

Aprendizaje basado en retos aplicado a la educación para la sostenibilidad

Ana M. Díez-Pascual^a, Beatriz Jurado-Sánchez^b y Pilar García Díaz^c

^aUniversidad de Alcalá, Facultad de Ciencias, Departamento de Química Analítica, Química Física e Ingeniería Química, Ctra. Madrid-Barcelona, Km. 33.600, 28871 Alcalá de Henares, Madrid, am.diez@uah.es,

^bUniversidad de Alcalá, Facultad de Ciencias, Departamento de Química Analítica, Química Física e Ingeniería Química, Ctra. Madrid-Barcelona, Km. 33.600, 28871 Alcalá de Henares, Madrid, beatriz.jurado@uah.es,

^cUniversidad de Alcalá, Departamento de Teoría de Señal y Comunicación, Ctra. Madrid-Barcelona, Km. 33.600, 28871 Alcalá de Henares, Madrid, pilar.garcia@uah.es,

How to cite: Ana M. Díez-Pascual, Beatriz Jurado-Sánchez y Pilar García Díaz. 2022. Aprendizaje basado en retos aplicado a la educación para la sostenibilidad. En libro de actas: *VIII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 6 - 8 de julio de 2022. <https://doi.org/10.4995/INRED2022.2022.15831>

Abstract

This communication describes the use of the challenge-based learning methodology (CBL) for the teaching of subjects in the Degree in Criminalistics, with the aim of investigating what the use of this methodology means for the students in the elaboration of a collaborative project in the area of sustainable development. The grades obtained and the student surveys confirm the advantages of this methodology for the development of professional skills: collaborative work, autonomous learning capacity, time planning, and ability to communicate effectively with the colleagues. It is an innovative and attractive methodology, which allows learning closer to reality based on the interaction with classmates and the feedback from the teacher.

Keywords: challenge-based learning methodology, competences, collaborative project, sustainable development, assessment

Resumen

En esta comunicación se describe el empleo de la metodología de aprendizaje basado en retos (ABR) para la docencia de asignaturas en el Grado en Criminalística, con la finalidad de investigar lo que supone para el alumnado el empleo de esta metodología en la elaboración de un proyecto colaborativo en el área del desarrollo sostenible. Las calificaciones obtenidas y las encuestas de los alumnos confirman las ventajas de esta metodología para el desarrollo de competencias profesionales: trabajo colaborativo, capacidad de aprendizaje autónomo, planificación del tiempo, capacidad de comunicación con los compañeros de forma eficaz. Se trata de una metodología innovadora y atractiva, que permite aprender de forma más cercana a la realidad a partir de la interacción con los compañeros y el feedback del profesor.

Palabras clave: aprendizaje basado en retos, competencias, proyecto colaborativo, desarrollo sostenible, evaluación

1. Introducción

En los últimos años, el desarrollo de las nuevas tecnologías ha permitido que el estudiante acceda a una gran inmensidad de datos y conocimientos, ante lo cual el docente debe preguntarse cómo aprovechar los recursos disponibles para que el estudiante sea el protagonista de su propio aprendizaje. En este contexto, el docente tiene un rol ya no únicamente de poseedor del conocimiento, sino de facilitador para la adquisición de dicho conocimiento, entendido como el agente que es capaz de promover el compartir experiencias, el uso adecuado de las nuevas tecnologías, así como la autonomía del estudiante.

Las metodologías activas de enseñanza-aprendizaje surgen como una concepción docente que permite afrontar esta nueva realidad, promoviendo la crítica y la reflexión, que son incentivadas por el docente (Membrillo-Hernández, 2019). Las metodologías activas hacen referencia al conjunto de actividades que llevan al estudiante a identificar un problema y a tratar de resolverlo a través de la reflexión y de la interpretación de los resultados, y en las que el profesor ejerce un rol de orientador, supervisor y facilitador (Silberman, 1996). Dentro de estas metodologías se encuentran el aprendizaje basado en retos y proyectos (ABR y ABP). Aunque ambas parecen muy innovadoras, sus orígenes son anteriores al s.XXI, y conviene diferenciarlas, aunque cuenten con aspectos comunes (Lynch, 2017):

