

# Laboratorios de Química Analítica y Sostenibilidad : Propuestas Innovadoras para una Evaluación Integral (Green LAB)

D. Gallart-Mateu, O. Pardo, F.A. Esteve-Turrillas, S. Armenta, S. Garrigues

Departamento de Química Analítica, Facultad de Química, Universidad de Valencia, 46100 Burjassot, Valencia

\* e-mail: daniel.gallart@uv.es

## INTRODUCCIÓN

La química tiene una influencia clave en múltiples aspectos de la sociedad actual, como la salud, la alimentación y los materiales, por lo que debe tener un papel central en el desarrollo de una actividad humana más sostenible. Es fundamental que el estudiantado que se forme en las universidades en las próximas décadas reciba una educación que los comprometa con este cambio. Aunque ha crecido el interés por la sostenibilidad y el impacto ambiental dentro de la comunidad científica y académica, en muchas asignaturas prácticas del Grado en Química y de los estudios de posgrado centrados en Química Analítica, estos temas suelen abordarse de forma teórica o superficial, sin una integración real en la práctica. Adaptar los programas para incluir temas como la química verde no es suficiente si no se incorpora la sostenibilidad de manera transversal en toda la formación. En este contexto, el uso de herramientas de evaluación basadas en la Química Analítica Verde (GAC) puede mejorar el trabajo práctico del alumnado y permitir una evaluación más integral, fomentando una enseñanza más consciente y sostenible en las asignaturas implicadas.

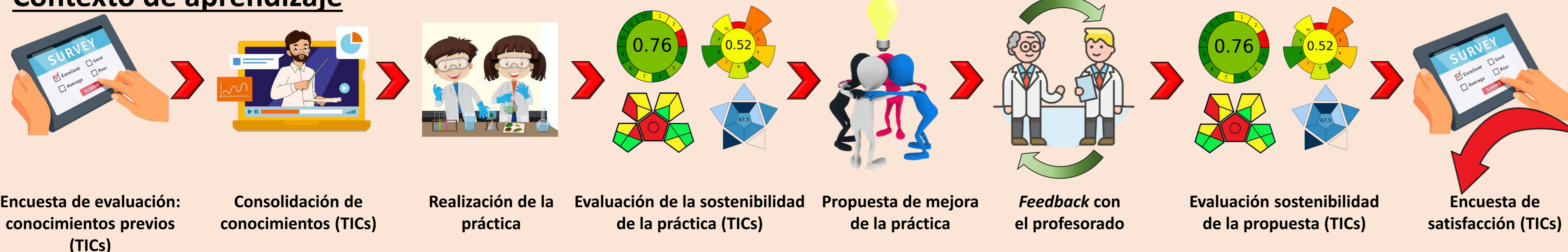
## OBJETIVOS

- Formación y diagnóstico:** Consolidar y evaluar los conocimientos del alumnado sobre sostenibilidad y las herramientas para su evaluación en Grado y Máster.
- Aplicación práctica:** Implementar criterios de sostenibilidad y los principios de la Química Analítica Verde (GAC) en las prácticas analíticas de las asignaturas implicadas.
- Mejora continua:** Evaluación integral de las metodologías analíticas utilizadas y desarrollo de planes de mejora.

## DESARROLLO DE LA INNOVACIÓN

La presente innovación se ha desarrollado durante el curso 2024/2025 en las asignaturas de Laboratorio de Química Analítica I (2º curso Grado en Química, 12 alumnos), Laboratorio de Química Analítica II (3º curso Grado en Química, 35 alumnos), Laboratorio de Análisis de Alimentos (Master Universitario en Técnicas Experimentales en Química, 12 alumnos) y Laboratorio de Análisis Medioambiental (Master Universitario en Técnicas Experimentales en Química, 12 alumnos) de la Universitat de València.

