

LECLIC: VIVIR EN LA ERA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

**Gara Fernández López,
Juan Antonio Gómez Delgado,
Victoria González Forés,
Manuel Pavón Iglesias,
Ana Serradó Bayés,**
Colegio La Salle-Buen Consejo (Cádiz)

RESUMEN

“Vivir en la Era del Cambio Climático” es un proyecto ERASMUS+ que tiene por objetivo sensibilizar al alumnado de 12 a 15 años sobre las cuestiones medioambientales y el cambio climático a partir de un programa de educación en la sostenibilidad. En esta comunicación se presentan las argumentaciones didácticas sobre la potencialidad del aprendizaje sobre el cambio climático en el aula de matemáticas, se describen tres actividades STEAM diseñadas dentro del seno del proyecto LECLIC, en que se pone el acento en la “M” de matemáticas y se concluye sobre la potencialidad del mismo para el desarrollo de los cinco sentidos matemáticos desde una modalidad física y de computación en la nube con una organización curricular interdisciplinar y transdisciplinar que usa metodologías como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje por indagación y el aprendizaje basado en el diseño en ingeniería de juegos.

Nivel educativo: Educación Secundaria Obligatoria.

1. VIVIR EN LA ERA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La sociedad del siglo XXI se enfrenta al reto de la sostenibilidad del planeta Tierra. Vivir en la era del cambio climático supone nuevos retos a los que hasta ahora no nos habíamos enfrentando. Debemos aprender qué errores hemos cometido y que nos han hecho perder la calidad de vida del siglo XX y, así aprender a aprender qué estilo de vida hace sostenible el planeta Tierra. En este sentido, en 2015 la ONU aprobó la *Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible*, y la presentó como una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendieran un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos. El objetivo número 4, *Educación de Calidad*, establece como meta para 2020: “asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles [...] la contribución de la cultural al desarrollo sostenible” (Naciones Unidas, 2015, pág. 19).

En el contexto español, este objetivo educativo ha sido uno de los ejes vertebradores de la LOMLOE, al ampliar los objetivos de la LOE sumándole los planteamientos de la Agenda 2030 (MEFP, 2020). En la LOMLOE se indica: “la educación para la transición ecológica, sin descuidar la acción local,

imprescindibles para abordar la emergencia climática, de modo que el alumnado conozca qué consecuencias tienen nuestras acciones diarias en el planeta y generar, por consiguiente, empatía hacia su entorno natural y social". (MEFP, 2020, pág. 122871). Estableciendo en el *Perfil de salida* para el alumnado de secundaria obligatoria que sepa activar los aprendizajes adquiridos para responder a los principales desafíos a los que deberá hacer frente a lo largo de su vida, como desarrollar una actitud responsable a partir de la toma de conciencia de la degradación del medio ambiente basado en el conocimiento de las causas que los provocan, agravan o mejoran, desde una visión sistémica, tanto local como global (Junta de Andalucía, 2022).

Una parte significativa de la investigación en el cambio climático recomienda un enfoque interdisciplinar y multi-competencial, ya que el cambio climático es un problema interdisciplinar que abarca la química, la geografía, las ciencias sociales, la política, la economía, la psicología y la salud, entre otros (Lorenzo, 2020). Sin embargo, las instrucciones de la Junta de Andalucía (2022) solo regulan el aprendizaje sobre las causas del cambio climático y sus efectos en las materias de Biología y Geografía e historia. Por ello, cabe preguntarse: ¿tiene lugar que el cambio climático se trabaje desde la materia de matemáticas? Y, si es así, ¿cómo se puede realizar? Sabemos que una intervención curricular de estas características requiere de un planteamiento global a la hora de abordar el cambio climático, que conecte las distintas problemáticas como un todo que no puede dividirse (De Rivas, Vilches y Mayoral, 2022).