- Ambas ponen al mismo nivel la adquisición del conocimiento / información como la adquisición de una serie de habilidades (destacando la comunicación y la creatividad), actitudes (destacando el compromiso y la responsabilidad) y competencias (búsqueda útil y tratamiento de la información, relaciones interpersonales, relaciones sociales y la competencia comunicativa...)
- Plantean una relación entre el grupo y la realidad, involucrando a los alumnos con un estímulo (problema o reto) y una respuesta (resultado o solución).
- Conectan el aprendizaje de los alumnos con su realidad y con el mundo laboral, generando un aprendizaje más práctico y una relación entre lo que los alumnos aprenden y sus desempeños en el futuro.
- Son multidisciplinares. Métodos flexibles que pueden trabajarse y adaptarse en cualquier disciplina o área.
- Son coherentes con las líneas marcadas por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), tendentes a sustituir un modelo de formación centrado en el profesorado por otro más centrado en el estudiante (Simó, 2016; Garrigós y Valero-García, 2012)
- La vinculación e involucración de la realidad y el alumno en el proceso de Enseñanza – Aprendizaje produce un aumento en su motivación. Así como el hecho de resolver problemas o implementar soluciones mejora su autoestima.

El Aprendizaje Basado en Problemas tiene su origen dentro de las Ciencias de la Salud. Nació en la Universidad de McMaster, en Canadá, a finales de la década de los 60. Básicamente se centra en plantear un problema abierto para que los alumnos investiguen / busquen a través de diversos recursos. Generalmente no hay una solución correcta, si no que se busca el desarrollo de habilidades y la producción de sus propias soluciones. Se centra en aplicar los conocimientos adquiridos y en el desarrollo de habilidades y competencias (Arpí, 2012). En esta metodología, el docente hace de facilitador o tutor.

El Aprendizaje Basado en Retos tiene su origen en 2010, por parte de la empresa Apple, cuyo objetivo era resolver la situación en la que se encontraba la educación en ese momento. Es un enfoque que involucra activamente al estudiante en una situación problemática real, relevante y de vinculación con el entorno, la cual implica la definición de un desafío y la implementación de una solución. Este método no solo exige

plantear soluciones a los alumnos, si no soluciones reales, que produzcan un impacto en la comunidad. Se centra en la adquisición de nuevos conocimientos y el desarrollo de habilidades y competencias “Soft Skills” a partir del surgimiento del reto (Nichols, 2016) En esta metodología, el profesor ejerce el rol de coach, apoyando a los estudiantes en la búsqueda de soluciones.

Para contextualizar mejor la comparación de estos dos enfoques, se incluye la tabla 1 comparativa:

Tabla 1. Comparación del aprendizaje basado en retos y el aprendizaje basado en problemas

Metodología/característica	Aprendizaje Basado en Problemas	Aprendizaje Basado en Retos
Aprendizaje	Los estudiantes adquieren nueva información a través del aprendizaje autodirigido en problemas diseñados	Los estudiantes trabajan con los docentes y expertos en resolver problemáticas reales.
Enfoque	Enfrenta a los estudiantes a una situación problemática ficticia. No se requiere solución real	Enfrenta a los estudiantes a una situación problemática relevante. Si requiere solución real
Producto	Enfocado en los procesos de aprendizaje	Se requiere dar una solución concreta
Proceso	Los estudiantes ponen a prueba su capacidad de razonar y de aplicar los conocimientos	Los estudiantes estudian y diseñan la mejor solución para abordar el reto
Rol del Profesor	Facilitador o tutor	Coach

Si bien estas metodologías están ya ampliamente descritas en la literatura (Svinicki y McKeachie, 2015), existen pocos estudios que analicen sus beneficios en el proceso de enseñanza-aprendizaje en comparación a las técnicas tradicionales. Más aun, escasos estudios han analizado los resultados de la implementación de estas metodologías en la adquisición de competencias en asignaturas del área de ciencias (Ayala-Cabrera, 2020; Freeman, 2014, así como las percepciones, vivencias y opiniones de los estudiantes de Grado respecto a dichas metodologías (Morales-Bueno, 2009).

Por otro lado, se pretende fomentar la adquisición de competencias transversales-generales, sociales y actitudinales, como las Habilidades de comunicación, la Adaptación a las nuevas situaciones en un contexto cambiante y sobre todo el Compromiso con el desarrollo sostenible. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son una referencia destacable para participar desde una perspectiva docente en la generación de un modelo de desarrollo global, justo y sostenible en sus tres dimensiones: el desarrollo económico, la inclusión social y la sostenibilidad ambiental. En este contexto son, pues, imprescindibles competencias como el Análisis crítico, la Toma de decisiones colaborativa (Laal y Ghodsi, 2012) y Sentido de responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras (Murga-Menoyo, 2015).

