

Creación de videotutoriales como refuerzo del aprendizaje presencial en el Área de Ingeniería de Sistemas y Automática

Arévalo, Vicente; Vicente del Rey, Jesús María; Rodríguez, Hugo

Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática, Universidad de Málaga, [\[varevalo, jmvicente}@uma.es](mailto:varevalo@uma.es) y cuchinii@alu.uma.es

Resumen

Este trabajo presenta una experiencia de innovación educativa llevada a cabo en asignaturas impartidas por el Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Málaga en las que se imparten conceptos básicos de control automático. Dicha experiencia ha consistido en el diseño, creación y uso de una serie de videotutoriales en los que se explican estos conceptos con un formato que pretende ser atractivo, ameno y organizado. Para facilitar, propiciar y analizar el uso de los mismos, se han aprovechado las ventajas que supone su publicación en una plataforma tal como YouTube. El objetivo para el que se han concebido estos videotutoriales es reforzar el aprendizaje presencial del alumnado y fomentar su autoaprendizaje.

Palabras clave: Ingeniería de Sistemas y Automática, control automático, videotutorial, YouTube, MATLAB, innovación educativa.

I. Introducción

El aprendizaje de los conceptos básicos del control automático es fundamental en la formación de cualquier ingeniero, de ahí que la práctica totalidad de las titulaciones técnicas cuenten con una o varias asignaturas vinculadas con este tema. En la tabla 1 se muestran algunos datos de interés sobre las asignaturas impartidas por el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Málaga (UMA) en las que se abordan contenidos básicos relacionados con el control automático, entre los cuales destaca el número de alumnos matriculados en las mismas en el curso académico 2016/2017. La cantidad de asignaturas consideradas y el volumen de alumnos matriculados en ellas dan una idea de la importancia que se le da al estudio de esta materia en las titulaciones técnicas.

Tabla 1. Asignaturas impartidas por el Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Málaga en las que se imparten conceptos básicos relacionados con el control automático. La tabla también recoge información sobre los centros y titulaciones en los que se imparten dichas asignaturas y el número total de alumnos matriculados.

Curso académico 2016/2017				
Asignaturas	Centros	Titulaciones	Media alumnos/asignatura	Total alumnos matriculados
14	3	14	80	1117

El objetivo principal de estas asignaturas es lograr que el alumno conozca y aprenda los conceptos básicos de los sistemas de control automático. El estudio de este tipo de sistemas que se realiza en ellas tiene su punto de partida en la determinación de un modelo matemático del proceso que se pretende controlar y el análisis de sus características temporales y frecuenciales y culmina con el aprendizaje de las técnicas clásicas de diseño de sistemas de control. La profundidad con la que se abordan estos conceptos varía en función de la titulación y el curso en que se ubica cada una de estas asignaturas, pero son muchos los bloques conceptuales que comparten.

Por otra parte, la importante carga teórico-práctica de estas asignaturas, la amplitud de conceptos que involucran, las estrechas relaciones existentes entre ellos que impiden el aprendizaje de unos si aún no se han adquirido muchos otros, la necesidad de utilizar herramientas informáticas que facilitan la resolución de determinados problemas, etc. son cuestiones que tradicionalmente plantean problemas a los alumnos. Ante esta situación, han sido muchas las iniciativas puestas en marcha en el departamento de la UMA ya referido que estaban destinadas a facilitar el aprendizaje de estos contenidos, pero no han tenido mucho éxito.

En este trabajo se presenta una iniciativa encaminada a introducir y fomentar el uso de los videotutoriales como herramienta para el aprendizaje de esta materia. Se ha recurrido al uso de videotutoriales, entre otras razones, porque el consumo de vídeos online ha crecido sustancialmente en los últimos años (se estima que se suben a la plataforma YouTube 100 horas de vídeo en cada minuto), convirtiéndose éstos, de facto, en un medio de comunicación globalmente aceptado y muy utilizado por el alumnado (SUGIMOTO et al., 2013). Estamos convencidos de que, actualmente, los alumnos quieren (esperan) aprender del mismo modo en que se comunican, se informan, se divierten,..., que quieren materiales atractivos, directos, "sin libros" y "sin profesor". Adaptarse a esto, aunque sea mínimamente, requiere hacer cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje según la forma tradicional.

