

## Sensibilizando hacia la sostenibilidad en estudios de ingeniería aeronáutica

Jose María Mateu<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universitat Politècnica de Valencia (UPV), ETS Ingeniería del Diseño, [jomaces1@tra.upv.es](mailto:jomaces1@tra.upv.es), 

**How to cite:** Jose Maria Mateu. 2023. Sensibilizando hacia la sostenibilidad en estudios de ingeniería aeronáutica. En libro de actas: *IX Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 13 - 14 de julio de 2023. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16523>

---

### Abstract

*The deterioration of the environment and, particularly, Climate Change challenge the humankind and all kinds of human organizations. Raising public awareness is one of the most promising ways to face this challenge, and university can and should play a relevant role in this way.*

*We propose a pedagogical formula to address awareness of environmental issues among students of technical careers, which takes advantage of self-discovery and discussion with colleagues. To materialize these formulas in the classroom, we use 'problem questions' and 'reasoning questions', as well as creative tools such as the Concept Fan, in order to increase awareness and also to expand the list of answers and solutions.*

*The formula was satisfactorily implemented, in terms of the level of student participation in the action, quality of their contributions to the debate, increased awareness of the environmental problem and increased willingness to act against environmental deterioration.*

**Keywords:** *awareness, sustainability, aeronautical engineering, concept fan, problem question, reasoning question.*

---

### Resumen

*El deterioro del medio ambiente y, en particular, el cambio climático, suponen retos de alcance planetario, retos que involucran en su resolución a toda la Humanidad y a todo tipo de organizaciones creadas por ésta. La sensibilización de la ciudadanía es una de las primeras vías a impulsar, y la formación universitaria puede y debe jugar un rol relevante para avanzar en esa vía.*

*Proponemos una fórmula docente para afrontar la sensibilización en temas medioambientales entre el estudiantado de carreras técnicas, que aprovecha el autodescubrimiento y el debate con compañeros y compañeras. Para materializar estas fórmulas en el aula, recurrimos a las 'preguntas problema' y a las 'preguntas de razonamiento', así como a herramientas creativas como el Abanico de conceptos, que complementan aquellas y sirven también para ampliar la lista de respuestas y soluciones.*

*La implementación de la acción resultó satisfactoria, en términos de nivel de participación del estudiantado en la acción, calidad de sus aportaciones al debate, incremento de su sensibilización hacia el problema medioambiental y aumento de su predisposición a actuar en contra del deterioro medioambiental.*

**Palabras clave:** *sensibilización, sostenibilidad, ingeniería aeronáutica, abanico de conceptos, pregunta problema, pregunta de razonamiento.*

## 1. Introducción

Ya en 1987, la ONU afirmaba, en el documento titulado *Nuestro futuro común*, que: “Muchos de los esfuerzos actuales por conservar y mantener el progreso humano, satisfacer las necesidades humanas y materializar las ambiciones humanas son simplemente insostenibles, tanto en las naciones ricas como en las pobres. Están retirando recursos del medio ambiente en tal cantidad y con tanta rapidez que será imposible continuar sin caer en la bancarrota. (...) Los resultados de la prodigalidad presente están cerrando rápidamente las posibilidades de las futuras generaciones.” (ONU, 1987). Más de tres décadas después, “el cambio climático es generalizado, rápido y se está intensificando” (IPCC, 2021). Necesitamos cambiar el sistema que nos ha traído hasta aquí, sustituirlo por uno que atienda las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para atender las suyas. Es decir, hay que evolucionar hacia lo que denominamos *Desarrollo sostenible*.

La evolución hacia un paradigma basado en el Desarrollo sostenible requiere de la implicación de todos los agentes que participan en el proceso económico: gobiernos, empresas, particulares, etc. Algunos de estos agentes están dando pasos en esa dirección, pero otros muchos parecen ajenos a realidades tan acuciantes como el *Cambio climático*, producido por la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Es por ello necesario seguir acometiendo, desde todos los ámbitos, labores de sensibilización y educación. La Universidad, como formadora de personas y futuros técnicos y directivos de organizaciones de todo tipo, es un ámbito clave.