Las universidades son clave en el logro de los ODS ya que suministran a los estudiantes las habilidades, conocimiento y estímulo para abordar los desafíos de la sostenibilidad en un mundo complejo y global (Mori Junior, 2019), ayudando a las futuras generaciones a convertirse en ciudadanos responsables y activos. Es responsabilidad de la universidad participar en el proceso de adquisición de los estudiantes de conocimientos los ODS (UNESCO, 2017). Tanto profesores como estudiantes son agentes transformadores del cambio para crear un futuro global mejor y para ello las actividades de enseñanza-aprendizaje deben

ser capaces de transformar a los estudiantes. Existe un test muy utilizado en la evaluación del conocimiento sobre los ODS, el Sulitest (Sulitest, 2021), que tiene como objetivo no solo medir los conocimientos sobre sostenibilidad, sino también enseñar y motivar a ampliar los conocimientos sobre este tema (Décamps et al., 2017). El Sulitest ha sido evaluado en más de 550 universidades en 57 países, habiéndolo realizado más de 55.000 estudiantes.

La elección de los ODS como aplicación del ABR está motivada, por un lado, por la necesidad de la toma de conciencia por parte del alumnado de la existencia de estos y de la reflexión sobre lo que se puede hacer para conseguirlos y, por otro lado, por dotar de coherencia el desarrollo de asignaturas del área de Ciencias y su relación con áreas prioritarias como son igualdad, inclusión, justicia social, medio ambiente y salud (Universidad de Deusto, 2019). Este ABR se desarrolla en torno a los ODS 2030, que tienen sus antecedentes en diversas acciones impulsadas por Naciones Unidas en el presente siglo. Diversos autores han recopilado las diferentes etapas impulsadas por Naciones Unidas hasta llegar a la aprobación de una Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible que cuenta con 17 objetivos (Figura 1, Naciones Unidas, 2015). Así, en la actualidad, todos los ciudadanos debemos desarrollar competencias para la sostenibilidad, de manera que podamos tomar decisiones con criterios orientados a esta (Ull, 2014).



Fig. 1 Objetivos del Desarrollo Sostenible y la Química Circular

Con relación a la sostenibilidad ambiental están las tendencias actuales de la Química en General. Algunos ejemplos son el reciclado y la sustitución de materias primas actuales por materias primas recicladas o de origen renovable, el diseño de productos de altas prestaciones con vistas a una mayor reutilización, la captura de CO₂ y su uso como materia prima, la creación de bioproductos y la utilización de energías renovables. En particular, los ODS están muy presentes en las nuevas tendencias de la Química Analítica:

simplificación, automatización y miniaturización de herramientas y procesos. El desarrollo de microchips y biosensores constituyen claros ejemplos del nivel de miniaturización al que se tiende dado que, además de mejorar las características analíticas de los procesos y la calidad de los resultados, repercuten positivamente en la productividad (disminución de costes, minimización del tiempo de análisis, reducción de recursos humanos, etc.). La implementación de estos métodos conlleva ventajas asociadas a la miniaturización desde el punto de vista de la “Química Analítica Verde”, principalmente en lo referente a la eliminación o minimización de reactivos y disolventes, simplificación de procedimientos, reducción de tiempos de análisis y de residuos. En conjunto, se busca desarrollar metodologías analíticas que sean más respetuosas con el medio ambiente que las convencionales. Esto se enmarca en las líneas de trabajo claves del Horizonte 2030, en particular en el objetivo 3 del desarrollo sostenible “Salud y bienestar: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades”. Otro objetivo del desarrollo sostenible donde la química analítica juega un papel clave es el 6: “Agua limpia y saneamiento: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”. La importancia de poder asegurar acceso a agua potable y de calidad controlada es una prioridad mundial, de ahí la gran importancia de desarrollar y validar técnicas analíticas para garantizar la calidad del agua de consumo.

No obstante, existen muy pocos trabajos previos sobre los ODS en asignaturas de química o afines. Iniesta y Martínez han presentado una propuesta didáctica enmarcada en la educación para el desarrollo sostenible para permitir al alumnado profundizar en temas globales en la asignatura Cinética Química del tercer curso del Grado en Química. En ella diseñaron unas prácticas de laboratorio que se fundamentan en una serie de normas que las hace sostenible debido a que la cinética química desarrolla y hace uso de procesos alternativos a los convencionales existentes, se hace uso de productos menos tóxicos y se reduce el impacto de los residuos. En el trabajo analizan una encuesta que revela que el alumnado además de adquirir conocimientos, ha tomado conciencia y profundizado en los ODS y en competencias sociales útiles tanto para su vida laboral como personal (Iniesta y Martínez, 2020).

