



## PROYECTO DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE (PID) 2021/2022

### -MEMORIA FINAL -

Diseño y elaboración de vídeos didácticos para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje del comportamiento de sistemas eléctricos y automáticos

DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:

COORDINADOR DEL PROYECTO:			
NIF	Nombre y apellidos	E-mail	Teléfono
71083318R	Silvana Roxani Revollar Chávez	srevolla@usal.es	657139102
Dirección en la Universidad, a efectos de notificación por correo interno			
Dpto. Informática y Automática. Facultad de Ciencias. Plaza de la Merced s/n. Salamanca			

#### Acción:

- Innovación en metodologías docentes para para desarrollo de competencias generales o específicas

Proyectos dirigidos a la innovación en: las clases magistrales, estudios de casos prácticos, resolución de ejercicios y problemas, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje por proyectos, aprendizaje cooperativo y clases prácticas.

#### Equipo solicitante:

MIEMBROS		
NIF/NIE/Pasap.	Nombre y apellidos	E-mail
46687832V	Mario Francisco Sutil (MF)	mfs@usal.es
07833143X	Pastora Vega Cruz (PV)	pvega@usal.es
08107402V	Antonio Cembellín (AC)	cembe@usal.es
Y0050605L	Silvana Roxani Revollar Chávez (SR)	srevolla@usal.es

Las asignaturas que se benefician de los resultados de este proyecto son:

ASIGNATURAS Y TITULACIONES QUE SE BENEFICIARÁN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN
Electrónica y electrotecnia. Grado en Ing. Química
Electrónica y electrotecnia. Grado en Ing. Geológica

Modelado y Simulación. Grado en Ing. Electrónica Industrial y Automática
Complementos de Ingeniería Electrónica y Automática. Máster Universitario en Ingeniería Industrial
Control Avanzado de Procesos. Máster Universitario en Ingeniería Industrial
Sistemas Electrónicos y Automáticos. Máster Universitario en Ingeniería Industrial
Regulación automática. Grado en Ing. Electrónica Industrial y Automática

Además, se beneficia cualquier persona del área de educación interesada en motivar el estudio de la ciencia, porque los vídeos se han diseñado de manera que sean accesibles y puedan estar disponibles para cualquier tipo de público.

#### DESCRIPCIÓN DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS

Desarrollar material audiovisual de apoyo en la docencia de las asignaturas del área de electrotecnia y automática, elaborando una serie de vídeos didácticos, con explicaciones amenas, que aprovechen curiosidades, anécdotas, acontecimientos históricos y referencias a elementos de la cultura pop, para mantener la atención mientras se describe un sistema físico introduciendo la descripción de los fenómenos físicos que intervienen y se plantea el procedimiento de modelado, simulación y automatización habitual en aplicaciones de ingeniería.

- Partiendo de una selección de cuatro sistemas que intervienen en procesos de la vida cotidiana (Planta pasteurizadora, alternador, motores AC y DC, y péndulo), explicar su funcionamiento e implementación práctica, incluyendo las etapas de modelado, simulación, análisis de casos de estudio y automatización, creando una serie de vídeos didácticos para cada sistema.
- Plantear ejercicios y proyectos para mejorar y evaluar el aprendizaje de los estudiantes, utilizando los vídeos didácticos como herramienta para proponer el estudio del funcionamiento de los sistemas en distintos escenarios, analizar casos de estudio y plantear soluciones alternativas.
- Identificar e implementar mecanismos para evaluar el impacto del material elaborado sobre el aprendizaje de los estudiantes, y para motivar la participación de los estudiantes en el diseño y mejora del material.

#### ALCANCE DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS

Se ha desarrollado material audiovisual de apoyo en la docencia de las asignaturas del área de electrotecnia y automática, que tienen un carácter divulgativo. Se han grabado demostraciones con equipos eléctricos sencillos y demostraciones en los equipos del laboratorio de automática de la Escuela de Ingenieros de Béjar.