En los últimos años, dos modelos educativos STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) y STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) se han impuesto ante el estudio globalizado del cambio climático. Ambos modelos tienen como pilares fundamentales la alfabetización científica, que lleva a la apropiación de los conocimientos y conceptos por parte del alumnado, a fin de que desarrollen destrezas, cualidades y perspectivas en una cultura de investigación. La implementación de diferentes situaciones de aprendizaje y/o actividades permite, entre otras cosas, construir progresivamente ideas mucho más complejas de la realidad, con lo que el alumnado tiene la posibilidad de inferir el quehacer científico, a la vez, que valoran su repercusión de esta sobre el entorno y la sociedad (Rojas, 2022).

Bajo los principios del modelo educativo STEAM, se inicia en octubre de 2020 un proyecto ERASMUS+ llamado *LECLIC (Living in the Era of Climate Change/Vivir en la Era del Cambio Climático)* que tiene por objetivo sensibilizar al alumnado de 12 a 15 años sobre las cuestiones medioambientales y el cambio climático. En el proyecto se describe que las matemáticas van a proporcionar las herramientas para el análisis de datos sobre el estilo de vida, la modelización de la evolución costera debido al cambio climático y el pensamiento crítico. Cuando el proyecto ya casi llega a su fin, podemos realizar una evaluación retrospectiva de cómo las matemáticas han incidido en su desarrollo. Así pues, en las próximas secciones, se presentan las argumentaciones didácticas sobre la potencialidad del aprendizaje sobre el cambio climático en el aula de matemáticas, se presentan tres actividades STEAM diseñadas dentro del seno del proyecto LECLIC, en que se pone el acento en la "M" de matemáticas y unas reflexiones finales de lo aprendido con esta experiencia.

2. LA MATEMÁTICA ESCOLAR Y EL APRENDIZAJE SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Tal y como hemos indicado con anterioridad, el aprendizaje sobre el cambio climático necesita de propuestas de intervención globalizadoras. Entendemos esta globalidad desde múltiples perspectivas: la organización disciplinar, las metodologías usadas, las competencias globales y claves que se desarrollan y la realidad entendida desde su visión física y virtual. Cada una de estas perspectivas se desarrolla en las siguientes secciones.

2.1. LA ORGANIZACIÓN DISCIPLINAR

En las instrucciones de la Junta de Andalucía sobre la ordenación y funcionamiento de los centros educativos para el curso 2022, se usan en la ordenación de las diferentes materias, que no son matemáticas, los términos de interdisciplinar, multidisciplinar, transdisciplinar, pluridisciplinar.

En la ordenación del currículum para la materia de matemáticas no presenta ninguna de estas terminologías, pero establece como competencia específica 6: *"identificar las matemáticas implicadas en otras materias, en situaciones reales y en el entorno, susceptibles de ser abordadas en términos matemáticos, interrelacionando conceptos y procedimientos, para aplicarlos en situaciones diversas"* (Junta de Andalucía, 2022, pp. 143). Incidiendo en que el desarrollo de esta competencia conlleva el establecimiento de conexiones entre ideas, conceptos y procedimientos matemáticos con otras materias y con la vida real. En consecuencia, se entiende que las matemáticas adquieren significado en el momento que se trabajan interdisciplinarmente o transdisciplinarmente para la resolución de problemas y la obtención de un producto común. En las actividades y situaciones de aprendizaje desarrolladas dentro del proyecto LECLIC optamos por el trabajo interdisciplinar o transdisciplinar de las materias STEAM con el fin de encontrar soluciones al problema del cambio climático y elaborar productos que muestren el aprendizaje del alumnado. El uso de organizaciones interdisciplinarias o transdisciplinarias dependerá de la metodología para el aprendizaje sobre el cambio climático que oriente el desarrollo de cada situación de aprendizaje o actividad.

