



ELEMENTOS AUDIOVISUALES REUTILIZABLES COMO RECURSO DE APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS EN INGENIERÍA

Experiencia basada en la docencia de matemáticas en grados de ingeniería

Use of reusable audiovisual elements as means to improve learning of Mathematics in Engineering. Experience based on teaching mathematics in engineering degrees

ANA CASANUEVA VICENTE ¹, JOAQUÍN BEDIA JIMÉNEZ ¹, CARMEN SORDO GARCÍA ¹

¹ Universidad de Cantabria, Spain

KEYWORDS

Multimedia contents
Reusable learning object
Kaltura
Mathematics
Engineering
Self-learning
E-learning

ABSTRACT

After the COVID-19 pandemic, learning content virtualization has been promoted by educational institutions, leading to the development of audiovisual resources to support teaching. These materials often consist of videos of variable duration envisaged as a complement to other training strategies in order to facilitate the acquisition of specific learning contents. This work presents a collaborative experience among teachers for audiovisual content generation, tailored to the specific contents of different math-related basic subjects in five different engineering degrees at the University of Cantabria.

PALABRAS CLAVE

Contenidos multimedia
Objetos de Aprendizaje
reutilizables
Kaltura
Matemáticas
Ingeniería
Aprendizaje autónomo
E-learning

RESUMEN

Tras la pandemia de la COVID-19 se empezó a potenciar el proceso de virtualización de contenidos de aprendizaje, que ha dado lugar al desarrollo de materiales audiovisuales de apoyo a la docencia. Estos materiales son a menudo vídeos de duración variable diseñados para complementar las estrategias tradicionales de formación y facilitar la adquisición de algunos contenidos de la materia curricular. El presente trabajo presenta una experiencia colaborativa entre docentes para la introducción de materiales audiovisuales como recursos para la educación universitaria de asignaturas de matemáticas básicas en cinco Grados de distintas ingenierías de la Universidad de Cantabria.

Recibido: 01/ 08 / 2022

Aceptado: 12/ 10 / 2022

1. Introducción

La experiencia del final del curso 2019-2020, en la que la impartición tradicional de la docencia de forma presencial en la Universidad se vio drásticamente trasladada al contexto virtual debido a las circunstancias que rodearon la crisis de la COVID-19, ha puesto de relieve la necesidad de crear recursos docentes asíncronos de calidad asociados a contenidos específicos de cada asignatura. Más allá de situaciones excepcionales como la causada por este virus, dichos recursos pueden también incorporarse como material de apoyo durante la docencia presencial, pues la experiencia de la crisis de la COVID-19 nos ha demostrado que permiten un mejor aprovechamiento del tiempo de estudio por parte de los alumnos.

En este trabajo se describe la experiencia de un equipo docente de asignaturas de matemáticas (Álgebra, Cálculo y Estadística en distintos grados de ingeniería) de la Universidad de Cantabria a la hora de introducir estos recursos en la actual metodología docente de las asignaturas implicadas. De esa forma se pretendía favorecer modalidades de formación más flexibles y abiertas, centradas en el estudiante y en sus hábitos y necesidades. Asimismo, cabe resaltar cómo la adaptación de los estudios universitarios al marco del Espacio Europeo otorga un peso importante a las tutorías y al aprendizaje autónomo por parte del alumno, aspectos que también se tratan a través de la implantación de esta metodología.

La producción de elementos audiovisuales para la enseñanza se ha convertido en un recurso didáctico de creciente utilización y gran implantación en nuestros días, cuyo apropiado uso puede redundar en una significativa mejora del rendimiento académico de los alumnos (ver p. ej. Jensen *et al.*, 2018). Resulta difícil imaginar que algún alumno no conozca plataformas como Vimeo o YouTube o que incluso no las haya utilizado en algún momento de su formación académica para el acceso a información y recursos en relación con los contenidos de algunas de sus asignaturas. Estos avances han supuesto indudablemente un replanteamiento de la orientación y la metodología en la cotidianidad de muchas instituciones educativas (Marcelo y Estebanz, 2001) incluyendo, por supuesto, el ámbito universitario.

En este contexto de evolución de la enseñanza, el proceso de virtualización de contenidos de aprendizaje ha dado lugar al desarrollo de un nuevo género audiovisual, bautizado como “píldoras formativas”, “píldoras docentes” (Valderrama *et al.*, 2009) o “píldoras de conocimiento” (Maceiras *et al.*, 2010), así como las llamadas “micropíldoras”. Las píldoras formativas se definen como pequeñas piezas de material didáctico de entre 5 a 15 minutos concebidas como objetos de aprendizaje de contenido audiovisual y diseñadas para complementar las estrategias tradicionales de formación y facilitar la comprensión de algunos aspectos de la materia curricular que presentan una mayor dificultad de comprensión para los estudiantes, ya sea por su hondura conceptual como por su complejidad instrumental (Bengoechea, 2011). Las micropíldoras, con una duración más corta (no más de 1 minuto), combinan imágenes simples con un lenguaje sencillo, con objeto de transmitir y difundir conocimiento de forma sintética a través de la explicación de un concepto o una idea (Sosa y Mendoza, 2012). Ambos recursos digitales están concebidos como lecciones magistrales breves en formato vídeo y son varias las experiencias de aplicación que demuestran su utilidad en la mejora del aprendizaje de los alumnos (Abia *et al.*, 2019; del Casar y Herradón, 2011; Ronchetti, 2010; Sosa y Mendoza, 2012). Además, estos materiales permiten que el alumno revise de manera asíncrona los contenidos desarrollados en el aula, tantas veces como sea necesario. En base a todo ello y teniendo en cuenta las opiniones recogidas de los alumnos a través de una encuesta inicial, se planteó la creación de distintos tipos de material audiovisual como herramientas de apoyo a la docencia y al trabajo autónomo del alumno en las asignaturas de Matemáticas básicas de grado implicadas (ver Sec. 2).

Por otro lado, en el desarrollo de las asignaturas participantes se emplean entornos de programación open-source (Maxima, Octave, R), a los que la mayoría de los alumnos de primeros cursos se enfrentan por primera vez. El desarrollo de contenidos apoyándose en estos lenguajes se lleva a cabo en entornos gráficos desconocidos para ellos. La falta de familiaridad del alumno con dichos entornos resulta, en ocasiones, una dificultad añadida a la propia asimilación del nuevo lenguaje que conlleva un esfuerzo importante, tanto por parte del alumno como del profesor, para el desarrollo satisfactorio de las sesiones prácticas de laboratorio, especialmente en el primer curso. El presente estudio pretende mejorar también esta situación mediante la creación de materiales audiovisuales, que permitan a los alumnos de forma autónoma introducirse en el manejo de estos entornos, así como favorecer la implementación de metodologías de aprendizaje en las que los alumnos puedan preparar de forma autónoma parte de los contenidos a tratar en las sesiones prácticas de laboratorio con antelación. Se busca así fomentar la capacidad de autoaprendizaje de los alumnos y permitir al profesor concentrar sus esfuerzos en ampliar y reforzar los contenidos más conceptuales de la práctica, al reducir el tiempo necesario para explicar en clase los aspectos puramente mecánicos derivados de la escasa experiencia del alumno trabajando en el nuevo entorno. En este sentido, está documentada la mejora de los resultados académicos en las prácticas de laboratorio por parte de grupos de alumnos que utilizan vídeos como material de apoyo frente a los que no lo han hecho, verificando una clara correlación entre la mejora en la adquisición de conocimientos objetivos y de habilidades de uso de instrumentación (ver p. ej.: del Casar y Herradón, 2011; Román Gallego, 2011). Además, dado que en ocasiones las prácticas de laboratorio son de carácter no recuperable, la disponibilidad de estos videotutoriales permitiría a aquellos alumnos que, por alguna circunstancia, no hayan podido seguir la práctica de manera presencial, no

perder la oportunidad de avanzar con los contenidos de laboratorio y poder ser evaluados al igual que el resto de sus compañeros.