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, el estudio que se presenta pretende ser una contribución para el desarrollo de competencias en la sostenibilidad ambiental. Se muestra una experiencia didáctica para que los estudiantes del Grado en Criminalística aprendan a elaborar un proyecto a través de la metodología ABR a partir de tópicos relevantes para la educación para la sostenibilidad

2. Objetivos

El objetivo principal del trabajo es describir la respuesta de alumno/as del Grado en Criminalística al empleo de ABR y desarrollar en ellos competencias en la sostenibilidad ambiental. Se pretende motivar a los alumnos para que trabajen de forma cooperativa, centrándose en solucionar un problema real de su entorno cercano.

Para ello se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Promover el uso de las metodologías activas como complemento en el desarrollo de las asignaturas de carácter presencial, confiando que este hecho contribuirá favorablemente en la mejora de la calidad docente en la universidad.
- Evaluar las ventajas e inconvenientes de la utilización de estas metodologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos en comparación a clase magistral convencional.

- Fomentar el trabajo cooperativo y colaborativo entre los alumnos para lograr un objetivo común.
- Fomentar la capacidad de autoaprendizaje guiado por un tutor o facilitador.
- Desarrollar la creatividad de los alumnos y fomentar su espíritu crítico.
- Desarrollar sus habilidades de comunicación y conseguir una comprensión más profunda del tema.
- Acercar a los alumnos a las problemáticas del mundo real en el que viven.
- Diseñar y desarrollar una experiencia didáctica para que los estudiantes aprendan a elaborar un proyecto a través de la metodología ABR a partir de tópicos relevantes en el ámbito de la educación para la sostenibilidad.
- Conocer las percepciones y vivencias del alumnado respecto a la metodología ABR.

3. Desarrollo de la innovación

Esta experiencia se desarrolla con un grupo de 30 estudiantes en una asignatura del 4º curso del Grado en Criminalística y Ciencias Forenses de la Universidad de Alcalá. Para aplicar la metodología de ABR en el aula se siguieron una serie de pasos que se describen a continuación, de manera que el aprendizaje sea reflexivo y los alumnos tengan una guía. La representación esquemática de los pasos seguidos se recoge en la Figura 2.



Fig. 2. Esquema de las etapas del ABR desarrollado en este estudio.

1. Presentación de la asignatura. En la sesión de presentación de la asignatura, al explicar su programa, se comunicó al alumnado que iban a desarrollar un proyecto en torno a la sostenibilidad, presentando las condiciones para su desarrollo:

- Los equipos dispondrán, a lo largo de todo el semestre, de tiempo semanal en el aula para desarrollar el proyecto.
- Los equipos deberán elaborar un documento que sintetice el trabajo y confeccionar un póster o presentación oral.
- El póster o presentación sintetizará el contenido del proyecto diseñado, cómo lo han realizado y cómo lo desarrollarían en un centro. Servirá para presentar el proyecto a la clase, así como para que el resto de sus compañeros y otros profesores realicen una evaluación.

2. Planteamiento del Reto. El docente plantea un tema que abarque varias cuestiones de debate, relacionadas con los objetivos del desarrollo sostenible, por ejemplo, en relación con el objetivo 6 (Agua limpia y saneamiento, Figura 1), se plantea el siguiente tema relacionado con el análisis forense medioambiental: “Impacto de los nitratos y pesticidas en el uso y calidad de las aguas” Una vez elegida la temática, comienza el ‘brainstorming’ o lluvia de ideas de toda la clase. Es en este momento en el que se plantean preguntas esenciales sobre el tema principal y los alumnos debaten sobre todas sus posibilidades y obstáculos. Gracias a ello, se llega a una pregunta troncal que deberá ser reflejo de su interés y de las posibles necesidades sociales de mejora para su entorno. Así queda fijada la propuesta del reto.

3. Organización de los grupos. Se dividen los alumnos en equipos de 5-6 personas, y en cada grupo se selecciona a dos miembros para desarrollar los roles de moderador y secretario. El moderador deberá guiar y estructurar el trabajo del grupo, centrar el debate en los aspectos que hay que resolver y hacer que todos los miembros del equipo participen. Por su parte, el secretario ira tomando nota de todo lo que se vaya haciendo.