La Universitat Politècnica de València se ha autoimpuesto entre otros los objetivos de alcanzar la neutralidad en emisiones de carbono a medio plazo, y la de difundir la cultura de la sensibilización medioambiental. Una formación universitaria no se entiende hoy, por otra parte, si está desprovista de un notable componente de sensibilización medioambiental, y de las competencias necesarias para que los egresados y egresadas apliquen esta sensibilización en el ámbito de aplicación de sus profesiones.

Esta Comunicación describe una manera de abordar esta tarea de sensibilización y desarrollo competencial en los estudios de *Ingeniería aeronáutica* impartidos en la ETS de Ingeniería del Diseño de la UPV, concretamente en la asignatura de *Explotación del transporte aéreo*, asignatura optativa de tercer curso del Grado en Ingeniería Aeroespacial (GIA). Entendemos que esta asignatura proporciona un buen marco para acometer esta tarea. Otras asignaturas se enfocan en competencias de carácter más tecnológico y específico, mientras que la asignatura *Explotación del transporte aéreo* adopta una perspectiva más holística. Esta perspectiva involucra, como en aquellas otras asignaturas, lógicas tecnológicas, pero no solo éstas. En esta asignatura afloran también los comportamientos humanos, asociados a las personas que actúan en calidad de clientes y usuarios de servicios de transporte aéreo, así como al personal operativo y de dirección de las empresas que ofrecen estos servicios, de las organizaciones que las supervisan y de otras relacionadas.

Para introducir esta materia en la asignatura, en lo que a contenidos se refiere, nos apoyamos en el documento *Construyendo empresas sostenibles* (Mateu, 2021), y trabajamos en pro de los Objetivos de

Desarrollo Sostenible (ODS) números 7 (Energía asequible y no contaminante) y 13 (Acción por el clima). Ponemos además especial atención en los aspectos didácticos que, dado el objetivo de sensibilización, adquieren una particular relevancia. Contamos para ello con metodologías orientadas al autodescubrimiento, así como herramientas creativas. El planteamiento definido fue testado con resultados satisfactorios, que se detallan a continuación, durante el curso 2022-23. Esta Comunicación se estructura en estos apartados: Objetivos, Desarrollo de la acción (contexto, contenido, metodología docente, metodología de evaluación y resultados) y Conclusiones.

## 2. Objetivos

Varios son los objetivos perseguidos con la acción que se describe en esta Comunicación:

- Sensibilizar acerca de lo apremiante de impulsar la sostenibilidad desde todos los ámbitos posibles.
- Descubrir las múltiples formas en que los particulares y empresas pueden actuar para mitigar y combatir el cambio climático, y cómo estas formas se refuerzan entre sí.
- Identificar y categorizar las formas en que específicamente pueden hacerlo las empresas y, en particular, las aerolíneas.

## 3. Desarrollo de la acción

### 3.1 El contexto

La asignatura ‘Explotación del transporte aéreo’ adopta la perspectiva de la dirección de la aerolínea, partiendo del nivel estratégico. Se describen en consecuencia las diferentes estrategias alternativas adoptadas por las distintas aerolíneas (tradicional, de bajo coste, charter, regional, híbrida, etc.), así como las lógicas que explican su viabilidad. La asignatura revisa también los factores a considerar a la hora de escoger entre las distintas alternativas estratégicas, siguiendo el método PESTEL, que es más un acrónimo para ampliar la perspectiva que un método de análisis en sí mismo. PESTEL hace referencia a los factores Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, medioambientales (*Environmental*) y Legales. Abordar los aspectos relacionados con la sostenibilidad tiene pues un perfecto encaje en los contenidos de la asignatura. Es más, la asignatura quedaría hoy coja si no se abordaran estos contenidos.