En todas las asignaturas implicadas, los contenidos son bastante estables a lo largo de sucesivos cursos, por lo que los vídeos (típicamente con explicaciones teóricas y resolución de problemas) pueden ser reutilizados posteriormente. Esta es una forma muy eficiente, desde un punto de vista económico y de esfuerzo, de generación de contenidos docentes de calidad compartidos (Ronchetti, 2010). En este contexto, los contenidos audiovisuales propuestos se catalogan como Objetos de Aprendizaje Reutilizables (OAR), que se conciben como un paradigma de buenas prácticas en la pedagogía moderna (del Casar y Herradón, 2011) y que, de manera esencial, deben cumplir los siguientes requisitos básicos (Polsani, 2003):

- Accesibilidad. El recurso debe estar debidamente etiquetado con metadato para su almacenamiento y búsqueda en una base de datos.
- Reusabilidad. Una vez creado, un OAR debe funcionar en diferentes contextos de instrucción.
- Interoperabilidad: el OAR debe poder ser utilizado independientemente de la plataforma empleada para su difusión.

En este contexto, la plataforma YouTube permite el acceso a vídeos desde cualquier navegador, además de poder embeberlos en otras plataformas, como es el caso de Moodle (ya implantado en las asignaturas implicadas). Por otra parte, la posibilidad de inclusión de metadatos en el propio vídeo garantiza las condiciones necesarias de almacenamiento y búsqueda en bases de datos, así como el adecuado reconocimiento de los derechos de autoría.

En definitiva, son múltiples las ventajas de la introducción de estos formatos audiovisuales como recurso para la educación, ya que además de posibilitar que el alumno revise de manera asíncrona los contenidos desarrollados en el aula, constituyen un recurso de gran facilidad de acceso y reproducción y fácil generación y edición (del Casar y Herradón, 2011). Todo ello permite que el profesorado pueda también atender a la demanda de los alumnos de determinados contenidos de manera muy flexible. Además, dado su formato relativamente breve (preferiblemente no más de 15 minutos), favorece el mantenimiento de la atención por parte del alumno y la posibilidad de adecuar la velocidad del desarrollo de los contenidos a su propio ritmo de estudio, siendo por ello un apoyo de probada valía en el trabajo autónomo del alumno (Arnáiz Uzquiza *et al.*, 2020).

El presente trabajo tiene su origen en la potenciación y desarrollo de estrategias colaborativas entre el profesorado, involucrando a siete profesores del mismo área de conocimiento decididos a innovar su actividad docente mediante la creación de contenidos audiovisuales compartidos y la explotación de las ventajas que estos ofrecen en el aprendizaje de las matemáticas para mejorar el rendimiento de los alumnos. La incorporación de esta metodología pretende así dar continuidad a las opiniones de los estudiantes recogidas en la última parte del curso 2019-2020 en cuanto a su predilección por los elementos audiovisuales, fomentando en el aula actividades de enseñanza virtual. La creación de material audiovisual abarca las píldoras formativas y micropíldoras de aprendizaje, para cubrir contenidos tratados en el aula relacionados con la teoría y los ejercicios, así como videotutoriales de prácticas relacionados con entornos de computación específicos en las prácticas de laboratorio, que sirvan como apoyo del trabajo autónomo del alumno. Todos los contenidos audiovisuales propuestos se conciben como Objetos de Aprendizaje Reutilizables, de manera que en su diseño se tiene en cuenta los criterios de accesibilidad, reusabilidad e interoperabilidad. En última instancia, estos materiales han pasado a formar parte de un repositorio de recursos educativos que se irá engrosando y perfilando de forma incremental a lo largo de cursos sucesivos, aumentando de esta manera el grado de transferencia del material generado a otras asignaturas de matemáticas de la propia Universidad de Cantabria así como a otras instituciones docentes.

2. Objetivos

Los objetivos principales de la metodología descrita en este trabajo son:

- La implantación de actividades de aprendizaje innovadoras en el ámbito de la docencia de asignaturas de matemáticas, en concreto, favorecer el aprendizaje autónomo del alumnado y utilizar métodos innovadores que fomenten su participación mediante metodologías activas, fomentar y analizar el uso innovador de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) y de las Aulas Virtuales en la docencia, diseñar y elaborar material docente innovador para la docencia y desarrollar estrategias colaborativas entre el profesorado que enriquezcan la actividad docente en el aula y favorezcan la adquisición de conocimientos y competencias transversales.
- La búsqueda de mejoras del diseño y desarrollo de la docencia semipresencial y autónoma.
- El desarrollo de la innovación docente apoyada en Recursos Educativos Abiertos, principalmente a través del diseño y elaboración de recursos educativos abiertos y mediante la aplicación en el aula de iniciativas que fomenten su uso por parte del alumnado, así como el respeto por los derechos de autor.

Esos objetivos se traducen en los siguientes objetivos específicos de cara a mejorar el aprendizaje de las matemáticas:

- Dar un apoyo adicional a estudiantes que tienen dificultades en el seguimiento de las clases en el aula (p. ej. alumnos con déficit de atención u otros tipos de necesidades especiales o discapacidades). Si bien

las tutorías son indispensables para proporcionar ese apoyo extra al alumno que lo necesite, la creación de contenidos audiovisuales puede contribuir de manera importante a reforzar el estudio autónomo, permitiendo al alumnado revisar conceptos no asimilados cuantas veces necesite y en los momentos óptimos para el estudio que el estudiante elija. Esto repercutirá positivamente en competencias básicas como la del trabajo autónomo por parte del alumno y la mejora en la autogestión del tiempo dedicado al estudio.