4. Desarrollo del reto. En esta etapa, las TIC adoptan un papel muy importante para la investigación y la búsqueda de información. Pueden utilizar páginas web, blogs, wikis... para recopilar información y documentarse. Después, se comprobará que la solución ofrecida por los alumnos es eficaz en entornos reales. Una vez concluido, los alumnos elaboran un documento que entregan al profesor y ponen en común el trabajo realizado, presentando la solución en el formato que consideren más adecuado (presentación oral o poster) ante el resto de compañeros de clase. La presentación será clara, sintética y estructurada.

5. Evaluación del trabajo. El docente lleva a cabo una evaluación continua a lo largo del proyecto, pero también guía a los alumnos en un proceso de autoevaluación, y se apoya en diferentes herramientas de evaluación. En la tabla 2 se recoge la rúbrica de evaluación utilizada. Además, los alumnos llevan a cabo una coevaluación de sus compañeros con la misma rúbrica. Los alumnos informan sobre su proceso de aprendizaje y el nivel de dificultad hallado, identificando sus puntos fuertes y débiles, lo que más les ha gustado y lo que consideran que se debería mejorar.

4. Resultados

Uno de los objetivos de este trabajo era diseñar y desarrollar una experiencia didáctica para que los estudiantes aprendan a elaborar un proyecto a través de la metodología ABR a partir de tópicos relevantes en el ámbito de la educación para la sostenibilidad. Para ello analizamos los documentos elaborados y el

póster presentado. Los profesores de la asignatura evaluaron los trabajos según los criterios indicados en la Tabla 2.

Tabla 2. Rúbrica utilizada para la evaluación del reto en el ABR.

	Inaceptable (0-4)	Aceptable (5-7)	Destacado (8-9)	Excelente (10)
Calidad de los contenidos. (20%)	Poco coherente. Falta de originalidad. No aporta conclusiones propias. No analiza datos	Planteamiento coherente. Análisis de los datos o resultados muy básico o poco trabajado.	Original. Conclusiones basadas en datos bien analizados y sustentados.	Muy original. Formulación de conclusiones a partir de los datos muy bien elaborada.
Aplicación e integración de los conocimientos teóricos adquiridos. (20 %)	No hay integración e interrelación de conocimientos.	La integración de conocimientos no aparece en las conclusiones finales.	Conceptos claros e interrelacionados que contribuyen a las conclusiones aportadas.	Muy buena intercorrelación de los conocimientos.
Capacidad comunicativa. Capacidad de discusión, claridad y coherencia en la argumentación. (20%)	No saben expresarse o no lo han entendido. No demuestran dominio del tema. No hay coherencia en la argumentación	Han expuesto el tema con claridad. No demuestran dominio del tema. No hay coherencia en la argumentación	Buena exposición y presentación del trabajo. Demuestran buen dominio del tema. Argumentación coherente	Muy buena exposición del trabajo. Muestran gran dominio del tema.
Formato. elaboración y originalidad del trabajo claridad de la presentación (10%)	El formato no se ajusta a la estructura establecida. Lenguaje incorrecto, poco científico.	El formato cumple las normas establecidas. Manejo correcto del lenguaje pero uso inadecuado de la terminología específica.	Formato adecuado y esmerada presentación que incluye elementos gráficos. Uso adecuado de la terminología científica.	Formato muy adecuado, muy buena presentación.
Interés manifestado y participación activa en el reto. (10%)	No muestran interés ni participan activamente en el reto.	Muestran interés pero no participan en el desarrollo del reto	Muestran interés y participan puntualmente en el reto.	Muestran mucho interés y participan activamente en el reto.
Capacidad de colaboración y trabajo en equipo. (10%)	No hay coordinación entre los diferentes miembros del equipo	Hay cierta colaboración pero poca coordinación entre los miembros del equipo	Colaboran y trabajan bien en equipo	Muy buena coordinación y trabajo en equipo
Respuesta al feedback o comentarios del docente (10%)	No responden al feedback del profesor	Ocasionalmente responden al feedback del profesor	Responden generalmente al feedback del profesor	Responden siempre al feedback del profesor.