Evidentemente, hay contenidos que no encajan en esta idea y, en cualquier caso, la presencialidad en este tipo de asignaturas resulta fundamental. Pese a esto, el empleo de videotutoriales permite reforzar el aprendizaje presencial del alumno y mejorar su rendimiento académico como se verá más adelante.

El resto de este artículo se organiza en la forma que se indica a continuación: la siguiente sección (II) trata de justificar el uso de videotutoriales en el aprendizaje de los conceptos básicos de control automático; en la sección III se describe el proceso de preparación, diseño y publicación de los contenidos desarrollados; en la sección IV se presentan y discuten algunos resultados preliminares obtenidos a partir de encuestas de satisfacción del alumnado; por último, en la sección V, se presentan las conclusiones finales de este trabajo y se comentan ciertos aspectos en los que se pretende seguir trabajando.

II. Justificación

A raíz de la implantación de los nuevos planes de estudio de grado, el profesorado del Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática de la UMA, responsable de la docencia de las asignaturas consideradas en la tabla 1, se ha venido coordinando para homogeneizar los conceptos teórico-prácticos impartidos y perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de mejorar los resultados académicos. A consecuencia de ello, se introdujeron bastantes cambios metodológicos en la docencia de estas asignaturas: tutorías grupales, realización de trabajos académicos a lo largo del curso, incentivación de la participación en clase del alumno, creación/gestión de foros, redacción y publicación de FAQs, etc. Sin embargo, pese a los cambios metodológicos introducidos, no se ha producido tanta mejoría en los resultados académicos como cabría esperar.

A la vista de estos resultados, se llegó a la conclusión de que existen problemas de fondo, no relacionados directamente con las estrategias de enseñanza-aprendizaje utilizadas, que impiden que el alumno asimile los fundamentos necesarios para construir adecuadamente sus conocimientos. En el curso académico 2016/2017 se ha tratado de analizar en detalle esta problemática, identificándose las siguientes posibles causas para esos problemas:

- A. la dificultad intrínseca de los conceptos que se abordan,
- B. el insuficiente tiempo disponible para plantear y solucionar problemas en clase,
- C. la dificultad del alumno para entender y asimilar los conceptos al ritmo en que se imparten,
- D. la imposibilidad de abordar en las sesiones prácticas todos los conceptos explicados en las sesiones de teoría,
- E. la dificultad del alumno para distinguir, pese al esfuerzo de los profesores, lo que es relevante de lo que no lo es, y por último,
- F. se han percibido cambios en el modo en que los alumnos esperan que se les comunique la información.

Resulta inviable hacer frente a la totalidad de los problemas arriba mencionados, pero sí es posible abordar la solución de algunos de ellos con el fin de minimizar su influencia en el rendimiento del estudiante. En particular, se pueden crear nuevos contenidos didácticos que permitan atacar los problemas A, B, C y E y hacerlo con herramientas que resulten atractivas para el estudiante (problema F). Una de estas herramientas es, en nuestra opinión, el videotutorial.

El empleo de videotutoriales puede reforzar el aprendizaje presencial del alumno y mejorar su rendimiento académico (RODENAS, 2012). Esta creencia se justifica, en primer lugar, en la consideración de que esta herramienta puede hacer más atractivo el aprendizaje y, por tanto, propiciar el interés del alumno por el mismo; en segundo lugar, el alumno puede visionarlo en ausencia del profesor y esto habilita, por su flexibilidad y posibilidad de repetición de actuaciones (es posible parar y revisar los vídeos tantas veces como se quiera), que cada alumno pueda tener un mayor control de su proceso de aprendizaje al poder elegir su propio ritmo de seguimiento y asimilación de contenidos en función de su capacidad y circunstancias personales.

III. Diseño, creación y distribución de los videotutoriales

En internet hay multitud de vídeos que abordan aspectos relacionados con el control automático, sin embargo, lo hacen de forma aislada, sin organización alguna, sin un enfoque práctico y sin ejemplos resueltos con software específico como la Control System Toolbox de MATLAB (MATLAB, 2017) (herramienta de referencia en nuestro área de conocimientos), y lo que es más grave, en nuestra opinión, sin el suficiente rigor científico-técnico.