### Esquema de la innovación Contexto de aprendizaje



### Evaluación de la innovación

En la última sesión de prácticas se realiza un cuestionario anónimo al alumnado para establecer su grado de satisfacción en la realización de la acción innovadora. Así mismo, todas las propuestas de modificación de los procedimientos de las prácticas evaluadas serán tomadas en consideración por parte del profesorado para la elaboración de nuevas prácticas.

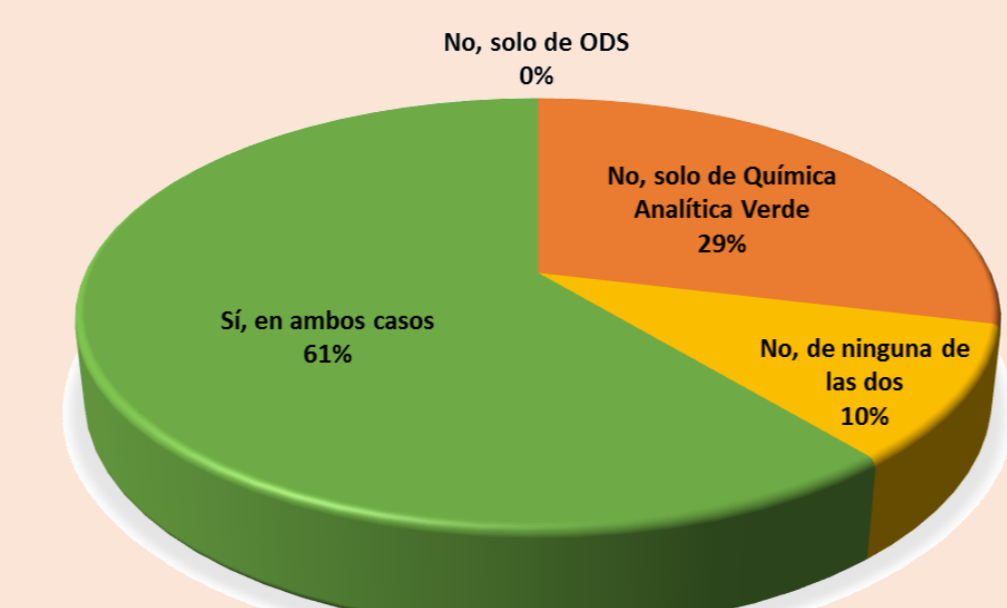
## RESULTADOS

### Preguntas incluidas en el cuestionario final

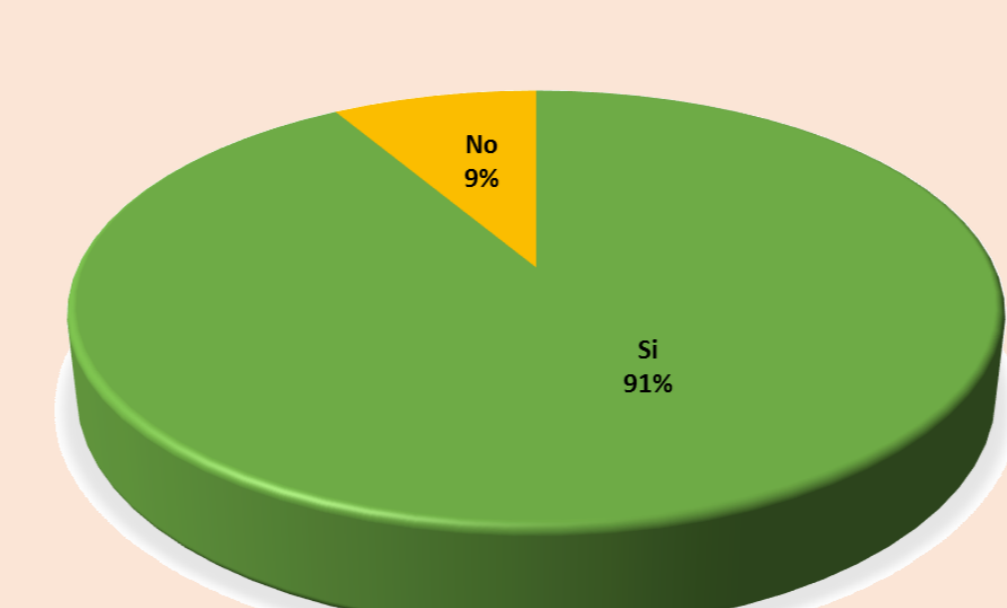
P1	¿Qué asignatura acabas de cursar?			
	Laboratorio QA I	Laboratorio QA II	Lab. Análisis Alimentos	Lab. Análisis Medioambiental
P2	¿Has recibido formación durante el curso respecto a la Química Analítica Verde y sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible?			
	Sí, en ambos casos	No, solo de GAC	No, solo de ODS	No, ninguna de las dos
P3	¿Conoces, aunque sea de forma teórica, que son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)?			
	Sí, cada uno de ellos	Sí, aunque no los recuerdo	Creo que sí	No
P4	La gestión de residuos en el laboratorio está relacionada con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)			
	Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
P5	¿Consideras que los contenidos de la asignatura que has cursado están relacionados con los ODS?			
	Sí, están relacionados	Sí, están ligeramente relacionados	No	No estoy segur@