- Ayudar a estudiantes que por causas excepcionales pierden clases, a recuperar el tiempo perdido y mantener un seguimiento de los contenidos impartidos presencialmente. De esta manera se pretende dar un mejor apoyo a los alumnos que no pueden asistir a las clases puntualmente, y que en la actualidad deben solicitar tutorías y apoyarse en los libros de texto y apuntes de sus compañeros. A partir de ahora contarán con un elemento adicional de estudio que les permita ponerse al día con mayor facilidad.
- Proporcionar a los estudiantes un medio para revisar contenidos clave de la asignatura (teóricos y prácticos) y revisar sus apuntes. Hasta la fecha, el único modo de revisar los apuntes (a menudo contienen erratas e imprecisiones), es cotejarlos con los de sus compañeros o preguntar directamente al profesor cuando hay dudas sobre la información recogida. Con el desarrollo de contenidos audiovisuales, se espera mejorar este aspecto al permitir al alumno volver a revisar contenidos en el momento que lo decida para comprobar sus apuntes, o corregir posibles errores al copiar ejercicios de la pizarra durante la clase.
- Mejorar el rendimiento de los alumnos en los laboratorios de prácticas relacionados con distintos entornos de computación (Maxima, R, Octave), mediante videotutoriales que faciliten la familiarización de los alumnos con los mismos y el trabajo autónomo.

Es importante destacar que los contenidos multimedia en ningún caso han de suplir la formación y docencia presencial. Sin embargo, pueden servir en condiciones excepcionales, como la vivida durante la pandemia de la COVID-19, para reforzar las clases magistrales siendo en estas circunstancias una herramienta de aprendizaje especialmente útil para los alumnos.

La implantación de la metodología se llevó a cabo durante el curso 2021-2022 por varios profesores del departamento de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación de la Universidad de Cantabria que imparten docencia de Matemáticas básicas en los dos primeros cursos en distintas Ingenierías. En particular, los alumnos destinatarios fueron los de las asignaturas y titulaciones recogidas en la Tabla 1.

Tabla 1. Asignaturas objeto de la metodología. Número de alumnos correspondiente al curso 2021-2022.

Asignatura	Titulación	Curso	Número de alumnos
Álgebra	Grado en Ingeniería Química	1º	71
Álgebra Lineal y Geometría	Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos	1º	29
Álgebra y Geometría	Grado en Ingeniería Civil	1º	41
Estadística	Grado en Ingeniería Química	2º	53
Estadística	Grado en Ingeniería Civil con Mención en Construcciones Civiles	1º	46
Cálculo	Grado en Ingeniería Civil	1º	44
Cálculo	Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos	1º	26
Ampliación de Matemáticas	Grado en Ingeniería de los Recursos Mineros y Energéticos	2º	24
Cálculo II	Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación	1º	78

Fuente: Elaboración propia.

3. Metodología

3.1. Encuesta de opinión

Tomando como base la experiencia de docencia virtual llevada a cabo durante la crisis de la COVID-19, se elaboró una encuesta que recogía la opinión de los alumnos acerca de las distintas metodologías utilizadas en la adaptación de la docencia presencial a la virtual, cuál de ellas consideran que fue más útil para su aprendizaje, cuáles le permitieron una mayor libertad en el desarrollo de las actividades propuestas, cuáles supusieron mayor carga de

trabajo, etc. Además, se incluyó un conjunto de preguntas relacionadas con el tipo de contenido, duración de los vídeos, plataformas usadas para compartir ese material, etc.

La encuesta se realizó a los alumnos de las asignaturas de la Tabla 1. El análisis de los resultados de esta encuesta permitió tener una primera visión sobre la experiencia de docencia virtual sobrevenida en el final del curso 2019-2020 y valorar qué recursos docentes han sido mejor valorados por los estudiantes en su aprendizaje. También se esperaba que ayudara a determinar el nivel de aceptación de los alumnos al uso de recursos audiovisuales como recurso de apoyo en las clases.

La encuesta estuvo formada por 11 preguntas, que se incluyen en el Anexo 1.

3.2. Coordinación e identificación de contenidos

El siguiente paso de la metodología consistió en identificar los contenidos más relevantes de cada asignatura que, por su naturaleza puedan ser adaptados a través de un recurso audiovisual, y por su trascendencia y/o complejidad, podrían necesitar un refuerzo por parte del profesor para su estudio autónomo por parte del estudiante.

Se estableció un índice de estos contenidos por orden de impartición de las materias, para dar una idea del número de vídeos a realizar y su temporalización a lo largo del curso de cara a su posterior producción. Además se elaboró un guión para cada uno de los contenidos seleccionados que incluía una lista de elementos prioritarios y una estimación de la duración del vídeo, teniendo en cuenta que preferiblemente no debería superar los 15 minutos con el fin de favorecer la atención del alumno.

También se realizó una búsqueda de recursos audiovisuales en abierto ya disponibles en la red que cumplieran con los criterios establecidos. En el caso de no encontrarse o no resultar adecuados, se decidió qué contenidos es más conveniente elaborar como píldoras formativas, cuáles como micropíldoras y cuáles como videotutoriales.

Dentro de esta fase de coordinación, también se valoró la plataforma de streaming a utilizar (Youtube, PeerTube, etc.) y el modelo de metadato apropiado común para la edición audiovisual de todos los contenidos.

3.3. Producción audiovisual de contenidos

De acuerdo a la selección de contenidos y criterios establecidos en la fase anterior, se llevó a cabo la producción audiovisual de contenidos por parte del profesorado implicado teniendo en cuenta el formato más adecuado y los criterios de accesibilidad, reusabilidad e interoperabilidad que deben seguir todo objeto de aprendizaje reutilizable.

En la producción de contenidos se emplearon herramientas open-source (OBS, ScreenCast-O-Matic,...) y herramientas como una tableta gráfica para el desarrollo de ejemplos, ejercicios, demostraciones, etc. sobre pizarra digital.

3.4. Publicación del contenido audiovisual

El equipo docente centró su esfuerzo en la búsqueda de recursos audiovisuales en abierto y ya disponibles en la red que abarcaran la selección de contenidos de las asignaturas implicadas y que además cumplieran con los objetivos buscados del proyecto. En paralelo se trabajó en la búsqueda de la plataforma de streaming más adecuada para la publicación de los vídeos creados. Dado que todas las asignaturas implicadas en este estudio tienen asociado un curso en la plataforma Moodle, se decidió desde el comienzo embeber los vídeos en esta plataforma para cada una de las asignaturas. En este caso, se optó inicialmente por YouTube como mejor opción para publicar los vídeos, ya que permite una mayor flexibilidad y facilidad de uso. Se consideraron también otras como PeerTube, una plataforma de vídeo federada, descentralizada, gratuita y de código abierto, que utiliza tecnología peer-to-peer para reducir la carga en servidores individuales al ver videos, pero con el inconveniente de que en las diferentes instancias de la plataforma abiertas para uso educativo se encontraban otro tipo de materiales no académicos.

Finalmente, la integración de la herramienta Kaltura en la plataforma Moodle de la Universidad de Cantabria supuso la selección de esta herramienta como la mejor alternativa para la publicación de los vídeos. Kaltura está plenamente integrada en Moodle y permite realizar, editar y almacenar vídeos y archivos multimedia, así como gestionarlos desde los cursos del profesor permitiendo además la gestión compartida entre asignaturas, un aspecto muy relevante en el marco de esta metodología en que participan asignaturas afines que se imparten en diferentes grados. Adicionalmente, Kaltura permite la introducción de puntos de interacción en los vídeos de manera sencilla, ampliando las posibilidades de los vídeos que pueden además jugar un papel como elementos de auto-evaluación. Este último aspecto constituye una ventaja frente a la plataforma YouTube seleccionada inicialmente ya que, aunque se adapta bien a las necesidades iniciales del proyecto, no permite la inclusión de cuestionarios interactivos. Por otra parte, la posibilidad de una fácil inclusión de metadato en el propio vídeo garantiza las condiciones necesarias de almacenamiento y búsqueda en bases de datos, así como el adecuado reconocimiento de los derechos de autor.