En este trabajo se ha puesto atención tanto en la presentación (el formato, el diseño de contenidos, la herramienta de creación) como en el fondo, abordando gran parte de los conceptos que se imparten en las asignaturas indicadas y aportando, cuando procedía, ejemplos teórico-prácticos resueltos con herramientas informáticas adecuadas, y todo ello se ha ejecutado con un estilo homogéneo y bajo la apariencia de un canal temático.

Estas cuestiones suponen, en nuestra opinión, la principal contribución de este trabajo en relación a todo el material análogo que es posible encontrar en Internet.

III.1 Preparación y creación de los contenidos

Esta fase supuso el núcleo central del trabajo y consistió, fundamentalmente, en identificar los conceptos básicos teóricos y prácticos del control automático más problemáticos para el alumnado y elaborar contenidos relacionados con éstos. Las tareas llevadas a cabo fueron las siguientes:

1. *Identificación de los contenidos a tratar.* Tomando como punto de partida la experiencia de los autores, se seleccionaron los conceptos básicos relacionados con el control automático de sistemas en tiempo continuo que entrañan una mayor dificultad para el alumnado. A continuación, se detallan los bloques conceptuales considerados:
 - a. Descripción externa de sistemas.
 - b. Modelado de sistemas dinámicos.
 - c. Respuesta temporal de sistemas lineales e invariantes en el tiempo.
 - d. Respuesta en frecuencia de sistemas lineales.
 - e. El lugar de las raíces de un sistema realimentado.
 - f. Introducción al diseño de sistemas de control.
2. *Desarrollo de los guiones.* Los contenidos elaborados cubrían, además de los aspectos básicos del control automático identificados en el punto 1, ejemplos teórico-prácticos y resolución de problemas en ordenador utilizando MATLAB. Asimismo, se procuró que la duración de los videotutoriales no excediera los 5 minutos, ya que una duración excesiva podría acabar aburriendo al alumno.
3. *Selección de la herramienta de edición.* Para la edición de contenidos se utilizó VideoScribe (VIDEOSCRIBE, 2017), una herramienta de edición que permite la creación de contenidos vistosos, modernos y amenos. A la hora de elegir la herramienta, se tuvo en cuenta su facilidad de uso, el coste de la licencia y los recursos disponibles (SPARKOL, 2017).

III.2 Publicación y difusión de los contenidos

Desarrollar contenidos docentes de calidad es importante, pero no sirve de nada si no se hacen llegar a los alumnos de la manera más eficaz posible. Por otra parte, tan importante como su distribución es la

organización de los mismos, dado que, una organización no coherente, podría propiciar que el alumno se “perdiera” a la hora de emplearlos. En este sentido se tomaron las siguientes decisiones:

1. *Plataforma de distribución.* Para la distribución de los videotutoriales se optó por YouTube (YOUTUBE, 2017) (están accesibles en el canal www.youtube.com/automaticabasica). Esta plataforma cuenta con herramientas sociales, moderación de comentarios, estadísticas, etc. y, además, es gratuita.
2. *Organización de los contenidos.* Los vídeos se han agrupado según su temática mediante listas de reproducción. Adicionalmente, se han organizado listas de reproducción alternativas (itinerarios) para dirigir a los alumnos de una determinada titulación a videotutoriales específicos en los que se abordan conceptos no impartidos en otras titulaciones. De esta forma, por ejemplo, las listas correspondientes al bloque temático “Descripción externa” no son exactamente las mismas para los alumnos de una titulación que para los alumnos de otra.
3. *Difusión de los videotutoriales.* Para dar a conocer a los estudiantes los contenidos elaborados, se optó por publicar, en los espacios virtuales de cada asignatura, avisos y enlaces (links), tanto para los videotutoriales como para las listas de reproducción. Esto aportó una ventaja doble, pues permitió publicitar los videotutoriales de forma ordenada y de acuerdo con la evolución de las clases presenciales y, simultáneamente, realizar un seguimiento del empleo de los mismos por parte de los estudiantes a partir de los informes correspondientes proporcionados por el propio campus virtual de la UMA (basado en Moodle).