P6	Con la información que has recibido durante la asignatura, ¿consideras que la Química Analítica puede contribuir al logro al logro de los ODS?			
	Sí, de forma notable	Sí, pero es poco relevante	Sí, pero el proceso es muy complejo	No
P7	¿Has aplicado la evaluación de la sostenibilidad propuesta por la Química Analítica Verde a alguna de las metodologías analíticas que has empleado?			
	Sí		No	
P8	¿Encuentras relación entre los criterios expuestos por la Química Analítica Verde y los ODS?			
	Sí, están interconectados		No, no los veo relación	
P9	¿Qué herramientas para evaluar la sostenibilidad propuestas por la Química Analítica Verde has empleado durante el transcurso de la asignatura?			
	NEMI	Green certificate	AGREE	AGREEprep
	GAPI complex	BAGI	WAC	Otras
	Ninguna			
P10	Si has aplicado alguna de estas herramientas de evaluación, ¿consideras útil su implementación en las prácticas de la carrera?			
	Sí	No	A veces	NS/NC
P11	¿Cuál de las herramientas de la evaluación de la sostenibilidad propuestas por la Química Analítica Verde consideras que puede ser más útil en un futuro?			
	Todas	Solo las cuantitativas	Solo las cualitativas	Ninguna, no son útiles
P12	¿Has aprendido estrategias por las que puedes aumentar la sostenibilidad en el trabajo experimental que crees que puedas realizar en un futuro?			
	Miniaturización	Automatización	Reactivos y disolventes	
	Minimización de residuos	Seguridad	Consumo energético	
P13	¿Qué propuestas de mejora de la sostenibilidad podrías proponer teniendo en cuenta lo que has aprendido a lo largo de la asignatura que has cursado?			
	Respuesta libre			