3.5. Evaluación del uso e impacto de los materiales publicados

Finalmente, es importante realizar un seguimiento y evaluación del impacto que la generación de los nuevos contenidos ha tenido en el modo de trabajar y asimilar la materia por parte del alumno. La percepción de los alumnos puede ser subjetiva, aunque a través de encuestas adecuadamente diseñadas son ellos al final los mejores jueces para valorar su grado de satisfacción, lo que nos permitirá obtener una retroalimentación sobre cómo los alumnos valoran la puesta en práctica de una innovación metodológica (Prieto *et al.*, 2020). Para este fin, se analizaron dos fuentes de información:

- Las propias estadísticas de participación facilitadas por el sitio Moodle de la asignatura a través del cual se accede a los contenidos multimedia.
- Elaboración de un cuestionario on-line de evaluación de la metodología, común a todas las asignaturas. El cuestionario estuvo formado por 9 preguntas, la mayoría de elección múltiple, en las que se permite una única respuesta en base a una escala de Likert, que se detallan en el Anexo 2.

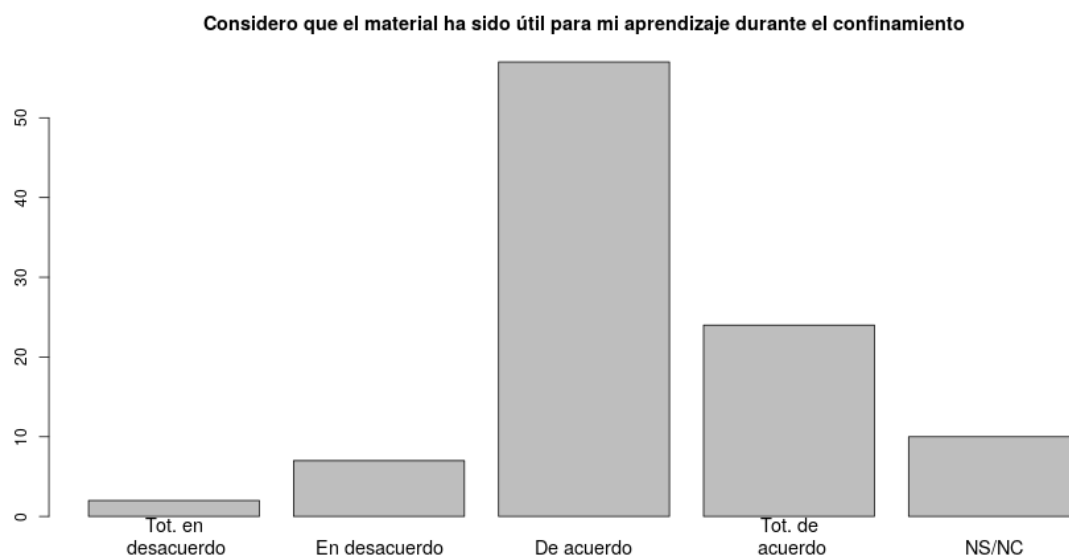
Ambas fuentes de información se analizaron para elaborar un informe final sobre el impacto de la iniciativa en la experiencia de aprendizaje del alumno en las asignaturas de Matemáticas en estudios de ingeniería.

4. Resultados

4.1. Encuesta de opinión

La encuesta de opinión sobre la experiencia de docencia virtual sobrevenida en el final del curso 2019-2020 (ver Sec. 3.1 y Anexo 1) cuenta con un centenar de respuestas completas, que han permitido extraer algunas conclusiones valiosas de cara al desarrollo de la metodología. El 81% de los alumnos están “de acuerdo” o “totalmente de acuerdo” con la afirmación “Considero que el material audiovisual utilizado en las asignaturas ha sido útil para mi aprendizaje.” (pregunta 5, Fig.1). Destacan entre las metodologías más útiles (pregunta 3) los vídeos elaborados por el profesor (33%) y las clases síncronas (clases presenciales online con el profesor, 27%). El 72% de los alumnos que respondieron la encuesta identificaron las píldoras (duración entre 5 y 15 minutos) como los tipos de vídeos más utilizados (pregunta 6). Además, la mayoría de los materiales audiovisuales se dedicaron a la resolución de problemas, algunos a explicaciones teóricas y casi ninguno manejo de software (pregunta 8).

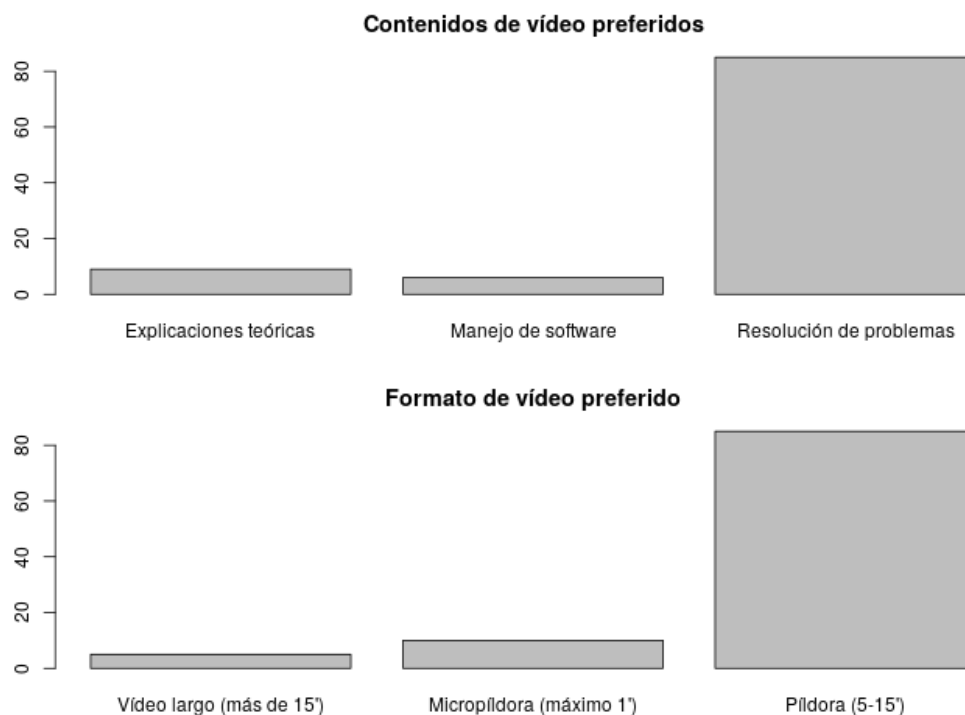
Figura 1: Respuesta a la pregunta 5 de la encuesta inicial de opinión respondida por los alumnos.