El material disponible, aún se considera un borrador, se han publicado en un canal de YouTube, con la intención de que sean visualizados por distintos tipos de público al cual se le pedirá realimentación. A medida que se fue desarrollando el proyecto, se decidió que el material podría ir dirigido a público general, como una forma de motivar el estudio de materias técnicas, principalmente del área de automática, electrotecnia e informática, aunque también se ha planteado la introducción de conceptos matemáticos.

Los vídeos concluidos hasta el momento se han hecho públicos, y se presentan como series de vídeos didácticos enfocados en un tema específico. Estos vídeos incluyen explicaciones amenas relacionadas con elementos de la vida cotidiana en Salamanca y Béjar, curiosidades, anécdotas, acontecimientos históricos y referencias a elementos de la cultura pop. Se muestran imágenes de las ciudades, elementos, lugares y hechos cotidianos, que motivan la introducción de un concepto relacionado con las materias de interés. Esto se complementa con diagramas, experimentos y demostraciones.

Además, se han realizado grabaciones de experimentos en plantas del Laboratorio de Automática de la ETSII de Béjar como la planta pasteurizadora, motores, sistema de control de caudal y el sistema de control de nivel, y con elementos domésticos (como las regaderas de un patio), elementos que se encuentran en el entorno que constituyen sistemas físicos y sistemas automáticos (como una grúa), que se incorporarán la otra serie de vídeos siguiendo el mismo formato.

El diseño de los vídeos, dentro del formato propuesto, y sobre todo, la elaboración de los mismos ha sido laboriosa, porque el trabajo de grabación y edición toma mucho tiempo, y se cuenta con herramientas muy limitadas. Los proyectos no financian cámaras y equipos de sonido, y no se recibió financiamiento para cubrir los gastos de un proyecto de esta naturaleza. En la propuesta se contemplaba realizar los vídeos en entornos cotidianos dentro de lo posible, es decir, recurrir al laboratorio sólo para captar imágenes y grabaciones de las plantas que están allí y no se pueden mover, pero el resto de aplicaciones y ejemplos, se quiso hacer fuera del laboratorio. Por esto se necesitaba material que se pudiera llevar a cualquier lugar de la calle para realizar demostraciones, y equipos de grabación que se pudieran sacar de las aulas. Lo que se ha hecho hasta el momento, ha sido grabado con el móvil, y editado por los mismos profesores participantes en el proyecto con la herramienta de edición de vídeos Adobe Express, en la versión más simple. La edición de vídeos toma mucho tiempo, no sólo de trabajo personal, sino computacional, una vez que está listo el proyecto con todos los elementos que se van a incluir en el vídeo, la construcción del vídeo en la herramienta computacional toma horas, y una vez construido, cualquier cambio que se quiera realizar en el proyecto, aunque sea mínimo, implica esperar el mismo tiempo de ejecución del programa, por eso se había solicitado personal que asistiera en estas tareas.

Los cursos con mayor número de estudiantes del grupo de profesores que integran este equipo, los tenemos en el primer cuatrimestre, la resolución de los Proyectos de Innovación Docente, se comunicó a finales de octubre de 2021, y nuestro grupo la recibió en noviembre de 2021, como la realización dependía de la financiación recibida, no se elaboraron vídeos, ni se utilizó material ese cuatrimestre. Durante el segundo cuatrimestre, tenemos varias asignaturas, pero con grupos muy reducidos, 3 estudiantes en Electrónica y Electrotecnia de Ing. Geológica, 7 estudiantes en Control Avanzado de Sistemas (del Máster de Ingeniería Industrial), que son muy pocos para probar la estrategia. En la asignatura de Regulación automática tenemos 14 estudiantes (Grado en Ingeniería Electrónica), pero los conceptos que se habían abordado en los vídeos o partes de los vídeos elaboradas, eran muy básicos para ese grupo. Por esta razón, no se cumplió con el objetivo de:

Plantear ejercicios y proyectos para mejorar y evaluar el aprendizaje de los estudiantes, utilizando los vídeos didácticos como herramienta para proponer el estudio del funcionamiento de los sistemas en distintos escenarios, analizar casos de estudio y plantear soluciones alternativas.

