas a la falta de tiempo y la baja participación de los alumnos, el uso de recursos TICs como herramienta para evaluar las ideas

previas de los alumnos es una opción interesante a considerar. Este tipo de aplicaciones permite diseñar cuestionarios a los que pueden acceder los alumnos a través de dispositivos portátiles como móviles, tabletas y ordenadores, y realizar un seguimiento de las respuestas durante la realización del cuestionario y de los resultados obtenidos.

Recientemente, varios autores han descrito el uso de la aplicación Socrative para el diagnóstico de ideas previas [4], incluso en el desarrollo de clases prácticas de laboratorio [5]. Al incluir un sistema de respuesta de la audiencia, Socrative permite al docente obtener un sondeo a tiempo real del nivel de conocimientos del que parten los alumnos [6,7] y modular el grado de profundidad en los contenidos a explicar durante la etapa 1 de la sesión práctica. Igualmente, la aplicación permite la autoevaluación del alumno, ya que le permite conocer su nivel de conocimientos adquiridos en el momento. La posibilidad de uso en modo anónimo es otra de las ventajas

que presenta esta aplicación, ya que promueve la participación de los alumnos.

A pesar de todas las ventajas que presenta la aplicación Socrative, su uso para el diseño de cuestionarios está limitado a solo tres tipos de preguntas (Opción múltiple, Verdadero/Falso y Respuesta corta). Esto no ocurre en otras aplicaciones como Google Form, la cual también ha sido descrita por otros autores como herramienta de evaluación [8]. Esta aplicación tiene una variedad más amplia de tipos de preguntas, entre las que se encuentra la de Respuesta de desarrollo que permite abordar cuestiones más elaboradas. Al igual que Socrative, Google Form proporciona un análisis de los resultados obtenidos.

Debido a que ambas aplicaciones nos proporcionan un sondeo a tiempo real, permiten al profesor conocer el nivel de sus alumnos antes de la sesión práctica, así como al finalizar la misma, de manera que se pueden evaluar los conocimientos adquiridos al terminar la sesión.

Aprovechando las ventajas que presentan estas dos aplicaciones, en el presente trabajo se ha llevado a cabo la implementación de cuestionarios a través de las aplicaciones Socrative y Google Form para el diagnóstico de ideas previas y para la evaluación de conocimientos adquiridos en las clases prácticas de laboratorio en el Grado en Farmacia y el Doble Grado en Farmacia y en Óptica y Optometría.

2. Material y métodos

El trabajo se ha llevado a cabo dentro de la asignatura Fisicoquímica que se imparte en el primer curso del Grado en Farmacia y del Doble Grado en Farmacia y en Óptica y Optometría (Universidad de Sevilla). Las clases prácticas de esta asignatura tienen una duración de 15 horas, repartidas en 3 horas por día a lo largo de una

semana. Los grupos están formados por 24 alumnos procedentes de cualquiera de los seis grupos de teoría que tiene la asignatura. Este grupo se divide en dos subgrupos de 12 alumnos para facilitar el desarrollo de las sesiones, compartiendo ambos el mismo laboratorio. Durante el periodo de clases prácticas, los alumnos deben realizar 4 experiencias de laboratorio relacionadas con el contenido teórico de la asignatura, realizándose una experiencia por día (sesión práctica), y se evalúa mediante la entrega de un informe y la realización de un examen escrito en la quinta sesión.

Se han utilizado tres métodos diferentes para llevar a cabo una evaluación parcial o completa del proceso enseñanza-aprendizaje de los alumnos en las clases de laboratorio:

- a) Evaluación de las ideas previas que presentan los alumnos respecto al contenido teórico de la experiencia práctica a realizar.
- b) Evaluación de los conocimientos adquiridos tras la realización de la experiencia práctica realizada.
- c) Evaluación de las ideas previas y de los conocimientos adquiridos.

Cada método se implementó en un grupo diferente, a los cuales se les nombra en base al método:

Grupo A. Aprovechando que los grupos se dividen en dos subgrupos, a uno de ellos (A.1) se les plantearon durante la explicación teórica y metodológica (etapa 1) y de forma oral, cinco preguntas (Tabla 1) relacionadas con el contenido de la experiencia a realizar en la sesión. Esas mismas preguntas fueron planteadas al otro subgrupo (A.2) con un cuestionario empleando la aplicación Socrative (<https://www.socrative.com/>).

Tabla 1. Cuestiones planteadas como evaluación de las ideas previas en el grupo A.