Fuente: Elaboración propia.

De la encuesta también se extrajeron conclusiones interesantes de cara a la preparación de los vídeos en el marco de la metodología propuesta. Por ejemplo, la mayoría de los alumnos (85%) prefiere que los contenidos de los vídeos sean resolución de problemas, frente al 9% que prefiere las explicaciones teóricas y el 6% el manejo de software (pregunta 9, Fig. 2 panel superior). También se observó la preferencia mayoritaria por el formato “píldora” (vídeos de entre 5 y 15 minutos de duración, 85% de los alumnos) frente a la escasa preferencia de videotutoriales de más de 15 minutos (5%, Fig. 2 panel inferior).

Figura 2: Respuesta a las preguntas 9 y 10 de la encuesta inicial de opinión respondida por los alumnos.



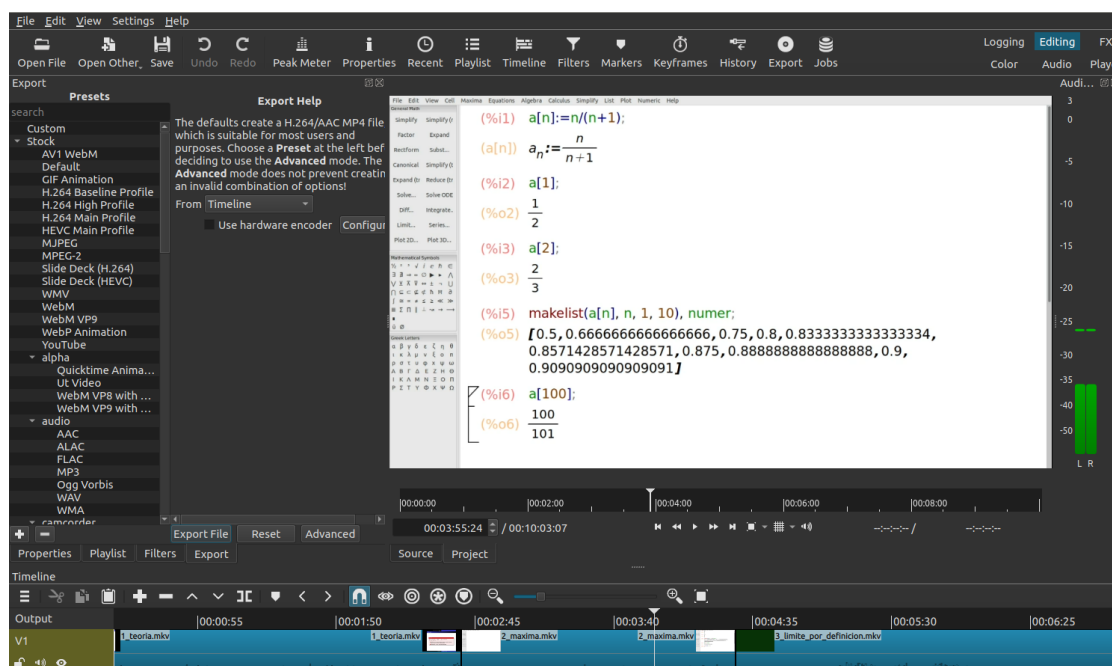
Fuente: Elaboración propia.

4.2. Selección de contenidos, producción audiovisual y publicación de los vídeos

A partir de la encuesta y de varias reuniones intermedias de coordinación, el equipo docente definió una serie de contenidos para ser tratados inicialmente, y que fueron ampliándose a lo largo del curso. La propuesta y selección de contenidos se realizó sobre un documento interno compartido por los profesores involucrados. Para ello, se recogieron tanto propuestas propias del equipo docente como algunas sugerencias realizadas por los propios alumnos en cuanto a la inclusión de contenidos específicos. Para dar una idea aproximada de la selección realizada, se identificaron más de 40 contenidos para ilustrar mediante vídeos, de los cuales finalmente se publicaron alrededor de 30 en el primer curso de implantación de la metodología. Ocho de estos contenidos son recursos externos (vídeos preexistentes para enlazar). Se espera que ese número siga incrementándose en los cursos siguientes, considerando las opiniones recogidas de los alumnos a través de la encuesta de evaluación (Sec. 3.5).

El uso de estos recursos audiovisuales en el aula se fue adaptando al ritmo de producción y de la demanda de contenidos específicos por parte de algunos alumnos. A lo largo del curso, el equipo docente logró adquirir experiencia con el manejo del software para la creación y edición de contenido multimedia. En dicha fase de producción se optó en la medida de lo posible por herramientas de software libre. En particular, se emplearon las herramientas de grabación del programa OBS y su posterior edición con Shotcut u OpenShot. A modo de ejemplo, se muestra una imagen del entorno de Shotcut para la edición de uno de los vídeos elaborados (Figura 3).

Figura 3. Edición de un vídeo para ensamblaje de escenas mediante Shotcut.



Fuente: Elaboración propia.

Todos los vídeos se embebieron en el Moodle de las distintas asignaturas, a través de la herramienta Kaltura, que ha sido recientemente integrada en la plataforma Moodle de la Universidad de Cantabria (Sec. 3.4).

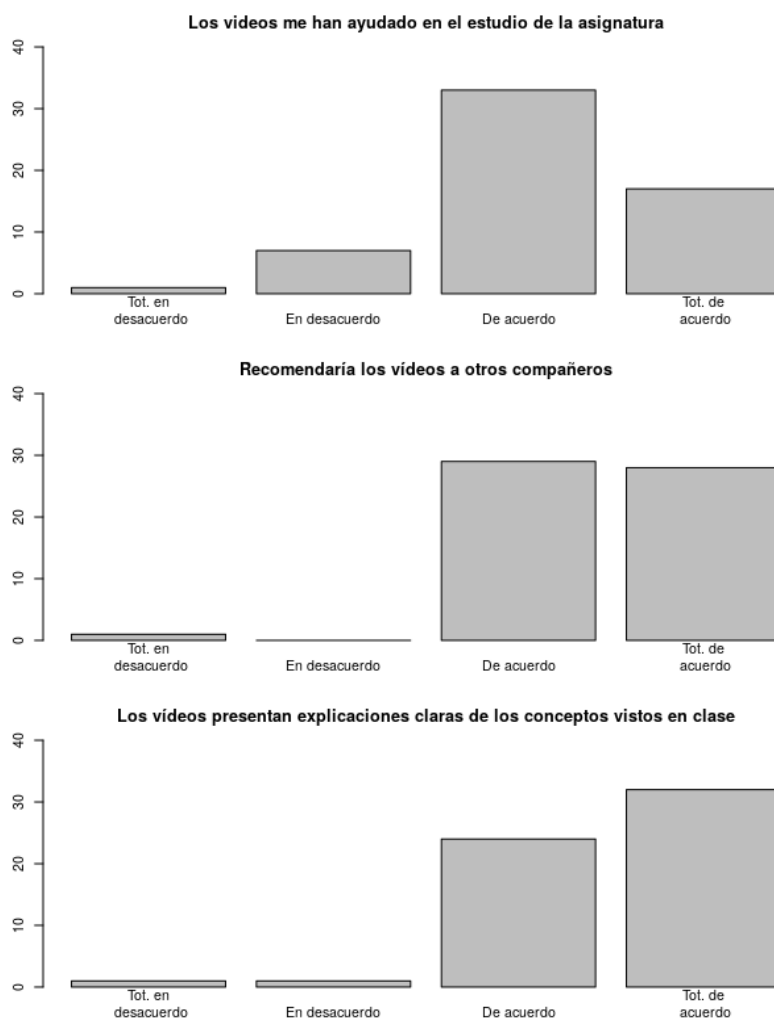
4.5. Evaluación del uso e impacto de los materiales publicados

Con el fin de evaluar el uso e impacto de los materiales publicados, el equipo docente analizó los resultados del cuestionario para evaluar el impacto de esta iniciativa en el aprendizaje de los alumnos en las asignaturas de matemáticas (ver Sec. 3.5 y Anexo 2).