### Evaluación de la innovación

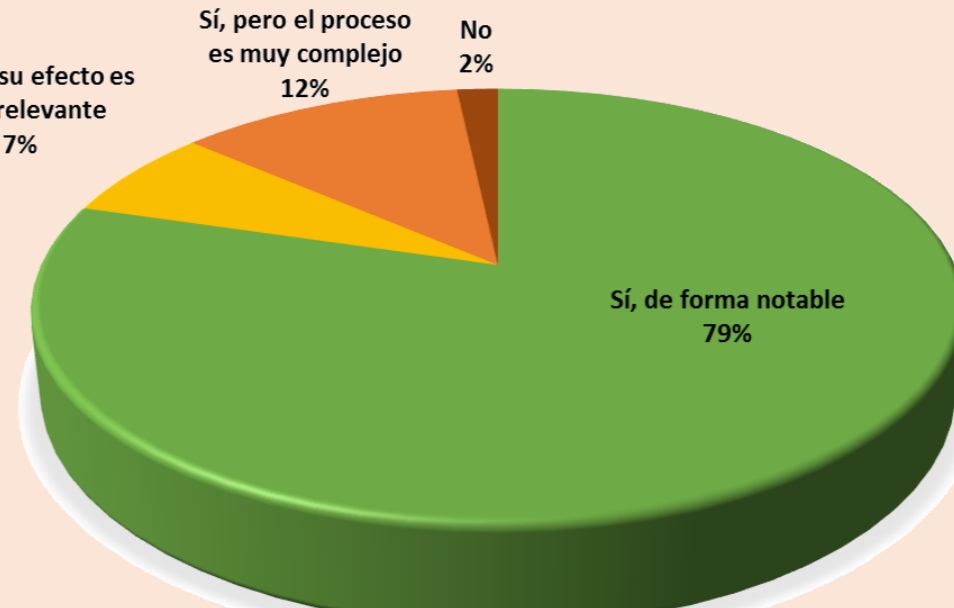
¿HAS RECIBIDO FORMACIÓN DURANTE EL CURSO RESPECTO A LA QUÍMICA ANALÍTICA VERDE Y SOBRE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE?



¿HAS APLICADO LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD PROPUESTA POR LA QUÍMICA ANALÍTICA VERDE A ALGUNA DE LAS METODOLOGÍAS ANALÍTICAS QUE HAS EMPLEADO?



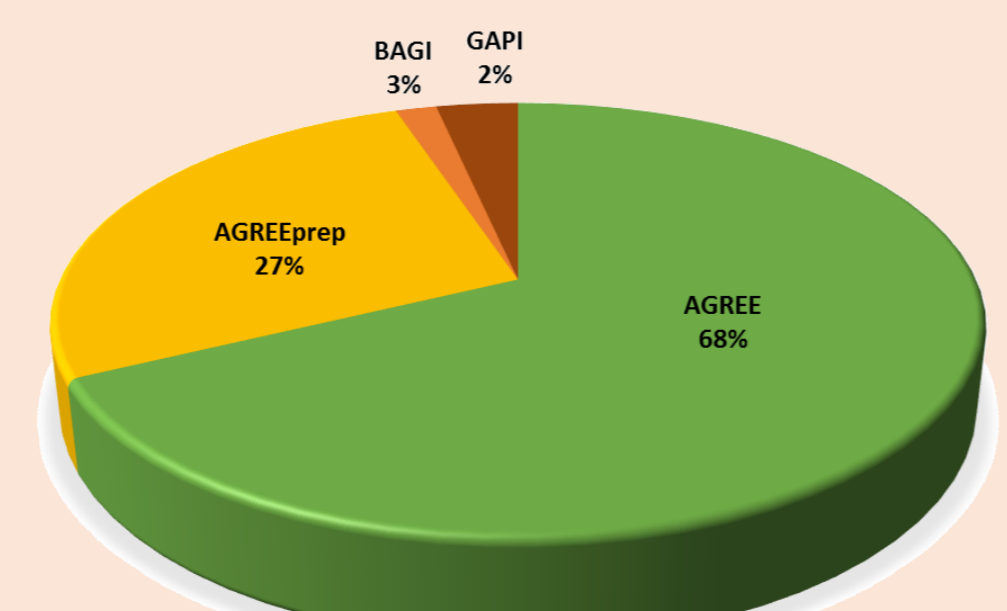
CON LA INFORMACIÓN QUE HAS RECIBIDO DURANTE LA ASIGNATURA, ¿CONSIDERAS QUE LA QUÍMICA ANALÍTICA PUEDE CONTRIBUIR AL LOGRO AL LOGRO DE LOS ODS?