Cuestión	Tipo ¹	Enunciado
1	OM ²	¿Cuál es el objeto de estudio de la cinética química? (a) Los componentes de una reacción química (b) Las propiedades coligativas de una mezcla química (c) La velocidad de una reacción química (d) Una película sobre una reacción química
2	VF	Para una reacción química genérica $aA + bB \rightarrow cC + dD$, "a,b y c, d" son los coeficientes estequiométricos de los reactivos y productos, respectivamente.
3	OM	Para una reacción química genérica $aA + bB \rightarrow cC + dD$, ¿cómo varía la concentración del reactivo B con el tiempo? (a) Aumenta (b) Disminuye (c) Se mantiene (d) Ninguna de las anteriores
4	VF	La velocidad de una reacción tiene unidades de metros/segundos.
5	RC	¿Cómo se llama la especie I?


¹ OM: Opción múltiple; VF: Verdadero/Falso; RC: Respuesta corta.

² Las cuestiones de opción múltiple se plantean como cuestiones de respuesta corta cuando se realizan de forma oral.

Grupo B. En este caso, a uno de los subgrupos (B.1) se les plantearon durante la puesta en común de resultados (etapa 4) y de forma oral ocho cuestiones (Tabla 2) relacionadas con el contenido y los

resultados de la experiencia realizada durante la sesión. Esas mismas preguntas fueron planteadas al otro subgrupo (B.2) mediante un cuestionario a través de la aplicación Google Form (<https://docs.google.com/forms>).

Tabla 2. Cuestiones planteadas como evaluación de los conocimientos adquiridos en el grupo B.

Cuestión	Tipo ¹	Enunciado
1	VF	La velocidad de una reacción tiene unidades de moles/segundos.
2	OM ²	¿Cuál es el objeto de estudio de la cinética química? (a) Los componentes de una reacción química (b) Las propiedades coligativas de una mezcla química (c) La velocidad de una reacción química (d) Una película sobre una reacción química
3	VF	Para una reacción química genérica $aA + bB \rightarrow cC + dD$, "a,b y c, d" son los coeficientes estequiométricos de los reactivos y productos, respectivamente.
4	RL	Para una reacción química genérica $aA + bB \rightarrow cC + dD$, explica cómo varía la concentración del reactivo B con el tiempo.
5	OM	¿Qué significan los pictogramas de la imagen? ³
		
		(a) Toxicidad aguda (d) Peligro para el medio ambiente

Cuestión	Tipo ¹	Enunciado
		(b) Mutágeno/Cancerígeno (e) Peligro para la salud (c) Corrosivo (f) Nocivo por ingestión o inhalación
6	OM	¿De cuál de las siguientes reacciones se determina su velocidad? (a) $2\text{I}^- + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-} + \text{I}_2$ (b) $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ (c) $\text{I}_2 + 2\text{SO}_4^{2-} \rightarrow 2\text{I}^- + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ (d) $2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-} \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$
7	RL	¿Por qué es necesario agitar correctamente el vial de reacción a la vez que se activa el cronómetro?
8	RC	¿Cómo se llama la especie I?

¹ OM: Opción múltiple; VF: Verdadero/Falso; RL: Respuesta Larga; RC: Respuesta corta.

² Las cuestiones de opción múltiple se plantean como cuestiones de respuesta corta cuando se realizan de forma oral.

³ Los pictogramas se dibujaron en la pizarra.

Grupo C. Para este último grupo, se diseñó un cuestionario empleando la aplicación Socrative con seis preguntas (Tabla 3) relacionadas con el contenido de la experiencia. El cuestionario se pasó antes de la explicación teórica y metodológica

(etapa 1) a los alumnos del grupo como diagnóstico de ideas previas (Cuestionario pre-explicación). El mismo cuestionario se les volvió a pasar a los alumnos al finalizar la sesión práctica como evaluación de los conocimientos adquiridos (Cuestionario post-experimentación).

Tabla 3. Cuestiones planteadas como evaluación de las ideas previas y de los conocimientos adquiridos en el grupo C.