La gran mayoría de los alumnos encuestados muestra su satisfacción por la inclusión de los vídeos como material didáctico de las asignaturas, si bien no todos han respondido al cuestionario (63 respuestas recogidas), ya que la participación en la encuesta se propuso como opcional a través de Moodle. Además, el tamaño de muestra efectivo para el análisis de las preguntas que tratan sobre valoración de los contenidos se redujo a 58 ya que se descartaron de antemano aquellas encuestas que afirman no haber visto ninguno de los vídeos preparados.

Ante la afirmación “En general estoy satisfecho con la inclusión de vídeos como material didáctico”, el 98% está “de acuerdo” o “totalmente de acuerdo”. Además, el 97% de los encuestados afirma estar “de acuerdo” o “totalmente de acuerdo” con que “Los vídeos presentan explicaciones claras de los conceptos vistos en clase” (Figura 4, panel inferior), lo que permite concluir que la metodología empleada es adecuada y que se cumple el objetivo de generar materiales útiles para el aprendizaje. Este aspecto también queda recogido en la pregunta: “Los vídeos me han ayudado en el estudio de los contenidos de la asignatura”, en la que el 86% de los alumnos declaran estar “de acuerdo” o “totalmente de acuerdo” (Figura 4, panel superior). Prácticamente la totalidad de los alumnos recomendarían ver los vídeos a otros compañeros (Figura 4, panel intermedio), así como disponer de vídeos como recurso didáctico en otras asignaturas de la titulación (más del 98% están “de acuerdo” o “totalmente de acuerdo” con esta afirmación).

Figura 4: Respuestas a las preguntas 6, 3 y 4 de la encuesta de valoración respondida por los alumnos.



Fuente: Elaboración propia.

5. Discusión

El proceso de generación de materiales audiovisuales supuso un gran esfuerzo para el equipo docente, desde la identificación de los contenidos a desarrollar, hasta la elección de la plataforma de publicación pasando por el aprendizaje y manejo del software de edición y del hardware necesario para obtener resultados satisfactorios (p. ej. micrófonos adecuados y tabletas gráficas). Con todo, uno de los principales retos para el equipo docente fue familiarizarse con los programas de creación y edición de vídeo.

La integración de la herramienta Kaltura en el Moodle de la Universidad de Cantabria facilitó enormemente el paso de publicación de los vídeos, ya que de esta manera se evitaba depender de plataformas externas al entorno universitario. Kaltura permite realizar, editar y almacenar vídeos y archivos multimedia, así como gestionarlos desde los cursos del profesor. Dicha gestión incluye la administración de permisos para poder compartir los vídeos creados en cursos de otros profesores distintos del creador/propietario del recurso. Este aspecto permite optimizar el desarrollo colaborativo de colecciones temáticas de recursos multimedia de carácter transversal al área de matemáticas en la Ingeniería, además de compartir recursos entre las diferentes asignaturas que participan en esta metodología. Adicionalmente, Kaltura permite la introducción de puntos de interacción en los vídeos de manera sencilla mediante el recurso de Moodle Kaltura Quizz, ampliando las posibilidades de los vídeos que pueden, además, jugar un papel como elementos de calificación. Por todo ello, Kaltura ha proporcionado una respuesta integral a las necesidades de almacenamiento y gestión de los vídeos planificados y brinda nuevas posibilidades como la utilización de los recursos audiovisuales no sólo como apoyo al estudio y trabajo autónomo, sino como elementos de evaluación y de aprendizaje activo (Brame, 2016).

De la encuesta de evaluación realizada a los estudiantes se desprende que la metodología ha tenido una buena acogida por parte de los alumnos. Además, permite extraer conclusiones útiles para la mejora y continuidad de la metodología en cursos sucesivos en los que se podría implicar al alumno en la elaboración de los propios

contenidos multimedia o extender la experiencia a otros cursos académicos y a otras asignaturas del área. Entre las conclusiones directamente extraídas de la opinión del alumnado, se enumeran las siguientes:

- De acuerdo con los resultados de la encuesta inicial, el 85% de los alumnos se inclina por un formato de duración breve, de entre 5-10 minutos (píldoras formativas), siendo en general menos preferibles los formatos más breves (micropíldora, elegido por 10% de los encuestados) o bien de mayor duración (>10 minutos, preferido por el 5% de los encuestados). Este resultado se alinea con estudios previos, como el de Guo *et al.*, (2014), que con una gran muestra alcanza la conclusión de que el tiempo máximo de atención continuada es de 6 minutos. Sin embargo, puede resultar difícil comprimir en el formato píldora el desarrollo de algunos ejercicios o soluciones de exámenes (solicitados por algunos de los encuestados en respuesta a “Indica, por orden de preferencia qué temas te gustaría que se trataran en futuros vídeos”), debido a la extensión o número de pasos que estos requieren para ser explicados en detalle. En este sentido, cabe indicar que la duración del vídeo es un aspecto importante que afecta al nivel de seguimiento de los materiales (Molnar, 2017), y por lo tanto es un aspecto clave que se considerará de manera primordial en el diseño y creación de contenidos futuros. Además, el tiempo de atención puede aumentarse a través de estrategias de interacción apropiadas (Ibrahim y Al-Shara, 2007).
- Todos los alumnos manifiestan estar “de acuerdo” o “totalmente de acuerdo” con la afirmación “Me gustaría disponer de vídeos como recurso didáctico en otras asignaturas de mi titulación”, lo cual es de nuevo una prueba de la utilidad de estos materiales y pone de manifiesto la necesidad de extender la metodología a otras asignaturas, si bien en cada ámbito podría ser necesario ajustar el formato de la vídeo lección para su mejor adecuación al contexto de aprendizaje de cada disciplina (ver p. ej. Chen y Wu, 2015). El buen seguimiento, satisfacción e interés que han suscitado los vídeos entre los alumnos es además un buen indicador de que la iniciativa cuenta con una buena predisposición de los alumnos a utilizar nuevos vídeos en próximos cursos (Costley y Lange, 2017), lo que facilita la continuidad de la metodología a lo largo del ciclo académico del alumnado.
- Ampliar el número de vídeos para cubrir más temario, siguiendo en este caso como orden de preferencia/prioridad aquellos temas que se han sugerido explícitamente en el campo libre a tal efecto incluido en la encuesta de valoración (“Indica, por orden de preferencia qué temas te gustaría que se trataran en futuros vídeos”) y que no han podido ser abordados en este curso académico. A esta pregunta han respondido 33 alumnos (aunque pueden descartarse dos de ellas por ser vagas, con respuestas “ninguno” y “no lo sé”).