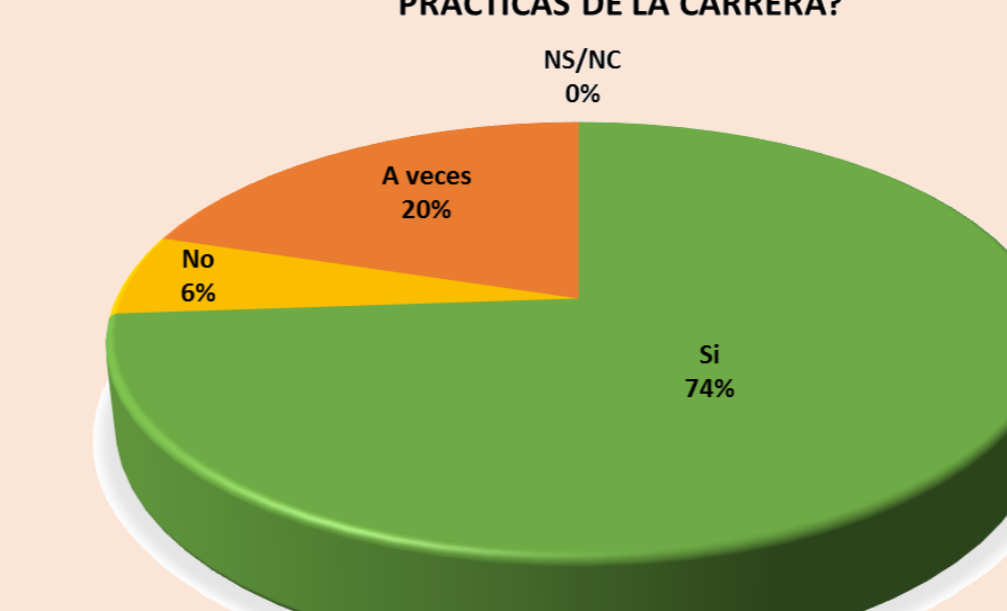
¿ENCUENTRAS RELACIÓN ENTRE LOS CRITERIOS EXPUUESTOS POR LA QUÍMICA ANALÍTICA VERDE Y LOS ODS?



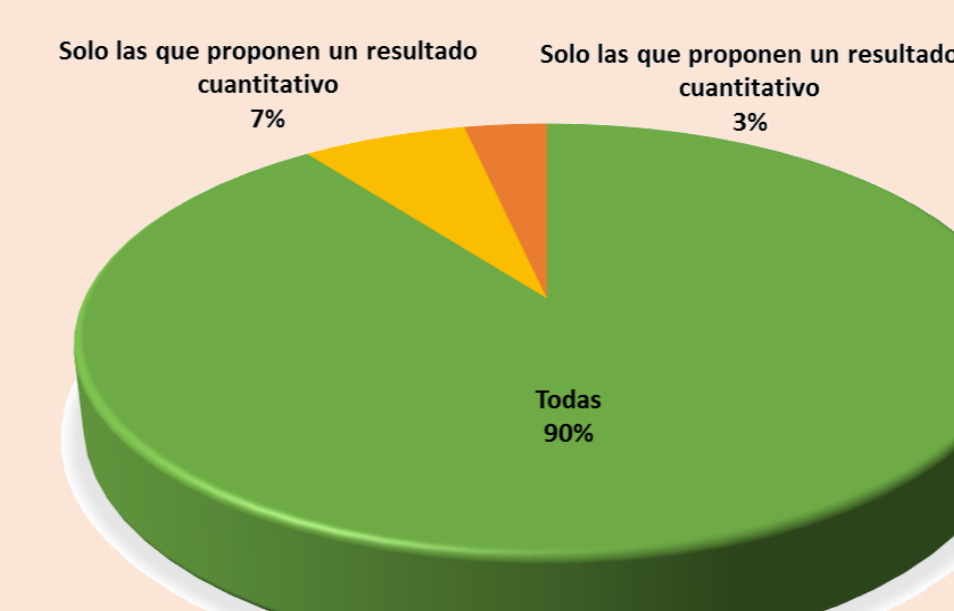
¿QUÉ HERRAMIENTAS PARA EVALUAR LA SOSTENIBILIDAD PROPUESTAS POR LA QUÍMICA ANALÍTICA VERDE HAS EMPLEADO DURANTE EL TRANSURSO DE LA ASIGNATURA?