La calidad de los trabajos fue buena en general. Uno de los grupos realizó una excelente exposición, mostrando muy buena intercorrelación de los conocimientos. Todos sus miembros mostraron mucho interés a lo largo del desarrollo del reto, y se coordinaron muy bien para la realización del trabajo. Otros tres grupos también mostraron un buen dominio del tema, con conceptos y argumentos claros, y elaboraron un trabajo original. Finalmente, dos grupos presentaron un trabajo menos elaborado, con poca coordinación entre sus componentes. Analizando las calificaciones (1 grupo obtuvo sobresaliente, 3 grupos notable y 2 grupos aprobado), se concluye que la calificación media es de nivel notable. Aunque hay ciertas diferencias entre grupos, ninguno fue evaluado negativamente. Por otro lado, todos los pósteres fueron también calificados positivamente. Todos ellos mostraron adecuadamente las ideas, con originalidad y creatividad. En algunos casos la coherencia en la argumentación fue menor, pero en general mostraron un adecuado dominio del tema y una buena integración de conocimientos.

Otro objetivo del presente trabajo era conocer las percepciones y vivencias del alumnado respecto a la metodología ABR. Para ello se llevó a cabo una encuesta donde se les hacían preguntas relacionadas con su experiencia. Se les preguntó que les había gustado más de la metodología empleada. Los resultados se recogen en la Figura 3.

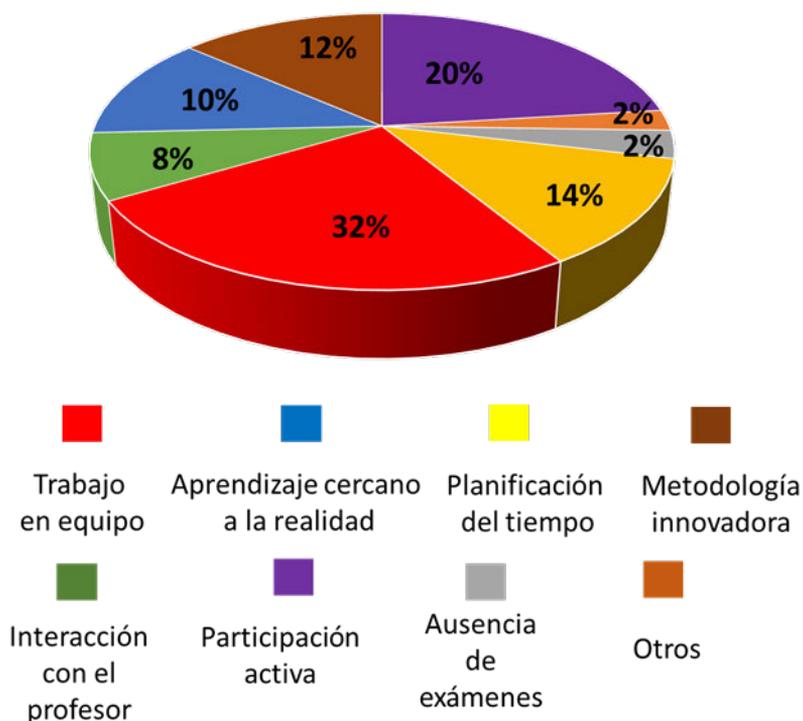


Fig. 3. Estadísticas de las respuestas de los estudiantes en la encuesta

La encuesta refleja la positiva valoración global que hacen los estudiantes respecto a la metodología ABR para su desarrollo personal y profesional. Lo que más valoraron los alumnos fue el desarrollo de las competencias “trabajo en equipo” y “participación activa”. Por tanto, se confirma el objetivo de que esta metodología fomenta el trabajo cooperativo y colaborativo entre los alumnos, permitiendo aprender también de los compañeros, para lograr un objetivo común. Asimismo, valoraron muy positivamente que esta metodología permite planificar bien el tiempo, que es una metodología innovadora y una forma positiva

de enseñanza, y que se trata de un aprendizaje cercano a la realidad, y por tanto se espera que sea útil en su futura vida profesional. Por otro lado, resaltaron, aunque en menor medida, la buena interacción con el profesor y la ausencia de exámenes. Sobre lo que, a su juicio, habría que modificar en el desarrollo del proyecto, hallamos que los aspectos más repetidos se relacionan con la dificultad para iniciar el propio proyecto (más información, tutorías, ejemplos), así como con la carga de trabajo que conlleva; aparecen algunos aspectos relacionados con el funcionamiento del grupo (grupos más pequeños) y diversos aspectos relacionados con la elaboración del póster, que perciben como una carga extra de trabajo y les genera inseguridad, lo que nos indica la dificultad que el empleo de esta técnica comporta para los estudiantes.