2.2. METODOLOGÍAS PARA EL APRENDIZAJE DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Debemos destacar que el proyecto LECLIC usa una mezcla de metodología presencial y de computación en la nube. La computación en la nube es un modelo que permite un acceso cómodo y bajo demanda a un conjunto compartido de recursos informáticos. En el caso del proyecto LECLIC, el Google Suite del proyecto se ha organizado a través de un drive de archivos donde los usuarios (profesorado y alumnado) de los cuatro centros participantes de España, Grecia, Italia y Portugal pueden crear, editar documentos en línea y fuera de línea, usando aplicaciones como: Google Site, Google Docs, Google Sheets, YouTube, Google Forms, coSpaces, Google Street View, Geogebra, MathCityMap (Baena, González, Gómez et al. 2021). Los momentos presenciales se han organizado como cuatro conferencias sobre cambio climático:

- I LECLIC en Italia, marzo 2022. Investigación sobre las causas y consecuencias del cambio climático en los países de nacimiento de los participantes.
- II LECLIC en Grecia, septiembre 2022. Investigación sobre los estilos de vida de las familias del alumnado participante.
- III LECLIC en España, enero 2023. Investigación sobre los indicadores de calidad de vida en la segunda década del siglo XXI.
- IV LECLIC en Portugal, marzo 2023. Propuesta de acciones a emprender para un cambio de comportamiento en el estilo de vida de las familias participantes con el fin de mitigar el cambio climático para una vida de calidad sostenible.

Además de esta mezcla de metodologías presenciales y de computación, teniendo en cuenta las recomendaciones de las investigaciones en educación STEAM, se han aplicado tres metodologías básicas: aprendizaje basado en problemas (ABP), aprendizaje por indagación (AI) y aprendizaje basado en el diseño de ingeniería (ABDI). Mientras que metodologías como el ABP usan organizaciones interdisciplinarias del conocimiento, AI y ABDI se decanta por la aplicación de metodologías de carácter transdisciplinario (Constantino, 2018). Estas metodologías se caracterizan por su riqueza en el desarrollo competencial.

2.3. COMPETENCIAS GLOBALES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Tal y como hemos visto en la introducción, se invita a que el alumnado desarrolle la competencia específica 6, y en consecuencia sus competencias claves asociadas. Es más, la inclusión en la educación STEAM de metodologías como el ABP, AI y ABDI favorecen el desarrollo de las competencias STEM desde una visión integrada (interdisciplinar y transdisciplinar de las materias), la competencia lingüística cuando se les otorga al alumnado oportunidades de comunicación, la competencia digital al aplicar metodologías asociadas a la computación en la nube. La lluvia de ideas y los procesos de decisión asociados a la organización de las investigaciones o el diseño ayudará al alumnado al desarrollo de estrategias de aprender a aprender y el sentido del emprendimiento. Y, la naturaleza colaborativa del APB, AI y ABDI refuerzan el desarrollo de la competencia cívica (Díaz-Mantegón et al., 2020). Van Long and Phuong (2021), además informan que la educación STEAM desarrolla en el alumnado la conciencia y expresiones culturales cuando el Arte se incluye como un elemento transdisciplinar del ABPDI.

Si nos centramos en el objetivo general de la educación para el *Desarrollo de los Objetivos Sostenibles*, la incorporación del mismo en la educación favorece el desarrollo de las competencias globales: el pensamiento crítico, creativo, colaboración y comunicación (OECD, 2018). Rudd, Horry y Skains (2020) van más allá en sus investigaciones sobre el desarrollo competencial a través de la educación en el cambio climático indicando que éste favorece el desarrollo de estrategias de toma de decisiones (observar, comunicar, clasificar, inferir, medir y predecir) y el diseño de juegos. La incorporación de los juegos en el cambio climático como veremos en la siguiente sección dispersa la frontera entre la realidad y la realidad virtual.