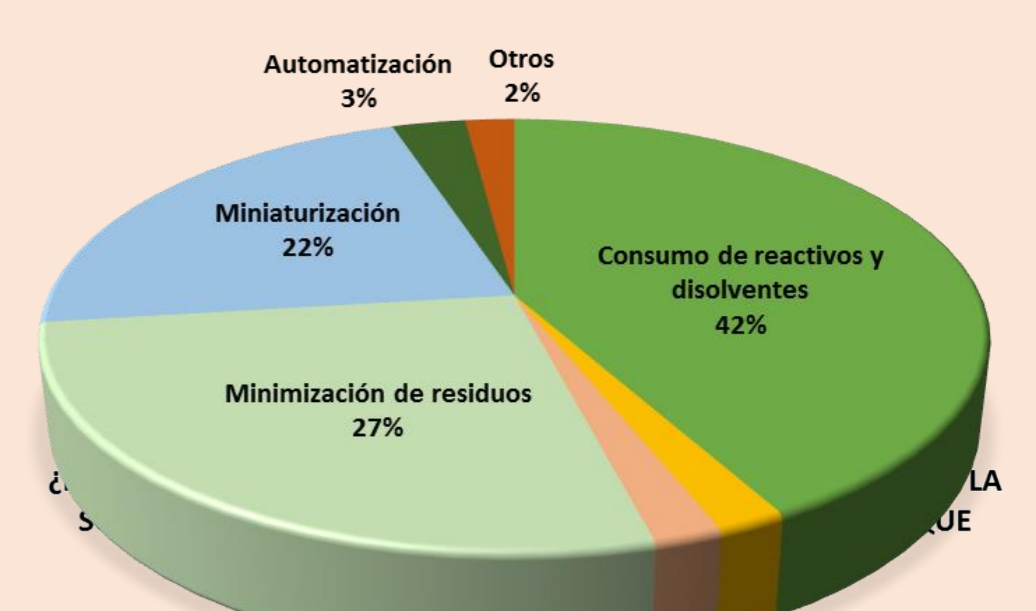
SI HAS APLICADO ALGUNA DE ESTAS HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN, ¿CONSIDERAS ÚTIL SU IMPLEMENTACIÓN EN LAS PRÁCTICAS DE LA CARRERA?