IV. Resultados y discusión

El desarrollo y publicación de los contenidos elaborados se ha llevado a cabo a lo largo del curso académico 2016/2017. Por otra parte, dicha publicación se ha realizado en tres asignaturas obligatorias de diferentes titulaciones de grado, una de ellas impartida en el primer semestre del curso indicado y las otras dos, en el segundo. Al margen de lo indicado, este proceso se llevó a cabo de forma progresiva, por lo que no fue hasta finales de julio del 2017 cuando se pudo contar con la totalidad de los videotutoriales, momento en que las clases del curso indicado ya habían finalizado. Como consecuencia de esto, ha sido imposible cuantificar adecuadamente impacto de los mismos en los 350 alumnos matriculados en estas asignaturas.

Sin embargo, al final del primer semestre de dicho curso, un número significativo de alumnos de la primera asignatura en la que se ofertó una parte de los contenidos elaborados (la disponible entonces) participó en la cumplimentación de unas encuestas de satisfacción que fueron concebidas con la intención de conocer su opinión y tener la oportunidad de detectar y subsanar las deficiencias que pudieran haber sido observadas por éstos en el empleo de los videotutoriales. En ese momento estos materiales estaban accesibles en un servidor de la UMA, no en YouTube, donde empezaron a publicarse los vídeos una vez conocidas las valoraciones positivas recogidas en estas encuestas.

Dichas encuestas recogían preguntas sobre la valoración general del conjunto de vídeos disponibles, la utilidad de los vídeos para superar la asignatura, la calidad de la imagen, el atractivo visual y dinamismo. También incluían preguntas sobre la duración de los vídeos (si era adecuada o no) y sobre si los recomendarían a otros alumnos. El análisis de los resultados obtenidos tras la cumplimentación de estas encuestas mostró un grado de satisfacción del alumnado muy alto, rondando y sobrepasando, en la mayoría de los aspectos analizados, el nivel 9 en una escala de Likert del 0 (pésimo) al 10 (excelente) (ver fig. 1). Por otro lado, la práctica totalidad de los alumnos manifestaron que recomendarían los vídeos a sus compañeros y que, en general, la duración de los vídeos les había parecido adecuada.

Asimismo, las encuestas incluían un apartado de texto libre para que los alumnos pudieran informar sobre errores detectados, añadir sus comentarios, hacer sugerencias, etc. En el análisis de dicho apartado se detectó que se repetían las siguientes peticiones y sugerencias: incluir en el vídeo un mayor número de ejercicios; emplear palabras clave en las explicaciones y sintetizar algunas de ellas y, finalmente, elaborar y publicar un mayor número de vídeos. La información proporcionada por este apartado permitió corregir algunos de los vídeos publicados y trabajar en los nuevos videotutoriales teniendo en mente dichas mejoras/sugerencias.

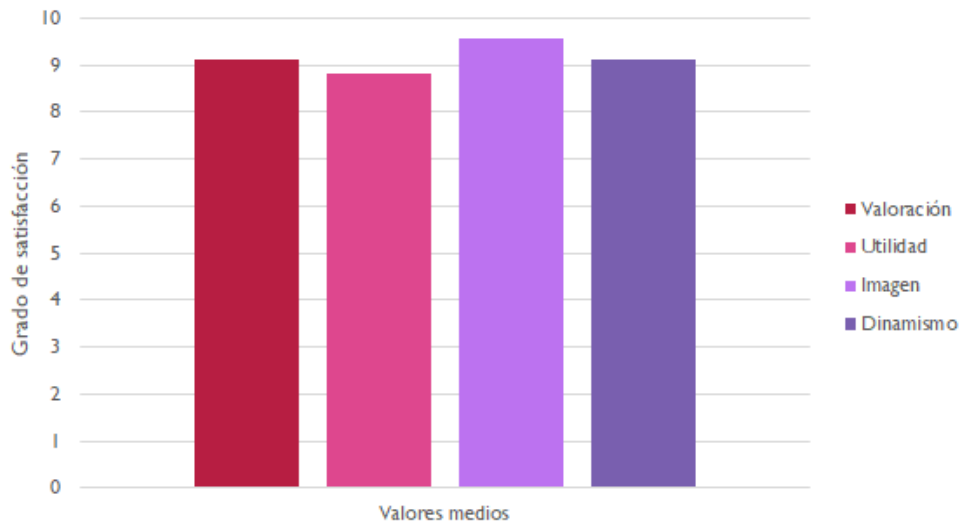


Figura 1. Resumen de los resultados obtenidos en las encuestas de satisfacción realizadas durante el curso (0 pésimo; 10 excelente).