Sin embargo, se utilizarán en el 1er cuatrimestre del próximo curso (2022-23).

También se propuso como objetivo:

- Identificar e implementar mecanismos para evaluar el impacto del material elaborado sobre el aprendizaje de los estudiantes, y para motivar la participación de los estudiantes en el diseño y mejora del material.

Esto se realizará con un público más amplio, porque el proyecto, continuará en el próximo curso, y se desea la realimentación de profesores, estudiantes de bachillerato y de la ESO, y de los estudiantes de las asignaturas de la USal a las cuales se dirigió el proyecto inicialmente.

#### GRADO DE INNOVACIÓN PREVISTO

Este es el primero proyecto de Innovación Docente realizado por el equipo solicitante que es parte del Grupo de Supervisión y Control de Procesos (<https://diarium.usal.es/controlprocesos/>). Se ha trabajado en conjunto en la elaboración de recursos docentes para las asignaturas compartidas, y este material ha sido de utilidad en la elaboración de los vídeos. Además, se ha colaborado en la puesta a punto y diseño de experimentos en los equipos del Laboratorio de Automática de la ETSII de Béjar.

Respecto al grado de innovación de proyecto propuesto, en la USal se ha utilizado material audiovisual y laboratorios remotos para cubrir la parte práctica de las asignaturas del área técnica, especialmente durante el confinamiento por el Covid. En general, este material audiovisual ha sido elaborado siguiendo técnicas docentes tradicionales para trasladarlas directamente al entorno online, y no se encuentra disponible en un entorno abierto como YouTube.

En el caso de los vídeos elaborados y en desarrollo, no se propone un video de clase convencional. Se proponen vídeos cortos que muestren elementos de la vida cotidiana en el entorno de Salamanca y Béjar. A partir de un elemento, presentar un concepto. Se incluyen diagramas explicativos, anécdotas, curiosidades, ejemplos de situaciones cotidianas en las que están involucradas sistemas físicos que se

estudian en las asignaturas seleccionadas, o algunos de sus elementos, experimentos caseros, y referencias a la cultura pop, para ilustrar los conceptos que se introducen.

En la serie: Salamanca Eléctrica y Automática. Sistemas, se hace un recorrido por la Plaza de la Merced, la Plaza de Anaya y la Plaza Mayor, utilizando elementos como los jardines, las farolas, los conciertos que se están realizando para presentar la definición de un sistema, las variables involucradas, y las relaciones causa/efecto entre las entradas y salidas. Se incluyen demostraciones con elementos muy sencillos, como un juego didáctico de electricidad, y demostraciones con plantas de laboratorio para introducir esos conceptos. Se han presentado sistemas eléctricos, mecánicos, magnéticos e hidráulicos. Se introducen referencias a científicos conocidos como Michael Faraday, André-Marie Ampere y Hans Christian Ørsted.

Se utilizó un juego didáctico, con la intención de transmitir la sensación de cercanía, de que la ciencia es que se puede hacer en casa o en la calle, y que no está limitada a los laboratorios.

En la serie Béjar. Naturaleza e Ingeniería (En desarrollo). Se presenta una descripción de los sistemas reales relacionados con las plantas de laboratorio que se muestran. Por ejemplo, se hace referencia a Louis Pasteur y su contribución a la lucha contra los patógenos, como contexto para introducir la planta pasteurizadora. Se hace una descripción de las válvulas industriales antes de presentar el sistema de regulación de caudal.