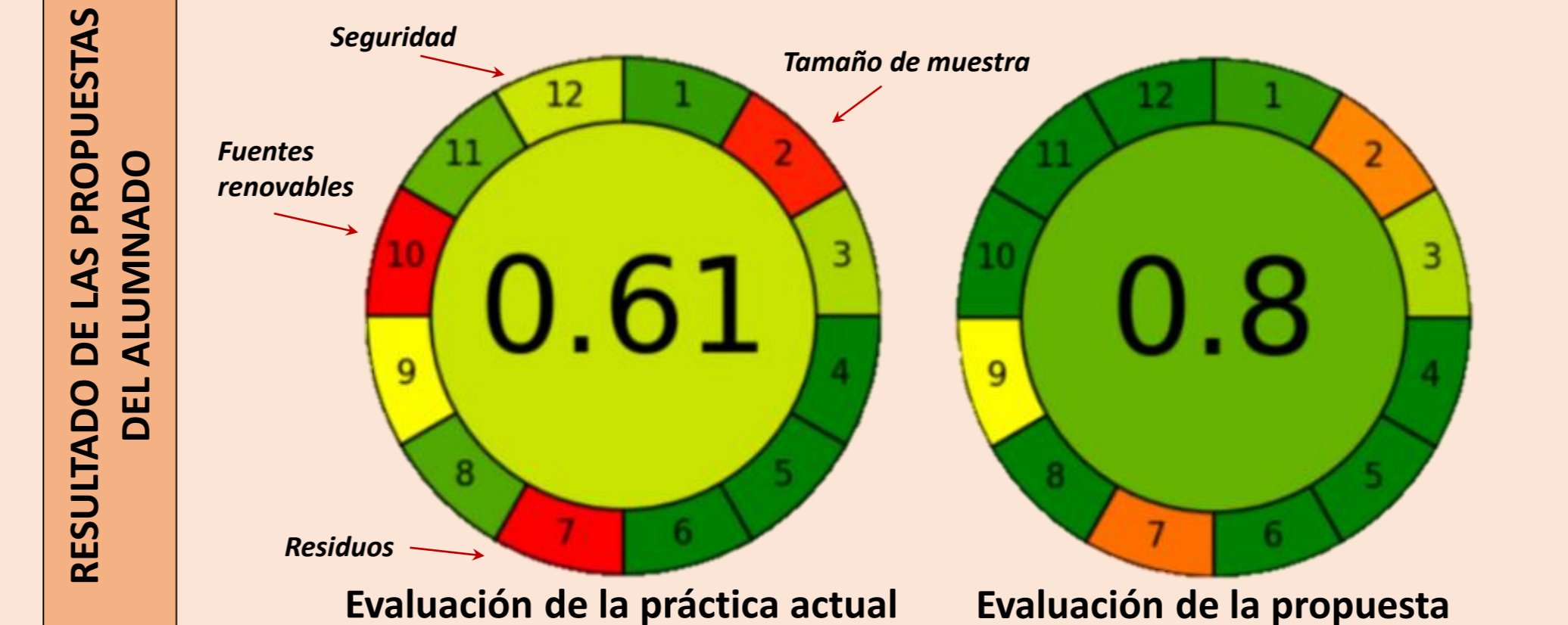
¿CUÁL DE LAS HERRAMIENTAS DE LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD PROPUESTAS POR LA QUÍMICA ANALÍTICA VERDE CONSIDERAS QUE PUEDE SERTE MÁS ÚTIL EN UN FUTURO?