### 3.2 El contenido

El objetivo principal de la acción es sensibilizar al estudiantado hacia la sostenibilidad. Por ello, el contenido inicial apunta a mostrar los riesgos de continuar en la senda de lo insostenible. Añadimos en esta primera parte el estudio de lo que están haciendo los gobiernos, cada uno a su nivel, poniendo mayor énfasis en los niveles de Unión Europea y España. Esta fase se aprovecha para presentar los conceptos más básicos relacionados con la materia: sostenibilidad, externalidades, economía circular, cambio climático, *greenwashing*, etc. El cuadro 1 sugiere el texto para una primera diapositiva que estimule el debate en el aula.

En segundo lugar, se abordan los posibles caminos para la acción individual. ¿Qué puede hacer cada ciudadano o ciudadana, en su acción diaria, para reducir su impacto en la naturaleza? ¿Qué resistencias emergen, a nivel particular, a la hora de incorporar estas medidas en el día a día? ¿Qué acompañamiento necesita la persona sensibilizada del entorno en el que está inmerso (por parte de las distintas

administraciones por ejemplo)? Se interpela en particular a los y las estudiantes acerca de qué están haciendo ellos y ellas por la sostenibilidad, sobre qué más podrían hacer y sobre por qué no lo están haciendo.

El debate suscita otros temas concomitantes, como la predisposición de las personas a hacer esfuerzos que contribuyan a mitigar el impacto en el medio ambiente (separar para reciclar, usar modos de transporte menos contaminantes, ahorrar agua y energía, etc.).

En tercer lugar, se analiza qué pueden hacer las empresas, en general, y las empresas de transporte aéreo, en particular. El profesor completa el contenido mostrando qué están haciendo las empresas en la realidad, en función de la orientación que tome el debate. Consideramos más útil, en este sentido, el aportar aquellos contenidos que el debate sugiera, antes que forzar la presentación de contenidos quizás relevantes pero menos alineados con el curso del debate.

“Muchos de los esfuerzos actuales por conservar y mantener el progreso humano, satisfacer las necesidades humanas y materializar las ambiciones humanas son simplemente insostenibles, tanto en las naciones ricas como en las pobres. Están retirando recursos del medio ambiente en tal cantidad y con tanta rapidez que será imposible continuar sin caer en la bancarrota. (...) Los resultados de la prodigalidad presente están cerrando rápidamente las posibilidades de las futuras generaciones.” (ONU, 1987).

Más de tres décadas después, “el cambio climático es generalizado, rápido y se está intensificando” (IPCC, 2021). Necesitamos cambiar el sistema que nos ha traído hasta aquí, sustituirlo por uno que “atienda las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para atender las suyas”. Es lo que se denomina *Desarrollo sostenible*.



*Cuadro 1 Contenido de la diapositiva inicial, instando a la reflexión y el debate*

### **3.3 La metodología docente**

Para avanzar hacia la sostenibilidad, basta en gran medida con aplicar el sentido común, y el sentido común está, en gran medida, en todos nosotros y nosotras. También en los más y las más jóvenes. La mejor manera de estimular la sensibilidad hacia la sostenibilidad es por ello hacer emerger las convicciones propias. Apelar al autodescubrimiento de la posición propia es mucho más efectivo que argumentar racionalmente

sobre las ventajas y desventajas de una posición y la contraria. La *pregunta* se vislumbra como el recurso docente con mayor potencial para el objetivo de sensibilización perseguido.

Para estimular el autodescubrimiento, contamos por un lado con *preguntas problema* y, por otro, con *preguntas de razonamiento* (Jerez, 2015). Las preguntas problema instan al interpelado o interpelada a dimensionar el problema y situarse a sí mismo/a en su relación con ese problema (ver primera columna de la Tabla 1). Las preguntas de razonamiento, por su parte, apuntan a la búsqueda de soluciones a los problemas antes expuestos (segunda columna de la Tabla 1). Se busca además la contraposición de opiniones en el curso del debate. La secuencia propuesta por la Tabla 1 combina pues ambos tipos de preguntas, con el fin de ir guiando al grupo desde el descubrimiento y la evaluación del problema hacia la búsqueda de soluciones. El profesor cuenta además con pistas para ampliar la perspectiva en el curso del debate (Columna 3 de la Tabla 1).