2.4. EN LA FRONTERA ENTRE LA REALIDAD Y LA REALIDAD VIRTUAL

Es bien conocido que el aprendizaje basado en juegos tiene un impacto positivo en la mejora de los métodos tradicionales. Valoramos el papel que tiene MathCityMap en difuminar esta frontera entre la realidad y la realidad digital que favorece el aprendizaje basado en el juego tal y como se conciben las rutas matemáticas (Gurjanow et al., 2019)

En esta propuesta metodológica vamos más allá y consideramos, teniendo en cuenta los trabajos de Wang (2022), que la creación de juegos son una función esencial para promover el desarrollo cognitivo y que favorecen el desarrollo de los objetivos STEM/STEAM de mejora de la motivación del aprendizaje del alumnado, de comprensión del conocimiento conceptual y del desarrollo de las habilidades de resolución de problemas. Todo ello a partir de la aplicación de metodologías de ABDI donde se favorezca la construcción e internalización del conocimiento. Estos procesos están arraigados en el pensamiento computacional que debemos favorecer desde la materia de matemáticas, que *"incluye el análisis de datos, la organización lógica de los mismos, la búsqueda de soluciones en secuencias de pasos ordenados y la obtención de soluciones con instrucciones que puedan ser ejecutadas por una herramienta tecnológica programable, una persona o una combinación de ambas, lo cual amplía la capacidad de resolver problemas y promueve el uso eficiente de recursos digitales"* (MEFP, 2022, pág, 141).

En el proyecto LECLIC se ha priorizado el uso de recursos de *realidad virtual* (RV) que tienen el juego la base para el aprendizaje en entornos de computación en la nube, como es coSpaces (<https://cospaces.io/edu/>). La RV puede potenciar el conocimiento tridimensional; facilitar el aprendizaje experimental que, de otro modo, sería imposible o inviable en el mundo real. La RV también puede hacer progresar la transferencia a situaciones reales de los conocimientos y habilidades aprendidos en atmósferas virtuales. También puede aumentar el entusiasmo y la participación en el aprendizaje, lo que da lugar a colaboraciones "más enriquecedoras". Los entornos virtuales de aprendizaje 3D, como coSpaces, pueden ofrecer nuevas posibilidades para la creatividad en el aprendizaje a través del juego de roles y la tutorización. Esto, a su vez, conduce a espacios de aprendizaje abiertos para la práctica y el descubrimiento, la experimentación y el contenido digital y automatizado creado por el alumnado (Al-Gindy et al., 2020).

Todos los principios presentados en esta sección se han tenido en cuenta a la hora de elaborar las diferentes situaciones de aprendizaje y actividades que se han implementado en el proyecto LECLIC.

3. TAREAS STEAM QUE DAN SENTIDO A LA "M" DE MATEMÁTICAS EN EL ESTUDIO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Presentamos en esta sección tres actividades STEAM que ponen dan sentido a la "M" de matemáticas en el estudio del cambio climático y que se han desarrollado dentro marco del proyecto LECLIC.

3.1. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL ESTILO DE VIDA

El cambio climático y el estilo de vida es una tarea que tiene por objetivo que el alumnado investigue como nuestro estilo de vida afecta el cambio climático y viceversa. Se trata de una tarea de carácter interdisciplinar basada en un ABP que tiene por objetivo responder a la pregunta: ¿qué relaciones existen entre el cambio climático y el estilo de vida?

A continuación, se describen las diferentes actividades que conforman dicha tarea:

Temporalización	Actividad	Participantes	Aspectos metodológicos
Mayo 2022 entre I y II LECLIC	Lectura previa sobre el Cambio climático y el estilo de vida	56 participantes de los centros colaboradores de España, Italia, Portugal y Grecia	Modalidad física. Cada alumno en su centro de procedencia
	Elaboración de una encuesta sobre el cambio climático y el estilo de vida	28 alumnos/as del Colegio La Salle-Buen Consejo	Modalidad híbrida: física y computación en la nube a partir del uso de Google Drive y Google Forms
	Recolección de datos	311 alumnos de los centros colaboradores de España, Italia, Portugal y Grecia	Modalidad computación en la nube a partir del uso de Google Forms
Junio 2022 entre I y II LECLIC	Análisis e interpretación de la información	56 participantes. Cada centro participante analiza sus datos	Modalidad híbrida: física y computación en la nube: Google calc y Geogebra online
Septiembre 2022 entre I y II LECLIC	Preparación de la presentación de los resultados de la investigación	20 participantes. Cada centro participante analiza sus datos	Modalidad online: uso de meet para reunir a los 6 participantes españoles y computación en la nube: Google slides
II LECLIC en Grecia. Septiembre 2022	Presentación de los resultados de investigación	20 participantes de los cuatro centros colaboradores de España, Italia, Portugal y Grecia	Modalidad física
	Comparación y discusión de los resultados		