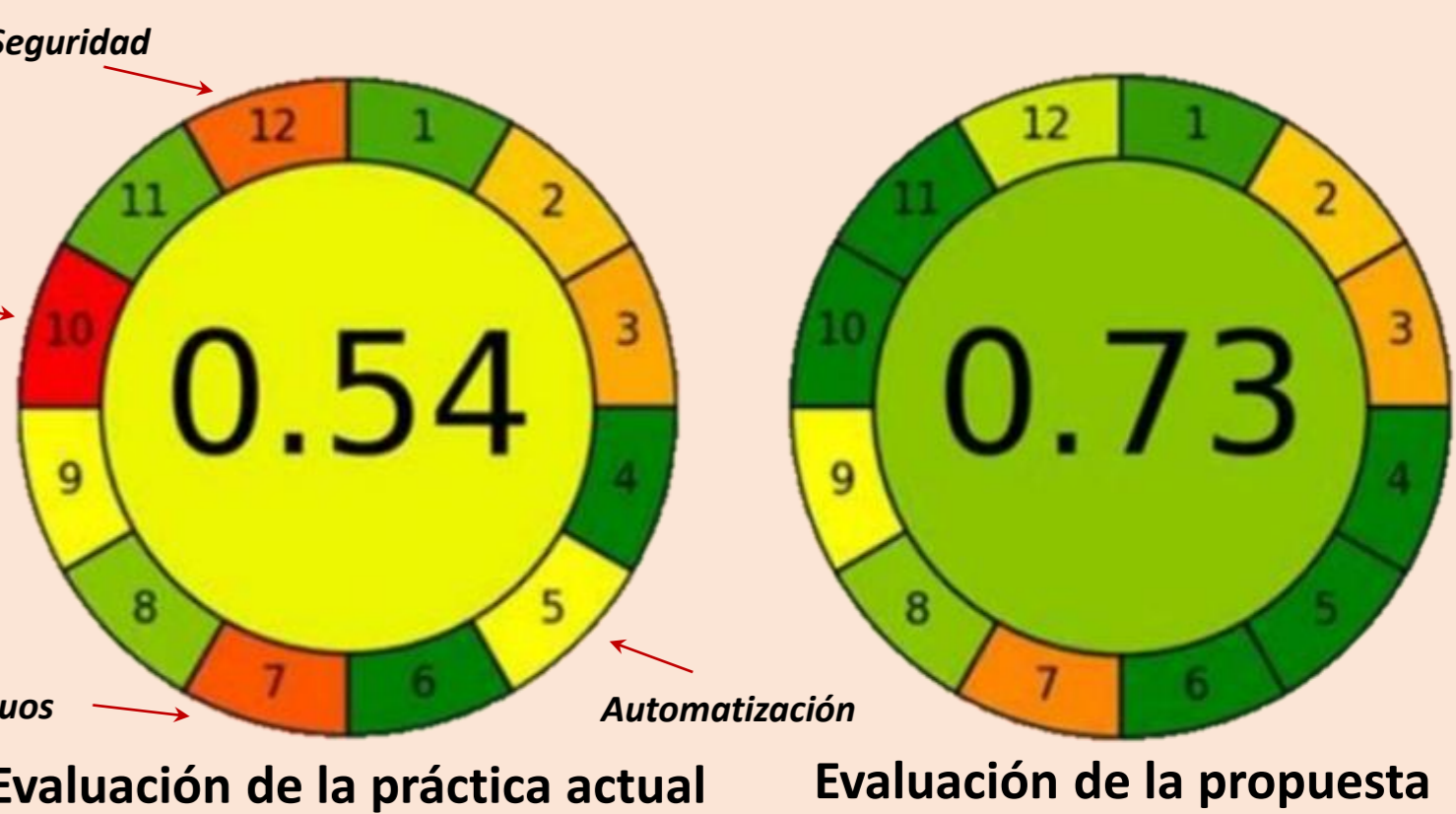
¿QUÉ HERRAMIENTAS PARA EVALUAR LA SOSTENIBILIDAD PROPUESTAS POR LA QUÍMICA ANALÍTICA VERDE HAS EMPLEADO DURANTE EL TRANSURSO DE LA ASIGNATURA?



Práctica: Determinación de metanol en bebidas espirituosas mediante GC



Práctica: Determinación de BTEX en aire mediante GC-FID



## CONCLUSIONES

Con la actividad propuesta se ha puesto de manifiesto que el empleo de los criterios de la Química Analítica Verde y de sus herramientas de evaluación contribuyen a la participación activa del alumnado en la toma de conciencia de los aspectos de sostenibilidad implicados en las asignaturas prácticas que cursan, tanto a nivel de Grado como de Máster, realizando aportaciones de mejora de las mismas atendiendo a criterios de sostenibilidad. El empleo de herramientas TIC, bien como App o recursos web, ha permitido afianzar conceptos por parte del alumnado e involucrarlos aportando sus ideas a la mejora de las asignaturas, lo que constituye un *feedback* directo para el cuerpo docente responsable de la adaptación y actualización de los contenidos de las asignaturas.

**Agradecimientos:** al Vicerectorat d'Ocupació i Programes Formatius de la Universitat de València por la financiación a través del proyecto de innovación docente UV-SFPIE\_PIEE-3327240.