## EJECUCIÓN DEL PROYECTO

### Diseño:

- En la parte de contenidos, se decidió que los vídeos pueden tener duración variable, pero no deben sobrepasar los 6 minutos, aunque dependiendo del sistema, pueden llegar a 10 min como máximo (Algunos sistemas son lentos, y se necesita más tiempo para mostrar su funcionamiento).
- Se distribuyen en series con explicaciones breves separando conceptos. Es decir, una lección típica de introducción a los sistemas (desde el punto de vista del modelado de sistemas físicos), incluye los temas de definición de sistemas, variables de entrada y salida, estados, definición de variable manipulada y perturbación, y parámetros del sistema. En esta propuesta, se han diseñado series de vídeos en donde se intenta presentar un concepto y/o un sistema por vídeo.

La serie Salamanca Eléctrica y Automática. Sistemas, incluye 8 vídeos (Hasta ahora) donde se presentan por separado los conceptos de:

- Sistemas. Relación causa/efecto entre entradas y salidas.
- Sistemas eléctricos. Elementos de un circuito R. Relación causa/efecto entre entradas y salidas.
- Sistema electromagnético. Elementos de un circuito RL. Relación causa/efecto entre entradas y salidas
- Variables manipulables. Usando como ejemplo el sistema eléctrico
- Perturbación. Sistema mecánico y magnético.
- Variable manipulable y perturbación. Sistema hidráulico (Depósito con bomba a la salida)
- Sistemas compuestos. Sistemas hidráulicos (Fuente en la Plaza de la Merced, regadera en un patio, sistema de control de nivel multivariable)
- Sistemas dinámicos

La serie Béjar. Naturaleza e Ingeniería. Presenta la descripción de los sistemas de control presentando por separado los conceptos de:

- Punto de operación. (Sistema de control de caudal y depósito con bomba a la salida)
- Sistema analógico y digital. (Utilizando la Pasteurizadora)
- Lazos de control. Nivel. Pasteurizadora

- Lazos de control. Temperatura. Pasteurizadora
- Lazos de control. Caudal. Sistemas de control de caudal

En esta serie, la descripción de los sistemas automáticos se lleva a cabo siguiendo este esquema, pero separando conceptos en los distintos vídeos.

- Funcionamiento del equipo (aprovechando las pantallas de laboratorio cuando se disponga de ellas)
- Principales elementos que componen los sistemas, fenómenos físicos que intervienen y relaciones matemáticas que describen el sistema.
- Modelado matemático, estudio del comportamiento mediante simulación del modelo, y validación con la planta real, cuando esté disponible.
- Automatización. Definición del problema de control, y descripción de los lazos de control.
- Se plantearán problemas alternativos, y se motivará a investigar sistemas análogos o variantes del sistema presentado.

Algunos de los vídeos están disponibles en un canal de YouTube, los que tienen cierto nivel de elaboración están abiertos al público general. Las grabaciones de las plantas y demostraciones que formarán parte de los vídeos por concluir, están colgadas en modo oculto, pero se puede acceder con el enlace.

Este era el cronograma propuesto, que no se ha seguido por las razones explicadas en el apartado relacionado con el alcance de los objetivos del proyecto

Septiembre-octubre 2021. Diseñar los vídeos para dos de los sistemas más sencillos (Péndulo y alternador). Determinar el tiempo y contenido óptimo para cada vídeo. Definir el contexto en el cual se ubicarán los sistemas, los principios físicos a explicar, los modelos a presentar.

Noviembre 2021. Elaborar la serie de vídeos para el sistema “Péndulo” y los ejercicios propuestos, para utilizarlo en la materia: Modelado y simulación.

Diciembre 2021. Elaborar la serie de vídeos para el sistema “Alternador” y los ejercicios propuestos, para utilizarlo en la materia: Electrónica y electrotecnia del grado en ingeniería química.

Enero 2021: Publicar el material desarrollado. Solicitar realimentación a los estudiantes. Implementación de mecanismos de evaluación.

Febrero 2021: Revisar y modificar el material desarrollado tomando en cuenta las recomendaciones de los estudiantes. Diseñar la serie de vídeos para los sistemas: Motores AC/DC y Planta Pasteurizadora, considerando los resultados anteriores.