La fig. 2 recoge una serie de estadísticas proporcionadas por YouTube que ofrecen una visión bastante esclarecedora de la evolución de diversos parámetros del canal de esta plataforma en el que han sido publicados los videotutoriales elaborados en este trabajo. El periodo de tiempo considerado en dichas estadísticas va desde el comienzo del mes marzo (en el que se publicaron los primeros vídeos en dicho canal) hasta finales de agosto de 2017. En dichas gráficas se puede observar que en este intervalo temporal se producen unos incrementos muy importantes, con respecto al periodo anterior, del tiempo de visualización, la duración media de las reproducciones y las visualizaciones del canal. Asimismo, resulta interesante ver cómo el tiempo de visualización y el número de visualizaciones se disparan en las fechas próximas a los exámenes ordinarios (junio y septiembre) de las asignaturas involucradas en este trabajo.

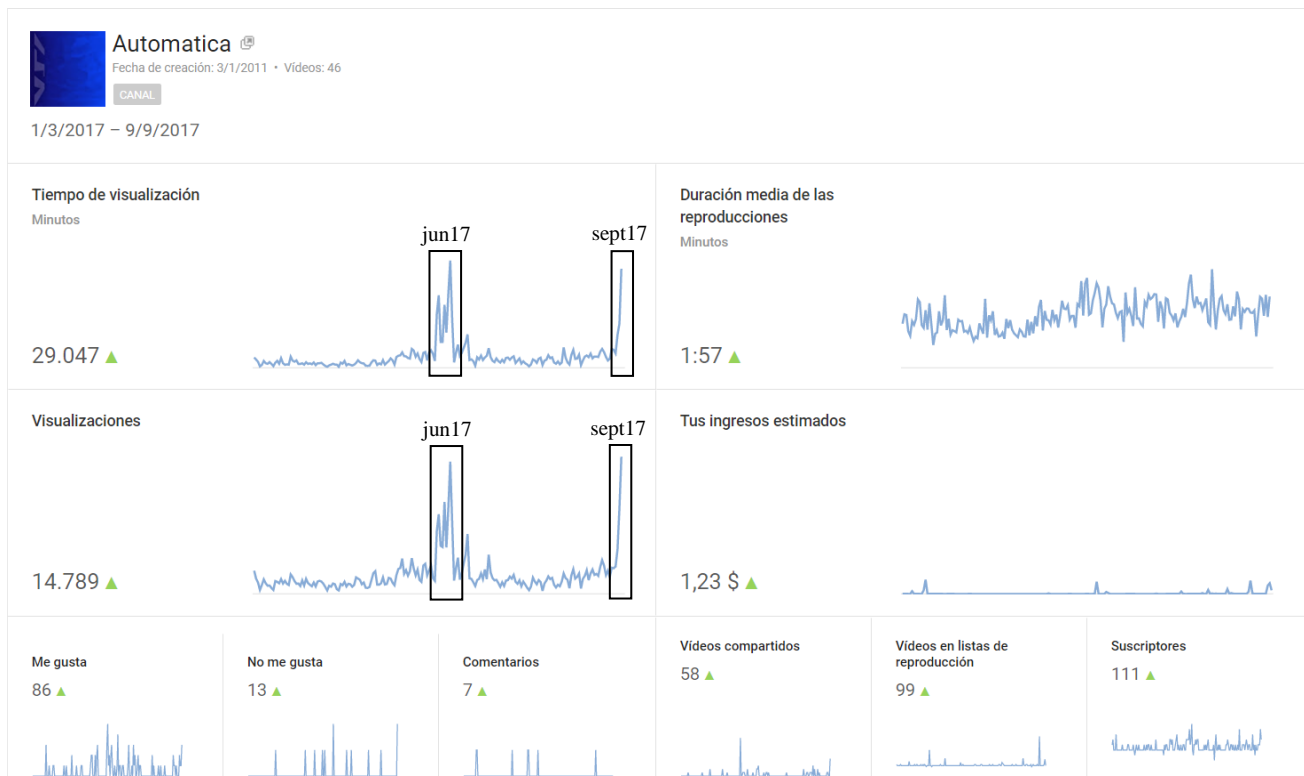


Figura 2. Tiempo de visualización, duración media de las reproducciones, número de visualizaciones del canal de YouTube (www.youtube.com/automaticabasicas) desde el 1 de marzo al 9 de septiembre de 2017.