Tabla 1 Secuencia de la acción propuesta

Preguntas problema	Preguntas de razonamiento	Pistas para el debate
¿Hasta qué punto os preocupa la manera en que estamos tratando el medio ambiente? ¿De verdad estamos dispuestos a vivir en un planeta cubierto de basura?		Mares cubiertos de plásticos, basura inundando la naturaleza (se ha acuñado incluso un nuevo término: <i>basuralidad</i> ), aire que causa dolencias respiratorias, escasez de agua, cambio climático, etc.
	¿Qué estamos haciendo cada uno de nosotros y nosotras para reducir nuestro impacto en el medio ambiente? ¿Qué más podemos hacer?	Ahorro de energía y agua, economía circular, modos de transporte más sostenibles, etc. Resultados del Eurobarómetro de la UE.
No todo está en nuestras manos, en cuanto que ciudadanos y ciudadanas, para invertir la tendencia. ¿Quién más debería contribuir?		Gobiernos (normativa, subvenciones, sistemas de recogida selectiva de residuos, etc.), empresas (ahorro, recuperación, reutilización, etc.)
	¿Qué pueden hacer las empresas para, por ejemplo, reducir su huella de carbono?	Ahorrar energía, usar energía de fuentes renovables, modos de transporte más sostenibles, compensación de CO <sub>2</sub> , etc.
¿Cómo es de relevante la huella de carbono de la aviación?		En valores relativos (emisiones por pasajero y Km.), en valores absolutos (comparado con otros modos de transporte),...
	¿Qué pueden hacer las aerolíneas para reducir su huella de carbono? ¿Qué están haciendo en realidad?	Líneas de acción de la OACI: mejoras operacionales, mejoras tecnológicas, uso de combustibles sostenibles, compensación de emisiones (Corsia). Directrices y recomendaciones de la UE?

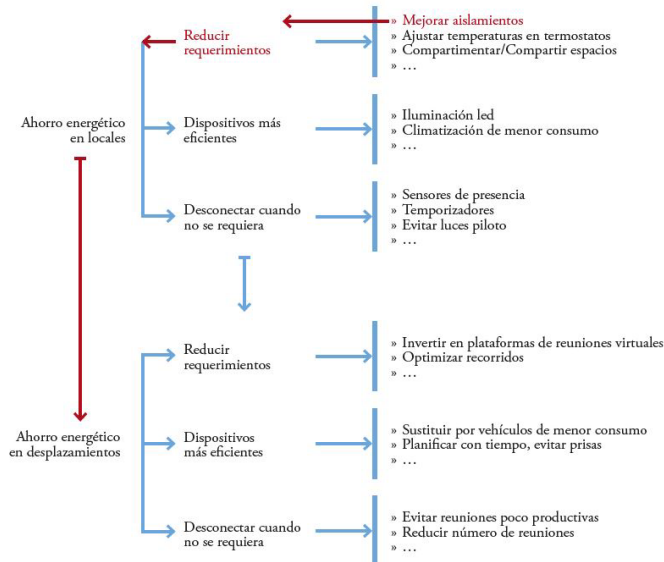
Para ensanchar la búsqueda de soluciones, se introduce una herramienta creativa, el *Abanico de conceptos* (*Concept Fan*) propuesto por Edward De Bono (De Bono, 1993). Se trata de una herramienta que permite ampliar el volumen de ideas. Partiendo de una de ellas, se identifica el concepto genérico que incluye esa idea, para, a partir de ese concepto desplegar ideas análogas incluidas en el mismo concepto. El Cuadro 2 describe la herramienta creativa con algo más de detalle.

El **Abanico de conceptos** parte de una idea ('Mejorar aislamientos', p. ej.) y *camina hacia atrás* para identificar el concepto ('Reducir requerimientos', en este caso), para luego desplegar el concepto hacia adelante, identificando otras opciones bajo el mismo concepto ('Ajustar temperaturas en termostatos', p. ej.).