En este caso la "M" de matemáticas hace que el alumnado desarrolle un sentido estocástico del cambio climático a partir de la comprensión del problema, la elaboración de conjeturas a partir de plantear las posibles respuestas a la encuesta, la recolección, análisis, representación e interpretación, la presentación de los resultados a partir de la representación de los mismos en gráficos de barras, sectores y diagramas de cajas de bigotes, el resumen numérico mediante frecuencias, porcentajes y el uso de parámetros de centralización y dispersión. En la figura 1 podemos observar el tipo de estudio realizado por el alumnado:

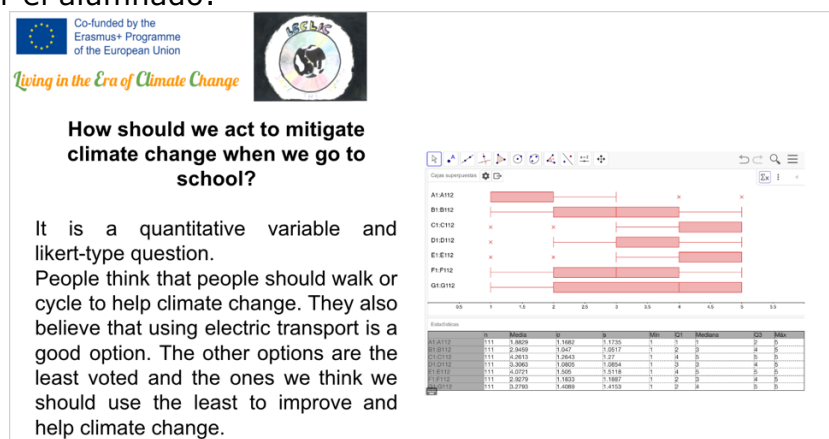


Figura 1. Análisis e interpretación de la relación entre el cambio climático y el estilo de vida.

3.2. LA RUTA LECLIC

La segunda tarea que presentamos es la ruta de MathCityMap titulada A LECLIC Trail con código 3812670 que ha sido seleccionada como actividad del mes de enero de 2023 (<https://mathcitymap.eu/en/trail-of-the-month-a-lecllic-trail/>). La ruta tiene por objetivo que los 44 alumnos y alumnas participantes de la movilidad física del III LECLIC en España analizasen cómo afecta el cambio climático a la ciudad de Puerto Real y reflexionasen sobre la necesidad de un cambio en su comportamiento para mitigar los efectos del clima. Esta actividad STEAM usa un modelo híbrido de movilidad física y online a partir del uso de la App de MathCityMap. Con un enfoque basado en el aprendizaje por indagación (IA) y una organización curricular multidisciplinar enfrenta al alumnado a indagar sobre:

- ¿Cuántos habitantes podrían cubrir sus necesidades diarias de agua potable según la UNESCO con el agua que puede contener el arca del agua del siglo XVIII?
- Conociendo la anchura actual de la playa de la Cachucha y el retroceso previsto de las costas gaditanas debido al cambio climático, ¿qué anchura media tendrá la playa en el año 2040?
- Debido a la subida del nivel del mar, ¿qué longitud de piedra ostiera sería necesaria para mantener la cortina de la media luneta que aún se conserva?, ¿cuál es la altura del nivel del mar del Callejón del arco?

- Experimentar la sequía eólica y valorar cuál es el viento dominante y cuál es su velocidad.