Marzo 2021: Elaborar la serie de vídeos para los sistemas Motores AC/DC y Planta Pasteurizadora.

Elaborar un proyecto y ejercicios para la materia Electrónica y Electrotecnia del grado en ingeniería geológica, utilizando la serie de vídeos del sistema: “Alternador”.

Abril 2021: Utilizar la serie de vídeos de los sistemas: Motores AC/DC y Planta Pasteurizadora, como material de apoyo y para realizar ejercicios de análisis de casos de estudio en las asignaturas de Regulación Automática, Control Avanzado de Procesos y Sistemas Electrónicos y Automáticos.

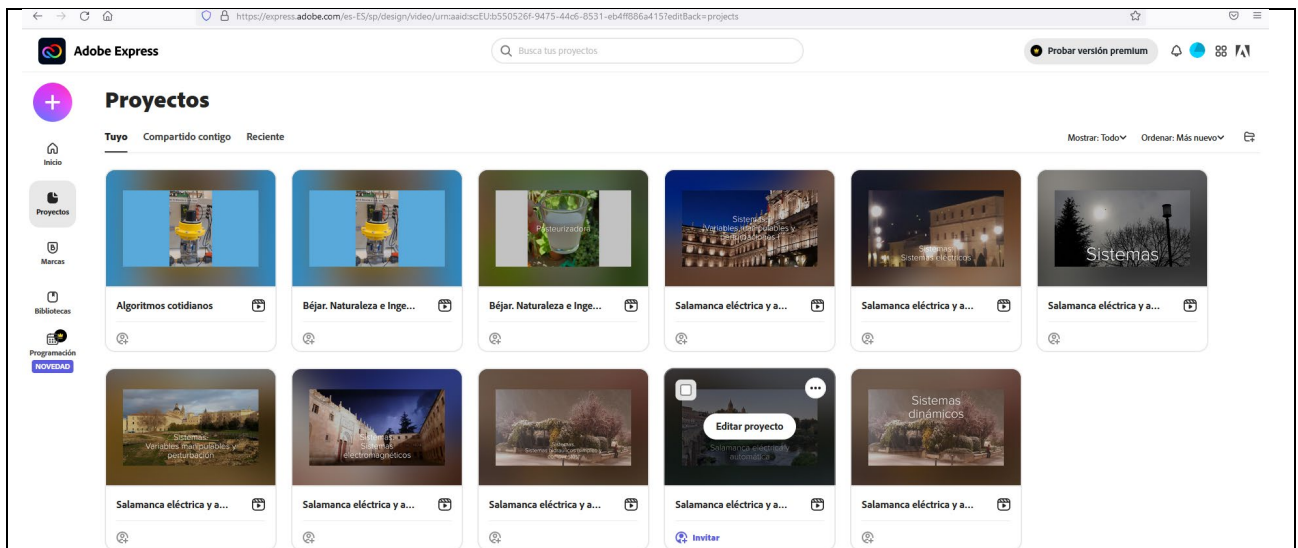
Mayo 2021: Publicar el material y aplicar los mecanismos de evaluación por parte de los estudiantes.

Junio 2021: Elaboración del informe final.

Además, al momento de ejecutar el proyecto, se ha puesto de manifiesto que no se puede seguir el orden propuesto. En este momento, se están elaborando los vídeos finales como proyectos de Adobe Express, se está concluyendo la serie Salamanca Eléctrica y Automática. Sistemas, para presentarla al público y recibir realimentación, antes del mes de septiembre.

Se espera completar los primeros vídeos de la serie Béjar. Naturaleza e Ingeniería a finales de julio, para publicarla en septiembre y recibir la realimentación en octubre.

Se utilizarán preguntas de verificación y los registros de YouTube, para determinar la cantidad de personas que visualizan los vídeos. Se enviarán los vídeos a personas ajenas al área de ingeniería y ciencia, para determinar si el contenido es accesible y ameno para estudiantes de bachillerato y la ESO.