Esto puede repetirse en los distintos niveles. En el ejemplo, 'Reducir requerimientos' lleva al concepto 'Ahorro energético en locales', que se puede desplegar a su vez en 'Dispositivos más eficientes' y 'Desconectar cuando no se requiera'.

Al nivel más alto, partiendo de 'Ahorro energético en locales', podemos movernos en paralelo, lo que nos lleva a 'Ahorro energético en desplazamientos' (u otras opciones no mostradas en el ejemplo, como 'Ahorro energético en producción').

Los mismos conceptos identificados arriba en el segundo nivel pueden ser empleados abajo para desplegar el 'Ahorro energético en desplazamientos'.



Cuadro 2 La herramienta creativa *Abanico de conceptos* aplicada a la búsqueda de formas de ahorro energético (construido a partir de De Bono, 1993 en Mateu, 2021)

La clase se cerró con una intervención breve del profesor, haciendo alusión a la tercera pata de la sostenibilidad, la sostenibilidad social, y la forma en que las tres sostenibilidades son necesarias y se refuerzan mutuamente (ver Figura 1).

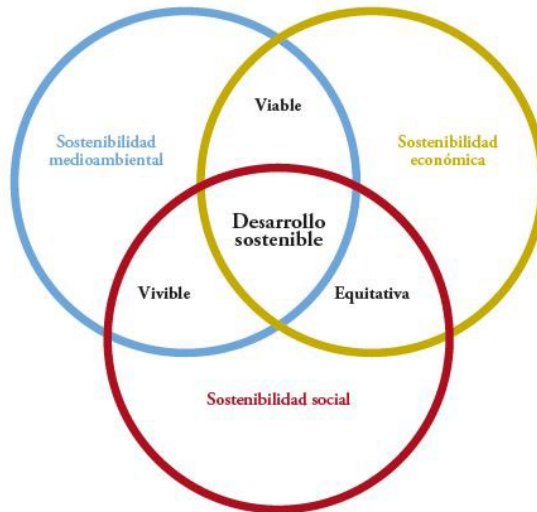


Figura 1 Las tres componentes del desarrollo sostenible (Mateu, 2021)

### 3.4 La metodología de evaluación

Para evaluar el resultado de la acción, se midieron dos aspectos. En primer lugar, la implicación del estudiantado en la acción formativa, en particular, su participación en el debate sobre los contenidos presentados y sus aportaciones al mismo. Para analizar esta implicación se recurrió al recuento de la participación (valoración cuantitativa) y a la valoración del profesor, basada en su experiencia y *expertise* (valoración cualitativa).

En segundo lugar, en lo que respecta a la medición del impacto de la sesión en los y las participantes, se utilizó una encuesta final, que los y las asistentes cumplimentaron al término de la sesión. Aprovechando que el aula contaba con ordenadores, se empleó para realizar esta encuesta la herramienta Exámenes de Poliformat (la plataforma de soporte a la docencia de la UPV, empleada en este caso para encuestar, no para examinar). Las preguntas de la encuesta se recogen en el Anexo.

### 3.5 Resultados

El debate resultó muy animado, participando en el mismo la mitad de la audiencia (9 de 18 asistentes). Esta cifra resulta a nuestro entender muy positiva, si se tiene en cuenta la baja tendencia a participar en este tipo de debates de grupos conformados por estudiantado de carreras técnicas y de ingeniería. Varios de los y las estudiantes participaron en el debate en repetidas ocasiones.

El trabajo desplegado alcanzó una calidad notable, si atendemos al total de ideas aportadas como respuesta a las preguntas de razonamiento. Los y las participantes aportaron, sin sugerencia por el profesor, ideas adicionales de gran interés, relativas al rol de la educación, la predisposición al esfuerzo de la ciudadanía, los factores que actúan de freno (la falta de tiempo o el relativo impacto de las acciones al alcance de la ciudadanía, la asimetría de las normativas vigentes en cada entorno geográfico, etc.). La Figura 2 muestra algunas de las ideas sugeridas en el debate sobre posibles acciones de las aerolíneas para la reducción de GEI (las que fueron trasladadas por el profesor a la pizarra).