Finalmente, los estudiantes fueron preguntados por el grado de satisfacción global de la metodología empleada, casi el 90% se mostraron muy satisfechos y ninguno insatisfecho (Figura 4). El cuestionario ha aportado amplia y relevante información de lo que ha supuesto el ABR desde la perspectiva del alumnado, obteniendo respuestas consistentes entre las distintas partes de este.

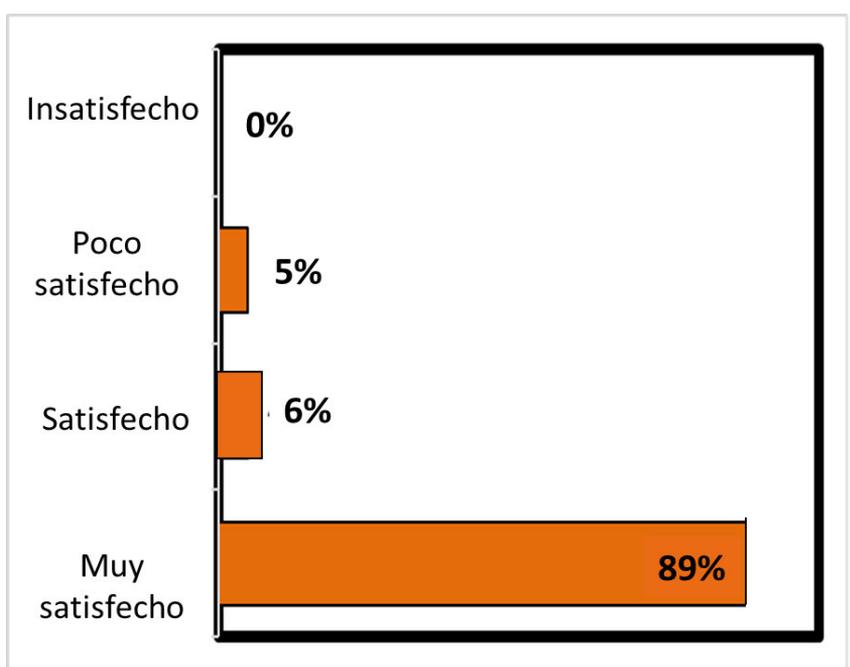


Fig. 4 Estadísticas del grado de satisfacción global de los estudiantes sobre la metodología ABR empleada.

5. Conclusiones

Se ha demostrado que la metodología ABR es adecuada para que los estudiantes de Grado en Criminalística aprendan a elaborar un trabajo relacionado con la educación para la sostenibilidad. La aplicación del ABR ha facilitado el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. Esta estrategia metodológica ha fomentado la adquisición de competencias sociales, entre las que destacan la comunicación, la cooperación y el liderazgo, y ha permitido que los estudiantes tengan un papel más activo en el aula, sean más creativos y mejoren la capacidad de análisis crítico de los resultados. Además, se ha conseguido dotar a la asignatura de un carácter más global. Las calificaciones obtenidas y las encuestas de los alumnos confirman las ventajas de esta metodología para el desarrollo de competencias profesionales: trabajo colaborativo, originalidad, capacidad de aprendizaje autónomo, planificación del tiempo, capacidad de comunicación con sus compañeros de forma eficaz. Los estudiantes consideran que es una forma de aprender más cercana a

la realidad, que les permite formarse a partir de la interacción con sus compañeros y el feedback del profesor, y que es una metodología innovadora y atractiva. El proyecto les ha ayudado también a desarrollar la capacidad de autorreflexión, a crecer en la capacidad de pensamiento sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje. En cuanto a aspectos a mejorar señalar que la elaboración del póster la perciben con dificultad y como una carga extra de trabajo que les genera incertidumbre, por lo que sería deseable utilizar esta técnica de comunicación más frecuentemente, u otras de presentación oral análogas.

6. Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al proyecto de innovación docente UAH/EV1248 y al grupo de innovación docente “Aprendizaje basado en retos en ciencias e ingeniería” de la Universidad de Alcalá.