Otro aspecto a mejorar de cara a los cursos siguientes sería hacer disponible la encuesta de valoración durante todo el cuatrimestre, junto con los vídeos ya disponibles, para aumentar la participación y recabar un número mayor de valoraciones. Esto no ha sido posible en esta primera experiencia, ya que los vídeos se iban publicando a lo largo del curso según se iban necesitando.

6. Conclusiones

Este trabajo describe la metodología llevada a cabo por un equipo docente de asignaturas de matemáticas que incorpora el uso de elementos audiovisuales reutilizables como recurso de aprendizaje de las matemáticas. La experiencia se llevó a cabo durante el curso 2021-2022 en nueve asignaturas de matemáticas (Álgebra, Cálculo y Estadística) en cinco Grados de Ingeniería de la Universidad de Cantabria.

Cabe destacar el carácter colaborativo de este esfuerzo, que parte de la coordinación y esfuerzo de siete profesores de las mismas asignaturas o asignaturas afines en distintos grados de ingeniería decididos a innovar su actividad docente con el fin de mejorar el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de Ingeniería. La experiencia de los profesores ha sido muy positiva y enriquecedora, tanto a nivel docente como en relación a la estrecha colaboración establecida con el resto de miembros del equipo.

Como punto de partida, se elaboró una encuesta destinada al alumnado para conocer su experiencia previa con ese tipo de contenidos durante el confinamiento de la primavera de 2020, así como su predilección por distintos tipos de materiales (duración de los vídeos, tipo de explicaciones que incluyen, etc.). A la luz de los resultados de la encuesta, se acordó una lista preliminar de contenidos objeto de grabación y búsqueda de recursos existentes, cubriendo explicaciones teóricas, resolución de problemas y manuales de manejo de software específico (p. ej. R, Octave, Maxima,...). La creación y edición de los vídeos se llevó a cabo priorizando el uso de software libre (OBS, Shotcut, OpenShot), bajo criterios de accesibilidad, reusabilidad e interoperabilidad. Dado que todas las asignaturas implicadas en este estudio tienen asociado un curso en la plataforma Moodle, la publicación de los vídeos se llevó a cabo haciendo uso de la herramienta Kaltura, recientemente adoptada por la Universidad de Cantabria y plenamente integrada en Moodle.

Cabe destacar la buena aceptación de la metodología entre el alumnado así como el interés que el alumno ha manifestado sobre la posibilidad de revisar de manera asíncrona los contenidos dada la facilidad de acceso y reproducción de los mismos. En particular, destaca su predilección por los vídeos elaborados con un formato

más breve (no más de 15 minutos) lo que favorece el mantenimiento de la atención por parte del alumno y la posibilidad de adecuar la velocidad del desarrollo de los contenidos a su propio ritmo de estudio.

Todos estos aspectos han beneficiado en gran medida el trabajo autónomo del estudiante además de permitir al profesor atender a la demanda de los alumnos de determinados contenidos de manera muy flexible y aprovechar el tiempo en el aula de forma más eficiente.

En resumen, las aportaciones más destacables de la experiencia han sido:

- Realización de alrededor de 30 vídeos bajo criterios de accesibilidad, reusabilidad e interoperabilidad para el apoyo del aprendizaje de Álgebra y Geometría, Cálculo, Estadística y el software utilizado en dichas asignaturas.
- Integración de las TIC y el aula virtual Moodle en la realización y visualización de vídeos.
- Fomento del uso de herramientas de software libre además del aprovechamiento de la herramienta Kaltura para la creación, edición y visualización de los vídeos dentro del entorno de la Universidad de Cantabria.
- Fomento de la participación activa del alumno en el aprendizaje apoyando el estudio con los vídeos que pueden visualizar tantas veces como quieran.
- Fomento de la cohesión del equipo docente formado por siete profesores del departamento de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación de la Universidad de Cantabria.

El objetivo final de la metodología descrita es la elaboración de un repositorio compartido de contenidos audiovisuales, para favorecer su reutilización y/o extensión a nuevas asignaturas de la rama de Matemáticas, e incluso a otras áreas de conocimiento que se apoyen en los mismos, dado el carácter reutilizable de los contenidos propuestos. El aprovechamiento de los materiales del repositorio en próximos cursos favorecerá que los docentes concentren sus esfuerzos en otras tareas distintas a las clases magistrales en el sentido más tradicional. Con el apoyo de estos materiales, se podrá dedicar más tiempo a sistemas de aprendizaje que requieran un mayor nivel de participación e implicación por parte del alumno („flipped classroom“, aprendizaje cooperativo..., ver p. ej. Prieto *et al.*, 2021; Zheng *et al.*, 2020). En definitiva, esta iniciativa se presenta como una primera fase dentro de una visión a más largo plazo de transformación de la docencia hacia metodologías más innovadoras en las asignaturas implicadas.

7. Agradecimientos

El presente texto nace en el marco de un proyecto de la V Convocatoria de Proyectos de Innovación Docente de la Universidad de Cantabria: “CREación colaborativa de contenidos multimedia orientados al Aprendizaje autónomo de las matemáticas en INGeniería”. Agradecemos al resto de docentes participantes en ese proyecto su ayuda y colaboración en esta experiencia: Rodrigo García Manzananas, María Dolores Frías, Sixto Herrera García y Jesús Fernández Fernández, todos ellos del Departamento de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación de la Universidad de Cantabria.