V. Conclusiones y futuros trabajos

En este artículo se recoge una experiencia de innovación educativa, realizada durante el curso 2016/2017 en el Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Málaga, consistente en el empleo de videotutoriales, accesibles en un canal de YouTube, como herramienta de apoyo para el aprendizaje de los conceptos básicos del control automático de sistemas en tiempo continuo por parte de los alumnos de tres asignaturas de diferentes titulaciones. Dicho aprendizaje suele resultar costoso para los alumnos, por lo que un aspecto clave en esta experiencia ha sido la búsqueda de estrategias para que los materiales elaborados resultaran amenos y atractivos, a la vez que útiles. Al margen de esto, el empleo de un canal de YouTube para su publicación se justifica en que este espacio es un medio de comunicación ampliamente utilizado por el alumnado y que está disponible para multitud de plataformas (móviles, PCs, tabletas, videoconsolas y TVs).

Por otra parte, el análisis de las encuestas de satisfacción del alumnado relativas a una parte de los vídeos elaborados que fueron realizadas en febrero de 2017 ha arrojado resultados muy prometedores. Sin embargo, no ha sido posible analizar con detalle el impacto de los vídeos en los alumnos de dos de las asignaturas consideradas en este trabajo o el que han tenido en los resultados académicos (tests, prácticas y exámenes). Esto se ha debido a que los materiales elaborados no estuvieron disponibles en su totalidad hasta una fecha posterior a la conclusión de las clases del curso 2016/2017 y, por tanto, éste ya no era un momento propicio para realizar estos análisis. Por otro lado, a sabiendas de que no es indicador de un beneficio académico para el alumno, cabe destacar el incremento en el número de visualizaciones, el tiempo de visualización, el número de “me gusta” y el número suscriptores del canal de YouTube utilizado que se ha experimentado desde el mes de marzo (en el que se publicaron en éste los primeros vídeos) hasta finales de agosto de 2017, lo cual pone de relieve el interés que han puesto los estudiantes en los materiales aquí descritos que se les han proporcionado.

Por lo que respecta al trabajo futuro, dados los buenos resultados de esta experiencia, se desea emplear los videotutoriales actualmente disponibles en todas las asignaturas consideradas en la tabla 1 y realizar en ellas las encuestas referidas con objeto de disponer de datos más realistas para su valoración. Asimismo, sería conveniente analizar el impacto de los videos en el rendimiento académico del alumnado, lo cual obligaría a relacionar el uso de éstos con los resultados de las pruebas de evaluación. Por último, sería interesante crear nuevos vídeos con otros contenidos, por ejemplo, el control automático en tiempo discreto o pruebas experimentales realizadas en laboratorio que ayuden al alumnado a entender conceptos teóricos o prácticos.

Referencias

MATLAB. Control System Toolbox web page. <https://es.mathworks.com/products/control.html> (consultada el 23/07/2017).

RODENAS, M. La utilización de los vídeos tutoriales en educación. Ventajas e inconvenientes. Software gratuito en el mercado. *Revista Digital Sociedad de la Información*, nº 33 - enero 2012. (consultada el 15/07/2017) <http://www.sociedadelainformacion.com/33/videos.pdf>.

SPARKOL. VideoScribe tutorials and training (YouTube playlist). (consultada el 15/03/2017) https://www.youtube.com/playlist?list=PL941uNyvzPSHkj3eC_FgaVR1F6iaUEGAC

SUGIMOTO, C. R.; THELWALL, M.; LARIVIÈRE, V.; TSOU, A.; MONGEON, P.; MACALUSO, B. (2013). Scientists Popularizing Science: Characteristics and Impact of TED Talk Presenters. *PLoS ONE*, 8(4). <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0062403>

VIDEOSCRIBE. VideoScribe web page. <http://www.videoscribe.co/> (consultada el 23/07/2017).

YOUTUBE. YouTube web page. <https://www.youtube.com/> (consultada el 23/07/2017).