Cuestión	Tipo ¹	Enunciado
1	OM ²	¿Cuál es el objeto de estudio de la cinética química? (a) Los componentes de una reacción química (b) Las propiedades coligativas de una mezcla química (c) La velocidad de una reacción química (d) Una película sobre una reacción química
2	VF	Para una reacción química genérica $aA + bB \rightarrow cC + dD$, "a,b y c, d" son los coeficientes estequiométricos de los reactivos y productos, respectivamente.
3	RC	Para una reacción química genérica $aA + bB \rightarrow cC + dD$, ¿cómo varía la concentración del reactivo B con el tiempo?
4	VF	La velocidad de una reacción tiene unidades de metros/segundos.
5	RC	¿Cómo se llama la especie I?
6	OM	¿Por qué es necesario agitar correctamente el vial de reacción a la vez que se activa el cronómetro? (a) Porque de no hacerlo, la reacción no tiene lugar (b) Porque necesitamos mezclar los reactivos que adquieran el color del almidón (c) Porque los reactivos deben mezclarse correctamente al comienzo de la reacción para una correcta medida de la velocidad de reacción (d) Porque hay que disolver los reactivos sólidos para que reaccionen y puedan darse los choques entre moléculas necesarios en la reacción

Cuestión	Tipo ¹	Enunciado
----------	-------------------	-----------

¹ OM: Opción múltiple; VF: Verdadero/Falso; RC: Respuesta corta.

² Las cuestiones de opción múltiple se plantean como cuestiones de respuesta corta cuando se realizan de forma oral.

Para acceder al cuestionario en el caso de la aplicación Socrative, los alumnos solo tuvieron que ingresar en una sala virtual introduciendo en el portal web de la aplicación un código que se les proporcionó. Para la aplicación Google Form, los alumnos accedieron al cuestionario escaneando un código QR que les dirigía directamente al cuestionario. En ambos casos, tanto los alumnos como el docente requirieron de un dispositivo electrónico conectado a internet para la realización y seguimiento del cuestionario durante la sesión práctica.

3. Resultados

Se ha comparado la participación y el resultado de los alumnos para los grupos A (Figura 2) y B (Figura 3) durante una sesión práctica cuando se usa el método tradicional (Cuestiones de forma oral) con el método propuesto (Cuestiones usando recursos TICs). En el caso del grupo C (Figura 4), la participación fue del 100%, por lo que solo se muestra la comparativa de los resultados obtenidos en los cuestionarios pre-explicación y post-experimentación.

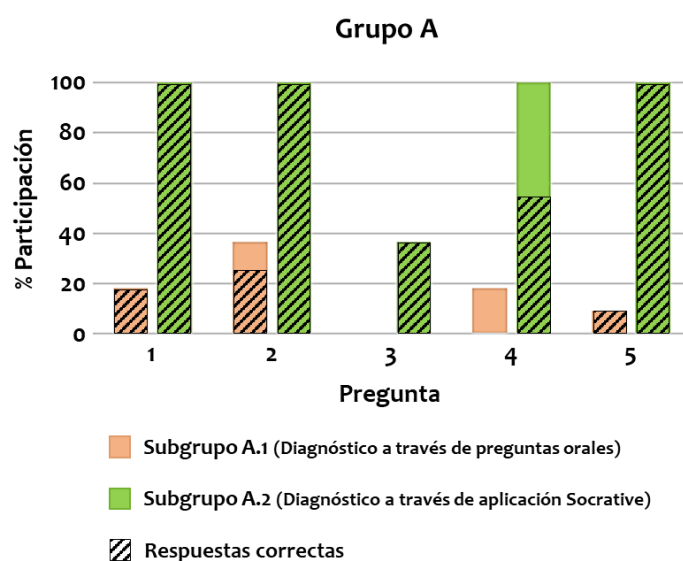


Figura 2. Porcentaje de participación de los alumnos en cada pregunta del diagnóstico de ideas previas sin (color rosa) y con (color verde) el empleo de la aplicación Socrative. La parte rallada de las barras corresponde a la fracción de participantes que contestó de forma correcta.