Las etapas de evaluación del material por parte de los estudiantes y profesores que se realizarán en el 1er cuatrimestre del curso 2022-23.

Este proyecto, aún en ejecución, es beneficioso para la USal, y principalmente para la ETSII de Béjar porque introduce temas del área de ingeniería de una manera cercana, relacionándolo con el contexto cotidiano. Se podrá acceder libremente a los vídeos didácticos, por lo que, además de facilitar el proceso de aprendizaje de los estudiantes del centro y mejorar la disponibilidad de recursos online, puede despertar el interés de estudiantes externos en los temas abordados en los vídeos. En el caso de estudiantes de bachillerato, motivarlos a elegir carreras técnicas.

## RESULTADOS

Ejemplos de los vídeos publicados. Como es una serie, en la descripción del vídeo en YouTube se coloca en enlace al vídeo anterior y al vídeo siguiente por lo que se pueden seguir.

Salamanca Eléctrica y Automática. Sistemas:

[https://youtu.be/ulO8pk8tK\\_o](https://youtu.be/ulO8pk8tK_o)

Salamanca Eléctrica y Automática. Sistemas Eléctricos.

<https://youtu.be/qqs58JcxYxU>

Estos vídeos se encuentran en YouTube, pero sólo se puede acceder con enlace:

Demostraciones que se han grabado y vídeos explicativos realizados con los equipos del Laboratorio de Automática de la ETSII Béjar, que se van a incluir en las futuras series de vídeos.

Concepto de perturbación:

<https://youtu.be/631ANF9NQ5M>

<https://youtu.be/OYtmUrAd-Yg>

Sistema electromagnético (electroimán):

<https://youtu.be/nRwQtjma1G0>

Elementos de la planta pasteurizadora:

<https://youtu.be/c0YiZwyUz00>

Planta pasteurizadora y esquemas de control de la planta:

<https://youtu.be/1FS553fqBZM>

<https://youtu.be/HIfNSjAle2Y>

Descripción sistema de control de caudal:

[https://youtube.com/shorts/i\\_83fYwF\\_u8](https://youtube.com/shorts/i_83fYwF_u8)

Concepto de punto estacionario:

<https://youtu.be/hGY-AOMu4Wo>

<https://youtu.be/PaRniHospps>

Sistema de control de nivel multivariable:

<https://youtube.com/shorts/yFzSgfDOjbg>

Este es el presupuesto que se solicitó:

PRESUPUESTO ECONÓMICO	
(Cuando exista cofinanciación, deberán incluirse únicamente los conceptos que se solicitan con cargo a la presente convocatoria de innovación docente)	
CONCEPTO	IMPORTE (EUR)
Software elaboración de vídeos. Sparkol. Para incluir animaciones en los vídeos <a href="https://www.videoscribe.co/en/pricing">https://www.videoscribe.co/en/pricing</a>	715
Multímetro digital. Para los experimentos caseros, y para facilitar mediciones cuando no se esté grabando en el laboratorio. <a href="https://www.amazon.es/Mult%C3%ADmetro-inteligente-volt%C3%ADmetro-comprobador-retroiluminaci%C3%B3n/dp/B07QC3C1P9/ref=sr_1_18?dchild=1&amp;keywords=multimetro+digital+profesional&amp;qid=1625703385&amp;s=electronics&amp;sr=1-18">https://www.amazon.es/Mult%C3%ADmetro-inteligente-volt%C3%ADmetro-comprobador-retroiluminaci%C3%B3n/dp/B07QC3C1P9/ref=sr_1_18?dchild=1&amp;keywords=multimetro+digital+profesional&amp;qid=1625703385&amp;s=electronics&amp;sr=1-18</a>	60
Software edición de vídeos. Camtasia. Para la edición final de los vídeos (Ajustes de imagen, audio, recortes) <a href="https://www.techsmith.es/camtasia-precios.html">https://www.techsmith.es/camtasia-precios.html</a>	245
Actualización del Camtasia <a href="https://www.techsmith.es/camtasia-precios.html">https://www.techsmith.es/camtasia-precios.html</a>	50
Kit de electricidad y electromagnetismo (Incluye imanes, conexiones y accesorios para hacer experimentos en ambientes distintos de los laboratorios) <a href="https://www.amazon.es/dp/B07N19VC8L/ref=sspa_dk_detail_0?psc=1&amp;pd_rd_i=B07N19VC8L&amp;pd_rd_w=F7wBA&amp;pf_rd_p=23fc7af5-9da6-496e-8a28-b97d2a530253&amp;pd_rd_wg=BNI7u&amp;pf_rd_r=TQJTVS0DZQ03KPG6MZX8&amp;pd_rd_r=5020023b-b50b-4f26-80ab-3cc4b194a082&amp;spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUFDRTFWVTdPSFVHV1MmZW5jcnlwdGVkSWQ9QTA0ODkyMjczQUVUWDVTUDBUWlI0JmVuY3J5cHRlZEFkSWQ9QTA0Mzi3NzA">https://www.amazon.es/dp/B07N19VC8L/ref=sspa_dk_detail_0?psc=1&amp;pd_rd_i=B07N19VC8L&amp;pd_rd_w=F7wBA&amp;pf_rd_p=23fc7af5-9da6-496e-8a28-b97d2a530253&amp;pd_rd_wg=BNI7u&amp;pf_rd_r=TQJTVS0DZQ03KPG6MZX8&amp;pd_rd_r=5020023b-b50b-4f26-80ab-3cc4b194a082&amp;spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUFDRTFWVTdPSFVHV1MmZW5jcnlwdGVkSWQ9QTA0ODkyMjczQUVUWDVTUDBUWlI0JmVuY3J5cHRlZEFkSWQ9QTA0Mzi3NzA</a>	50

<a href="https://www.amazon.es/dp/B00KQPGRRE?tag=Podcastinsi05-21&amp;geniuslink=true">yNFBHVVBTEJMT0cmd2lkZ2V0TmFtZT1zcF9kZXRhaWxfdGhlbWF0aWMmYWN0aW9uPWNsaWNrUmVkaXJlY3QmZG9Ob3Rmb2dDbGljaz10cnVl</a>	
<p>Personal que preste servicio de ayuda de edición de los vídeos</p> <p>El proceso de edición de los vídeos es simple, pero toma mucho tiempo. Siempre debe ser supervisado por los integrantes del equipo para garantizar que se cumplan los objetivos didácticos, pero sería de gran ayuda, y agilizaría el proceso, disponer de una persona con conocimientos del tema que colabore en la grabación y edición de los vídeos.</p>	2230
<p>Micrófono. Aunque la convocatoria no contempla la compra de material audiovisual, se necesitan micrófonos para realizar los vídeos. Es importante captar bien el sonido.</p> <p><a href="https://www.amazon.es/dp/B00KQPGRRE?tag=Podcastinsi05-21&amp;geniuslink=true">https://www.amazon.es/dp/B00KQPGRRE?tag=Podcastinsi05-21&amp;geniuslink=true</a></p>	149
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>3500 eur</b>

No se concedió financiación para realizar el proyecto. El juego didáctico para realizar las demostraciones se compró con fondos propios (personales). También se compró una cámara, pero las grabaciones realizadas hasta ahora se han hecho con el móvil.

Se ha usado el programa Adobe Express para editar los vídeos, pero no está disponible la versión profesional. Sería interesante disponer de una herramienta que permita introducir efectos y animaciones en los vídeos. También sería necesario, alguien que ayude a hacer las grabaciones, porque el equipo ha trabajado como diseñador artístico, camarógrafo y editor de los vídeos, además de diseñar la parte relacionada con los conceptos y materias.