Referencias

- Abia Llera, LM., Calvo Cabrero, MP., Cano Urdiales, B. & López Pérez, PM. (2019). Divulgando en píldoras y desarrollando competencias orales y escritas en el alumnado de Cálculo Numérico. En *IN-RED 2019. V Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Editorial Universitat Politècnica de València. 1447-1461. <https://doi.org/10.4995/INRED2019.2019.10339>
- Arnáiz, V. & Álvarez, S. (2015). Corpus de textos audiovisuales frente a corpus de textos escritos. La traducción de micropíldoras de aprendizaje En Sánchez Nieto, M.T., Álvarez Álvarez, S., Arnáiz-Uzquiza, V., Ortego Antón, M.T., Santamaría Ciordia, L. & Fernández Muñiz, R. (Eds.), *Metodologías y aplicaciones en la investigación en traducción e interpretación con corpus*. Universidad de Valladolid, España.
- Bengoechea, L.B. (2011). Píldoras formativas audiovisuales para el aprendizaje de programación avanzada. En *Actas de las Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI)*, Universidad de Sevilla. <http://hdl.handle.net/2099/11989>. Último acceso 17 Abr 2020.
- Brame, C. J. (2016). Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content. *CBE—Life Sciences Education* 15(4), es6. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0125>
- Chen, C. M., & Wu, C. H. (2015). Effects of different video lecture types on sustained attention, emotion, cognitive load, and learning performance. *Computers & Education* 80, 108–121.
- Costley, J., & Lange, C. H. (2017). Video lectures in e-learning: Effects of viewership and media diversity on learning, satisfaction, engagement, interest, and future behavioral intention. *Interactive Technology and Smart Education* 14, 14–30. <https://doi.org/10.1108/ITSE-08-2016-0025>
- Del Casar Tenorio, M.A. & Herradón Díez, R. (2011). El vídeo didáctico como soporte para un b-learning sostenible. *Arbor* 187, 237–242. <https://doi.org/10.3989/arbor.2011.Extra-3n3151>
- Guo PJ, Kim J, Robin R (2014). *How video production affects student engagement: an empirical study of MOOC videos*. L@S'14 Proceedings of the First ACM Conference on Learning at Scale, New York: ACM, 41–50
- Ibrahim, M., & Al-Shara, O. (2007). Impact of Interactive Learning on Knowledge Retention. In M. J. Smith & G. Salvendy (Eds.), *Human Interface and the Management of Information*. Interacting in Information Environments (Vol. 4558, pp. 347–355). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-73354-6_38
- Jensen, J.L., Holt, E.A., Sowards, J.B. Odgen, T.H., West R.E.. (2018). Investigating Strategies for Pre-Class Content Learning in a Flipped Classroom. *J. Sci. Educ. Technol.* 27, 523–535 <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9740-6>
- Lange, C., Costley, J. (2020). Improving online video lectures: learning challenges created by media. *Int J Educ Technol High Educ* 17, 16. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00190-6>
- Lendínez de la Cruz, Á., González, D.S., Ferrari, M.R. (2017). La producción de audiovisuales en el aula de matemáticas como recurso didáctico. En: *Comunicaciones del VII Encuentro del Profesorado de Matemáticas de la Provincia de Sevilla*. Junta de Andalucía, Consejería de Educación, Sevilla, España, p. 9. <https://bit.ly/3I84IXn>. Último acceso: 18 Abril 2020.
- Maceiras, R., Cancela, Á. & Goyanes, V. (2010). Aplicación de Nuevas Tecnologías en la Docencia Universitaria. *Form. Univ.* 3. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062010000100004>
- Marcelo García, C. & Estebaranz García, A. (1999). Cultura escolar y cultura profesional: los dilemas del cambio. *Educación* 24, 47-69. <https://www.raco.cat/index.php/Educación/article/view/20703>. Último acceso 17 Abr 2020
- Molnar, A. (2017). Content type and perceived multimedia quality in mobile learning. *Multimedia Tools and Applications* 76, 21613–21627.
- Polsani, P.R. (2003). Use and Abuse of Reusable Learning Objects. *Journal of Digital Information* 3, 164.
- Prieto, A., Barbarroja, J., Álvarez, S., Corell, A. (2021). Eficacia del modelo de aula invertida (flipped classroom) en la enseñanza universitaria: una síntesis de las mejores evidencias. *Revista de Educación* 391, 149–180. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-391-476>
- Prieto, A., Díaz, D., Monserrat, J., Barbarroja, J., (2020). La medición del impacto de las innovaciones metodológicas sobre los resultados de la docencia universitaria. *RIECS* 5(1). <https://doi.org/10.37536/RIECS.2020.5.1.201>
- Román Gallego, J.A.(2011). *Videotutoriales como herramienta de autoaprendizaje para el apoyo a la docencia*. Memoria de Proyecto de Innovación. Universidad de Salamanca. URL: <http://hdl.handle.net/10366/112716>. Último acceso 17 Abr 2020
- Ronchetti, M. (2010). Using video lectures to make teaching more interactive. *Int. J. Emerg. Technol. Learn.* 5, 45–48. <https://doi.org/10.3991/ijet.v5i2.1156>
- Sosa, M.J. & Mendoza A. (2012). El aprendizaje colaborativo en la enseñanza superior a través de la elaboración de contenidos digitales. En *Libro de Actas de la Conferencia Ibérica en Innovación de la educación con TIC*, Bragança. ISBN: 978-972-745-130-2

Valderrama, J.O., Sánchez, Á. & Urrejola, S. (2009). Colaboración Académica Internacional en Tecnologías de la Información y Docencia Virtual. *Form. Univ.* 2. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062009000600002>

Zheng, L., Bhagat, K.K., Zhen, Y., Zhang, X. (2020). The Effectiveness of the Flipped Classroom on Students' Learning Achievement and Learning Motivation: A Meta-Analysis. *Educational Technology & Society* 23, 1-15

Anexo 1

1. ¿Qué estudios estabas cursando durante el confinamiento domiciliario de 2020?
Universidad / Bachillerato / Otros
2. Indica qué tipo de metodologías docentes fueron aplicadas por tus profesores durante el confinamiento en tus clases de bachillerato o universidad. Elige una o más opciones.
Clases síncronas (clases presenciales online con el profesor)
Lectura de apuntes y bibliografía recomendada fuera de las horas de clase
Tutorías virtuales individuales
Tutorías virtuales colectivas
Videos elaborados por el profesor
Videos de otros autores
Videotutoriales de prácticas de laboratorio
Videotutoriales de prácticas de ordenador
Audios elaborados por el profesor
Audios elaborados por otros autores
Exámenes online
Prácticas online
Otros materiales asíncronos
3. ¿Cuál de las opciones elegidas en la pregunta anterior fue más útil para tu aprendizaje?
4. ¿Cuál de ellas requirió una mayor carga de trabajo por tu parte?
5. Considero que el material audiovisual utilizado en las asignaturas ha sido útil para mi aprendizaje.
Totalmente de acuerdo/ De acuerdo/ En desacuerdo / Totalmente en desacuerdo / En ninguna asignatura hubo material audiovisual disponible.
6. ¿Qué tipo de vídeos o audios fueron utilizados?
Micropíldora (1 minuto máximo de duración), Píldora (5-15 minutos), Vídeo largo (más de 15 minutos)
7. ¿Qué plataformas fueron utilizadas para visualizar estos contenidos?
Youtube/Moodle/PeerTube/Vimeo/Wistia/Daily Motion/IGTV/Otros
8. ¿Sobre qué tipo de contenido se centraban los vídeos?
Resolución de problemas/Explicaciones teóricas/Manejo de software/Otros
9. De cara a mejorar tu aprendizaje en la asignatura ¿qué tipo de contenido audiovisual te gustaría tener disponible?
Resolución de problemas/Explicaciones teóricas/Manejo de software
10. Qué formato de vídeo te resulta más útil/atractivo de manejar en el contexto docente: Micropíldora (1 minuto máximo de duración), Píldora (5-15 minutos), Vídeo largo (más de 15 minutos)
11. ¿Te gustaría que el profesorado utilice material audiovisual para evaluar tu aprendizaje? Por ejemplo, a través de vídeos que incluyan preguntas interactivas.
Sí / No