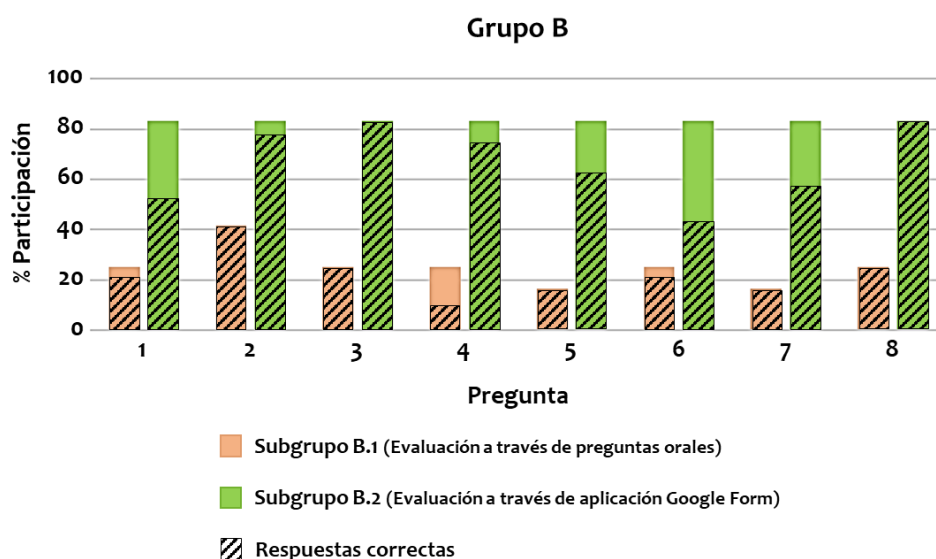


Figura 3. Porcentaje de participación de los alumnos en cada pregunta de la evaluación del conocimiento adquirido al final de la sesión sin (color rosa) y con (color verde) el empleo de la aplicación Google Form. La parte rallada de las barras corresponde a la fracción de participantes que contestó de forma correcta.

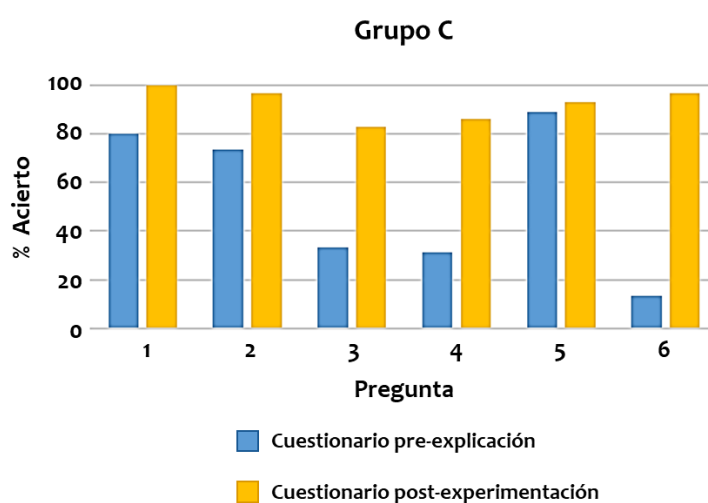


Figura 4. Porcentaje de acierto de los alumnos en cada pregunta del cuestionario empleado al inicio de la sesión para diagnóstico de ideas previas (color azul) y al final de la sesión para evaluación del conocimiento adquirido (color amarillo).

4. Discusión

En la Figura 2 se puede observar que la participación de los alumnos en el grupo A es considerablemente mayor cuando se emplea la aplicación Socrative para el diagnóstico de ideas previas. Analizando en más detalle, el grado de acierto es muy alto salvo para la pregunta 4.

Esto nos indica que a pesar de que los alumnos sepan la respuesta correcta, no participan cuando empleamos el método tradicional en el diagnóstico de ideas previas. Respecto a la pregunta 4, con el método tradicional es complicado detectar si los alumnos conocen el contenido en el que se fundamenta la pregunta ya que la participación es muy baja. Sin

embargo, con el método propuesto la participación aumenta significativamente y la fracción de acierto nos da una visión más realista del conocimiento base que tiene el grupo. Por otro lado, en la pregunta 3 la participación disminuye mucho con respecto al resto de preguntas cuando empleamos el método propuesto. En este caso, también es complicado detectar si los alumnos conocen el contenido en el que se fundamenta la pregunta a pesar de la alta fracción de acierto, ya que el resto de alumnos podrían no haber participado por desconocer la respuesta.

La participación de los alumnos del grupo B también mejora significativamente cuando se emplea la aplicación Google Form para la evaluación de los conocimientos adquiridos al final de la sesión (Figura 3). Al igual que ocurre en el grupo A, al ser la participación mayor cuando se emplea el método propuesto, los resultados de la evaluación proporcionan una visión más realista del conocimiento adquirido por los alumnos que cuando se usa el método tradicional.

En el caso del grupo C, la participación fue del 100% en los dos cuestionarios que se realizaron por lo que en la Figura 4 solo se muestra la comparativa del porcentaje de acierto de los alumnos en las preguntas del cuestionario pre-explicación (diagnóstico de ideas previas) y del post-experimentación (evaluación del contenido asimilado). Al utilizar el mismo cuestionario en ambos casos, se puede tener una comparación realista del proceso enseñanza-aprendizaje al final de la sesión con respecto al nivel del que parten los alumnos, observándose una mejora significativa al final de la sesión.