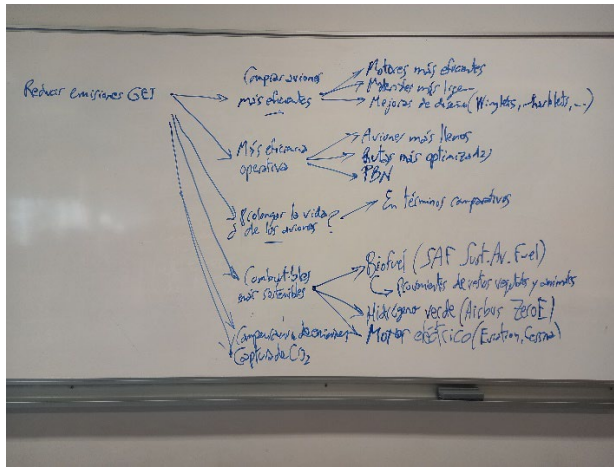


Figura 2 Líneas de acción para la reducción de gases de efecto invernadero por parte de las aerolíneas surgidas en el debate

La encuesta refleja por su parte lo siguiente:

- La práctica totalidad de los y las participantes se mostraron más (77,8%) o mucho más (16,7%) predispuestos a hacer algo más en favor del medio ambiente de lo que estaban antes de asistir a la sesión (sólo uno de los participantes se mostró ‘igual de predispuesto’).
- El 72,2% de los y las participantes dijeron sentirse algo más preocupados/as por el medio ambiente de lo que estaban antes de participar en la sesión.
- Los/as cuatro participantes (22,2%) cuyo grado de preocupación no aumentó, partían de un grado de preocupación elevado (4 ó 5).
- En cuanto a la magnitud del grado de preocupación manifestado, el 33,3% se identificó con un 3 en la escala de 1 a 5, el 61,1% se identificó con un 4 y uno de los 18 (5,6%) se identificó con el 5 (‘muy preocupado’). El promedio fue de 3,72 (en la escala de 1 a 5).
- En lo relativo a lo que las empresas pueden hacer por el medio ambiente, la opinión mayoritaria es que éstas pueden hacer algo más (22,2%) o mucho más (72,2%) de lo que hacen.
- Finalmente, en relación a las aerolíneas, un 11,1% opina que las aerolíneas deben ‘limitarse a cumplir la normativa en materia de sostenibilidad’, un 38,9% opina que ‘las aerolíneas deben responder a las exigencias de sus clientes y usuarios’, y la mitad restante (50,0%) opina que ‘las aerolíneas deben ir por delante de estas exigencias’.

## 4. Conclusiones

La acción formativa propuesta, en el marco de estudios universitarios de ingeniería, persigue la sensibilización del estudiantado hacia el problema medioambiental, así como la exploración en busca de soluciones, de formas de colaborar a resolver el problema. Para ello se recurre a la aportación de contenidos por el profesor, pero también a estimular la búsqueda de soluciones por los propios estudiantes mediante la utilización de ‘preguntas problema’, ‘preguntas de razonamiento’ y una técnica clásica de creatividad, el *Abanico de conceptos*. La implementación en el aula se ha mostrado eficaz en la consecución de los objetivos, tanto en términos de participación del estudiantado como en términos de sensibilización. En términos de participación se ha alcanzado el 50%, lo que en este tipo de estudiantado es poco habitual, y



las aportaciones han sido valiosas, en opinión del profesor (experto en el ámbito de la sostenibilidad). De igual modo, en términos de sensibilización, los resultados han sido notables. Todos los y las estudiantes que partían con un grado medio o bajo de 'preocupación' por el medio ambiente manifiestan que esta preocupación ha aumentado tras la acción formativa. El 94'5 de los y las participantes en la acción, se manifiesta 'más' o 'mucho más' predispuesto o predispuesta a hacer algo más en favor del medio ambiente que antes de la acción formativa.