7. Referencias

- Arpí, C., Àvila, P., Baraldés, M., Benito, H., Gutiérrez, M^a J., Orts, M., & Rostan, C. (2012). El ABP: origen, modelos y técnicas afines. *ICE de la Universidad de Girona*. http://web2.udg.edu/ice/doc/xids/aula_educativa_1.pdf
- Ayala-Cabrera, J.F, Pérez-Ràfols, C., Núñez, O. & Serrano, N. (2020). Implementación del aprendizaje basado en proyectos en laboratorios de química analítica del grado de química. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 11(2), 31-40.
- Décamps, A., Barbat, G., Carteron, J. C., Hands, V., & Parkes, C. (2017). Sulitest: A collaborative initiative to support and assess sustainability literacy in higher education. *The international Journal of Management Education*, 15(2), 138-152. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2017.02.006>
- Freeman, S., Eddy, S.L., McDonough, M., Smith, M.K., Okoroafor, N., Jordt, H. & Wenderoth, M.P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Science of the USA*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Garrigós, J., & Valero-García, M. (2012). Hablando sobre Aprendizaje Basado en Proyectos con Julia. *Revista de Docencia Universitaria-REDU*, 10(3), 125-151. <https://doi.org/10.4995/redu.2012.6017>
- Iniesta Valcárcel, J. I., & Martínez Lirola, M. (2020). Objetivos de desarrollo sostenible y educación para el desarrollo sostenible: aplicaciones a la enseñanza de la asignatura Cinética Química del Grado en Química. *ENSAYOS. Revista De La Facultad de Educación de Albacete*, 35(2), 17-33. <https://doi.org/10.18239/ensayos.v35i2.2250>
- Laal, M. & Ghodsi, S.M. (2012). Benefits of collaborative learning. *Procedia-social and Behavioral Science*, 31, 486-490. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.091>
- Lynch, M. (2017). What is the difference between problem, project and challenge based learning? *The advocate*. <http://www.theedadvocate.org/difference-problem-project-challenge-based-learning>
- Membrillo-hernández, J., Ramírez-cadena, M. J., Martínez Acosta, M., Cruz-Gómez, E., Muñoz-Díaz, E. & Elizalde, H. (2019). Challenge based learning: the importance of world-leading companies as training partners. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 13(3), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s12008-019-00569-4>
- Morales Bueno, P. (2009). Uso de la metodología de aprendizaje basado en problemas (ABP) para el aprendizaje del concepto de periodicidad química en un curso de Química General. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 75 (1), 130-139. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2009000100015&lng=es&nrm=iso

- Mori Junior, R., Fien, J., & Horne, R. (2019). Implementing the UN SDGs in universities: Challenges, opportunities, and lessons learned. *Sustainability: The Journal of Record*, 12(2), 129-133. <https://doi.org/10.1089/sus.2019.0004>
- Murga-Menoyo, M. A. (2015). Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015. *Foro de Educación*, 13(19), 55-83. DOI:10.14516/fde.2015.013.019.004
- Naciones Unidas. (2015). Resolución A/70/1, aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015: Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. http://unctad.org/meetings/es/SessionalDocuments/ares70d1_es.pdf
- Nichols, M., Cator, K., Torres, M. (2016). *Challenge Based Learners User Guide*. Redwood City, California: Editorial Digital Promise
- Silberman, M. (1996). *Active Learning: 101 Strategies To Teach Any Subject*. Des Moines, Iowa: Editorial Prentice-Hall
- Simó, Á., Ferreira, S., & Ortuño, P. (2016). Workshops interdisciplinares: implementación de metodologías de aprendizaje basado en proyectos y cooperativo. *Opción*, 32(10), 752-772. <https://www.redalyc.org/pdf/310/31048901042.pdf>
- Sulitest. (2021): Sustainability Literacy Test. <https://www.sulitest.org/>
- Svinicki, M. & McKeachie, W.J. (2015). *Experimental Learning: Case-Based, Problem-Based, and Reality-Based*. McKeachie's Teaching Tips: Strategies, Research and Theory for College and University Teachers 14th ed. Wadsworth: Belmont, CA, Chap 15, pp 203–212.
- Ull, M. A., Piñero, A., Martínez-Agut, M. P. & Aznar, P. (2014). Preconcepciones y actitudes del profesorado de Magisterio ante la incorporación en su docencia de competencias para la sostenibilidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 91-112. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/287527>
- UNESCO. (2017). Educación para los objetivos de desarrollo sostenible. Objetivos de aprendizaje. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252423>
- Universidad de Deusto. (2019). Proyecto Responsabilidad Social Universitaria. Plan estratégico Deusto 2022. <https://www.deusto.es/>