El empleo de estos recursos no solo ha permitido tener un sondeo rápido y a tiempo real del nivel de conocimiento del que parten los alumnos al inicio de la sesión y que han adquirido al final de la misma, sino que proporciona al alumno más control en su proceso de aprendizaje. Esto se debe a la posibilidad que tiene el alumno de autoevaluar sus conocimientos durante el desarrollo de la sesión y, en consecuencia, identificar sus

necesidades y diseñar un plan de acción para conseguir el objetivo marcado en base a dichas necesidades [9]. Con esta evaluación alternativa digital la *evaluación del aprendizaje* se transforma en una *evaluación para el aprendizaje* donde el alumno adquiere un papel mucho más activo en su proceso de aprendizaje [10].

5. Conclusiones

El uso de recursos TICs para el diagnóstico de ideas previas en clases prácticas de laboratorio constituye una forma adecuada de evaluar a tiempo real el nivel de conocimiento que presentan los alumnos con respecto al contenido de las experiencias que se van a realizar. De esta forma, se puede modular durante la misma sesión el grado de profundidad que deben tener las explicaciones teóricas y metodológicas hacia los alumnos.

Igualmente, estas aplicaciones son una alternativa interesante para evaluar si el aprendizaje por parte de los alumnos ha sido significativo. Además, su inmediatez a la hora de analizar los resultados permite detectar las carencias que siguen presentado los alumnos una vez que ha finalizado la sesión práctica, y abordarlas de cara a la preparación del examen de evaluación final.

Por último, el empleo de recursos TICs fomenta la participación de los alumnos ya que, por un lado, sienten menos presión a dar su respuesta u opinión a través del anonimato que les proporcionan estas aplicaciones y, por otro lado, adquieren más control sobre su proceso de aprendizaje al detectar las necesidades que presentan durante el desarrollo de la sesión.

Agradecimientos

La autora agradece a los alumnos de la asignatura de Físicoquímica del Grado en Farmacia y del Doble Grado en Farmacia y en Óptica y Optometría (Universidad de Sevilla) del curso 2022/23 por su participación en la puesta en práctica del presente trabajo, así como

al resto de profesores de prácticas de la asignatura por su asesoramiento.

Conflicto de intereses

La autora declara que no tener ningún conflicto de interés.

Referencias bibliográficas

1. Katajavuori N, Lindblom-Ylänne S, Hirvonen J. The significance of practical training in linking theoretical studies with practice. *Higher Education*. 2006;51(3):439-464.
2. Hofstein A, Lunetta V N. The laboratory in science education: Foundation for the twenty-first century. *Science Education*. 2004;88(1):28-54.
3. Mahmud M C, Gutiérrez O A. Estrategia de Enseñanza Basada en el Cambio Conceptual para la Transformación de Ideas Previas en el Aprendizaje de las Ciencias. *Formación Universitaria*. 2010;3(1):11-20.
4. Balta N, Tzafilkou K. Using Socrative software for instant formative feedback in physics courses. *Educ Inf Technol*. 2019;24:307-323.
5. Santos J, Parody L, Ceballos M, Alfaro MC, Trujillo-Cayado LA. Effectiveness of mobile devices as audience response systems in the chemistry laboratory classroom. *Comput Appl Eng Educ*. 2019;27(3):572-579.
6. Kay R H, LeSage A. Examining the benefits and challenges of using audience response systems: A review of the literatura. *Computers & Education*. 2009;53(3):819-827.
7. Roman C, Delgado M A, García-Morales M. Socrative, a powerful digital tool for enriching the teaching-learning process and promoting interactive learning in Chemistry and Chemical Engineering studies. *Comput Appl Eng Educ*. 2021;29(6):1542-1553.
8. Nguyen H, Stehr E M, Eisenreich H, An T. Using Google Forms to Inform Teaching Practices. *Proceedings of the Interdisciplinary STEM Teaching and Learning Conference*. 2018;2:10.
9. Padilla MT, Gil J. La evaluación orientada al aprendizaje en la Educación Superior: condiciones y estrategias para su aplicación en la docencia universitaria. *Revista Española de Pedagogía*. 2008;66(241):467-486.
10. Amante L, Oliveira I, Pereira A. Cultura da avaliação e contextos digitais de aprendizagem: o Modelo PrACT. *Revista Docência e Cibercultura*. 2017;1(1):135-150.

Márquez I- Recursos TICs para la evaluación ...

Este trabajo debe ser citado como:

Márquez I. Recursos TICs para la evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje en clases prácticas de laboratorio. Rev Esp Cien Farm. 2023;4(1):146-155.