En lo relativo a la metodología docente empleada, concluimos que el autodescubrimiento y la confrontación de ideas con sus compañeros y compañeras, en el curso de un debate, resultan buenas estrategias para sensibilizar al estudiantado hacia la sostenibilidad, aún en el caso de estudiantes de carreras técnicas. Las 'preguntas problema' y las 'preguntas de razonamiento' resultan por otra parte útiles a la hora de estimular ese autodescubrimiento y debate. El empleo de herramientas creativas como el Abanico de conceptos, complementando a las preguntas de razonamiento, amplía los resultados obtenidos en el desarrollo de la clase, en forma de más y mejores soluciones al problema analizado. La metodología resulta por otra parte muy amena, como prueba el hecho de que incluso los y las asistentes que no intervienen verbalmente en el debate, siguen no obstante el mismo con atención (pocos ojos se desvían a las pantallas de móviles u otros dispositivos durante el debate).

Los resultados de nuestra investigación animan a explorar el impacto de potenciales mejoras en la metodología docente propuesta, incorporando por ejemplo otras técnicas de búsqueda de soluciones a problemas complejos. Otra línea de investigación prometedora sería analizar en qué medida el empleo de otras técnicas de creatividad disponibles maximizan la calidad y la cantidad de las soluciones identificadas en el curso del debate. La contrastación de la fórmula docente empleada en otros contextos formativos sería otra línea de investigación prometedora.

## 5. Referencias

DE BONO, E. (1993). *Serious creativity*. The McQuaig Group.

IPCC. (2021). *State of Global Climate 2021*.

JEREZ, O. (2015). *Aprendizaje activo, diversidad e inclusión. Enfoque, metodologías y recomendaciones para su inclusión*. Ediciones Universidad de Chile.

MATEU, J. M. (2021). *Construyendo empresas sostenibles*. Fundació Parc Científic Universitat de València.

ONU. (1987). *Nuestro futuro común*.

## ANEXO 1.- Encuesta

1.- ¿En qué medida la clase de hoy ha cambiado tu preocupación por el medio ambiente?

- Ahora estoy menos preocupado/a que antes.
- Ahora estoy igual de preocupado/a que antes
- Ahora estoy algo más preocupado/a que antes.
- Ahora estoy mucho más preocupado/a que antes.

2.- En una escala de 1 a 5 en la que 1 significa 'nada preocupado/a' y 5 significa 'muy preocupado/a', ¿cómo calificarías tu preocupación actual por el medio ambiente? \_\_\_\_

- 3.- ¿En qué medida la clase de hoy ha cambiado tu predisposición a hacer algo más en favor del medio ambiente?
- Ahora estoy menos predispuesto/a que antes
  - Ahora estoy igual de predispuesto/a que antes
  - Ahora estoy algo más predispuesto/a que antes
  - Ahora estoy mucho más predispuesto/a que antes
- 4.- En relación a lo que las empresas en general pueden hacer por el medio ambiente, ¿con cuál de las siguientes afirmaciones estás más de acuerdo?
- Las empresas no pueden hacer más de lo que la legislación les exige en relación con el medio ambiente
  - Las empresas pueden hacer algo más de lo que hacen en relación con el medio ambiente
  - Las empresas pueden hacer mucho más de lo que hacen en relación con el medio ambiente
- 5.- En relación a lo que las empresas de transporte aéreo están haciendo y/o deben hacer por la sostenibilidad, ¿con cuál de las siguientes opciones te identificas más?
- Las aerolíneas deben limitarse a cumplir la normativa en materia de sostenibilidad
  - Las aerolíneas deben responder a las exigencias de sus clientes y usuarios en materia de sostenibilidad
  - Las aerolíneas deben ir por delante de las demandas de sus clientes y usuarios en materia de sostenibilidad