La "M" de matemáticas hace que el alumnado desarrolle a partir de la gamificación: el sentido numérico, en la comprensión de los diferentes enunciados, sus cálculos en los diferentes contextos; el sentido de la medida, al entender y elegir las unidades adecuadas para estimar, medir y comparar magnitudes e utilizar los instrumentos adecuados para realizar las mediciones (regla, cinta métrica, goniómetro y el anemómetro); el sentido espacial, al descubrir los elementos geométricos que se encuentran en la ruta, analizar sus propiedades para determinar sus longitudes, distancias inaccesibles y volúmenes; y, el sentido estocástico, asociado a la comprensión de fenómenos aleatorios como son la sequía eólica.

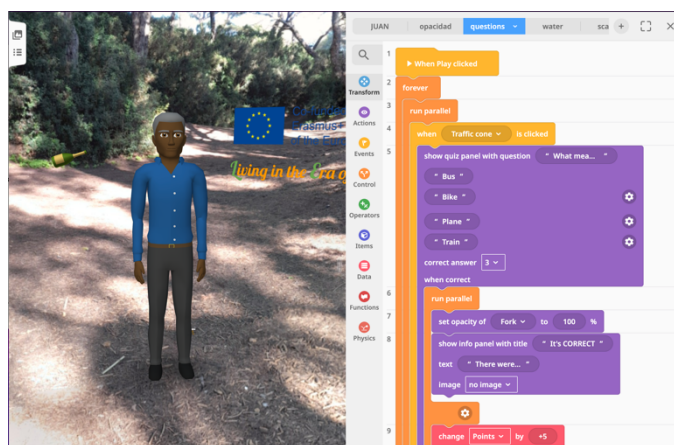


Estos dos últimos instrumentos deben construirlos los mismos alumnos y alumnas durante la ruta, haciendo una realidad la interdisciplinariedad entre el conocimiento STEM.

3.1. JUEGO DE REALIDAD VIRTUAL SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

El objetivo de la actividad es crear un juego de realidad virtual, que ayude a cualquier persona que juegue con él a sentirse inmerso en la comprensión de las causas y consecuencias del cambio climático. Se trata de una actividad transdisciplinar que usa una modalidad física y de computación en la nube, que tiene las siguientes fases:

Temporalización	Actividad	Aspectos metodológicos
I, II y III LECLIC, marzo 2022, septiembre 2022, enero 2023	Realización de fotografías 360º y con drones	Híbrida: Física y computación en la nube usando Google Street View, cámaras 360º y vídeos
III LECLIC enero 2023	Participación en el taller de Ecoembres sobre la recolecta selectiva de basura y reforestación de la zona	Física
	Creación de un escenario y juego	Híbrida: Física y computación en la nube usando coSpaces
	Creación de los avatares, animales, casas, naturaleza	
	Probar y purgar el juego	
	Evaluación del juego	Híbrida: Física y computación, Uso de Google Forms



Estas fases corresponden con las de un aprendizaje basado en el diseño en ingeniería de juegos. El aprendizaje basado en juegos, en este caso va más allá, siendo el aprender cómo crear un juego un elemento de para el desarrollo del pensamiento creativo, crítico y computacional.

La "M" de STEAM se ha enfatizado al desarrollar el sentido espacial, al usar las

fotografías 360° e incorporarlas en el entorno de realidad virtual STEAM; y, al desarrollar el sentido algebraico a través del desarrollo del pensamiento computacional al programar el juego en coSpaces.

4. CONCLUSIONES

En la introducción nos planteábamos si tenía lugar que el cambio climático se trabajase desde el área de matemáticas. La respuesta como hemos podido observar en las tres actividades presentadas de las múltiples realizadas en el Proyecto LECLIC favorecen que el alumnado desarrolle los sentidos: numérico, de la medida, algebraico, espacial y estocástico. La respuesta a cómo se puede educar en el cambio climático desde el área de matemáticas necesita de un modelo híbrido que combine el aprendizaje físico y de computación en la nube, que se desarrollen situaciones de aprendizaje y tareas interdisciplinarias y transdisciplinarias que apliquen métodos de aprendizaje basado en problemas, aprendizaje por indagación y aprendizaje basado en el diseño en ingeniería de juegos. Todas las actividades se han aplicado en entornos colaborativos bilingües donde el desarrollo de las cuatro competencias globales ha sido un fin y un reto a la vez.

Reconocimientos: Trabajo realizado en el marco del Proyecto LECLIC (Living in the Era of Climate Change) del programa Erasmus+ de la Unión Europea 2020-1-ESO1-KA229 082206 de septiembre 2020 a agosto de 2023 (<https://sites.google.com/lasallebuenconsejo.es/leclit/home>)

REFERENCIAS

AL-GINDY, A., FELIX, C., AHMED, A., MATOUG, A., Y ALKHIDIR, M. (2020). *Virtual Reality: Development of an Integrated Learning Environment for Education*, International Journal of Information and Education Technology, 10(3), 171-175, doi: 10.18178/ijiet.2020.10.3.1358

BAENA, R., GONZÁLEZ, V., GÓMEZ, J. A., PAVÓN, M. Y SERRADÓ, A. (2021). *LECLIC: A Blended Methodology for Pupils Exchange of Experiences on Climate Change*, INTED2021 Proceedings, pp. 365-374, doi: 10.21125/inted.2021.0102.

CONSTANTINO, T. (2018). *STEAM by another name: Transdisciplinary practice in art and design education*, Arts Education Policy Review, 119(2), 110-116.

DE RIVAS, R., VILCHES, A., MAYORAL, O. (2022). *Una intervención didáctica sobre el Cambio Climático y Sostenibilidad dirigida a alumnado y profesorado de Secundaria, en el marco de los ODS*. 30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales, La enseñanza de las ciencias en un entorno intercultural. Universidad de Granada, Servicio de Publicaciones.

DIEGO-MANTECON, J., BLANCO, T., ORTIZ-LASO, Z., Y LAVICZA, Z. (2020). *STEAM projects with KIKS format for developing key competences Proyectos STEAM con formato KIKS para el desarrollo de competencias clave*, Comunicar, doi: 10.3916/C66-2021-03.

GURJANOW, I., OLIVERA, M., ZENDER, J., SANTOS, P. A., LUDWIG, M. (2019). *Mathematics Trails: Shallow and Deep Gamification*, International Journal of Serious Games, 6(3), doi: 10.1708/ijsp.v6t3.306

JUNTA DE ANDALUCIA (2022). *Instrucción conjunta 1/2022, de 23 de junio, de la dirección general de ordenación y evaluación educativa y de la dirección general de formación profesional, por la que se establecen aspectos de organización y funcionamiento para los centros que impartan educación secundaria obligatoria para el curso 2022/23*.

LORENZO, M. G. (2020). *Abordaje interdisciplinar para la enseñanza de las ciencias y la actualización de profesores*, Educación en Ciencias Biológicas, 5(1), doi: 2393-6967/10.3681/RECB.5.1.2

MEFP (2020). *Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación*, BOE núm. 340, de 30 de diciembre de 2020, páginas 122868 a 122953.

MEFP (2022). *Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria*, BOE núm. 76, de 30 de marzo de 2022, documento consolidado, páginas 1-199.

NACIONES UNIDAS (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. A/RES/70/1, 21 de octubre*.

OECD (2018). *Preparing our youth for an inclusive and sustainable world. The OECD PISA global competence framework*, OECD Publishing.

ROJAS, J.E., MARTÍN, J. Y., GARABIELO, B., GARCÍA, P., FRANCO, J. Y MANRIQUE, C. (2023). *Avances de la vinculación de los modelos STEM y STEAM en el Sistema educativo Español, Estadounidense y Colombiano*, Revista Española de Educación Comparada, 42, 318-336.

RUDD, J. A., HORRY, R. Y SKAINS, J. A. (2020). *You and CO₂: a Public Engagement Study to Engage Secondary School Students with the Issue of Climate Change*, Journal of Science Education and Technology, doi: 10.1007/s10956-019-09808-5

VAN LONG, N., Y PHUONG, D. Q. (2021). *Assessing high school students' competence in STEAM education: Perspectives from interdisciplinary topics in humanities and social science*, The scientific heritage (70), 13-18.