



TESIS DOCTORAL

PERCEPCIÓN Y USO DE LOS VÍDEOS EDUCATIVOS EN  
ASIGNATURAS DE FÍSICA EN INGENIERÍA EN  
ENTORNOS PRESENCIALES Y VIRTUALES

**Doctorando:**

Victor Jesús García Hernández

**Directores:**

Antoni Pérez Navarro

Jordi Conesa Caralt

PROGRAMA DE DOCTORADO

Educación y TIC (e-Learning)

UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA

Barcelona, octubre de 2021



ἐν οἶδα ὅτι οὐδὲν οἶδα, *hèn oída hóti oudèn oída*

*Solo sé que no sé nada*

*Sócrates*



## **Agradecimientos y Dedicatorias**

Debo agradecer sobre todo a mis padres, quienes han estado siempre ahí para mí, y sin los que no habría logrado realizar ni la mitad de los proyectos que he iniciado en mi vida. A mi hermano Álvaro que siempre me ha ayudado en lo que le he pedido. También hay mucho que agradecer a mis amigos Raúl Nimo, Mayed Alqasimi y, por su puesto, a María Ángeles Machado, quienes me han ayudado mucho a superar mis dificultades estos dos últimos años con un divorcio y cierre de negocio. Sin todos ellos, no habría sacado las fuerzas necesarias para seguir, y menos para realizar una tesis doctoral.

Por supuesto, también agradecer a mis directores de tesis, Antoni Pérez y Jordi Conesa por enseñarme como investigar en educación y por su gran apoyo y esfuerzos durante todo el periodo investigador.

Por último, quiero dedicar esta tesis a mi hijo Victor, que con su alegría, inocencia y curiosidad propia de su edad hace que todo lo que hago cobre sentido y merezca la pena.



## Resumen

Los videos digitales tienen una presencia importante (y creciente) en los procesos de aprendizaje, especialmente dentro de las universidades y escuelas que usan formación virtual. Sin embargo, la creación de videos es una actividad que requiere mucho tiempo para los profesores, que generalmente no son expertos en la creación de videos. Por tanto, es importante saber qué tipo de vídeos es percibido como el más satisfactorio y útil por los estudiantes. En esta tesis se analiza un modelo estructural en el que se relaciona la satisfacción, la forma en que se ha creado un video, el tipo de video (con o sin las manos del docente y con o sin el cuerpo/cabeza del docente), la utilidad percibida, el contenido del video (teoría o problemas) y su potencial impacto en la superación de asignaturas de especial complejidad, como es la física a nivel universitario. Los experimentos de esta tesis se han realizado para la asignatura de “Introducción a la Física de la Ingeniería” con más de 200 estudiantes de primer año en dos universidades diferentes: una universidad 100% online, Universitat Oberta de Catalunya (UOC); y en una universidad presencial, Escola Universitària Salesiana de Sarrià (EUSS). Se han realizado pruebas con alrededor de 100 videos de dos tipos: videos creados con una tableta digitalizadora y captura de pantalla, y videos creados con la grabación de las manos del profesor. Los resultados se han analizado cuantitativa y cualitativamente. La investigación muestra que los resultados son independientes del entorno y que los estudiantes prefieren los videos con las manos. Por otro lado, se ha encontrado poco efecto con respecto al contenido del video (teoría o problema) en la utilidad o satisfacción percibida. Los resultados muestran que los videos pueden mejorar las posibilidades de aprobar la asignatura. Así, la investigación muestra que los videos con las manos son un complemento útil a asignaturas desafiantes, como la introducción a la física en Ingeniería, para asimilar de manera efectiva el conocimiento científico. Para comprobar este análisis se ha utilizado una extensión de un plugin ya creado por la UOC (Universitat Oberta de Catalunya) y que permite monitorizar las diferentes interacciones que realizan los alumnos con los vídeos educativos introducidos. Estas interacciones se han recopilado durante 5 semestres, de 2017 a 2019. Esta información junto con otros parámetros recopilados: duración de los videos, tipos, tema enseñado, fechas y número de reproducciones se utilizaron para analizar cómo los estudiantes hacen uso de los videos propuestos en temas de física en un entorno en línea, y contrastar los resultados con los que se basan simplemente en las percepciones de los estudiantes.



## **Abstract**

Digital videos have an important (and increasing) presence in learning processes, especially within online universities and schools. However, creating videos is a time-consuming activity for teachers, who are usually not expert in video creation. Therefore, it is important to know which kind of video is perceived as more satisfactory and useful by students, among the videos that docents usually create. In this thesis a structural model with the relation between satisfaction, the way in which a video has been created, the kind of video (with or without the hands of the teacher and with or without the body/head of the teacher), perceived usefulness, contents of the video (theory or problems) and the potential impact of videos on passing rates is analysed. The experiment has been performed in an introductory Physics of Engineering course with over 200 first year students in both: at 100% online university, Universitat Oberta de Catalunya (UOC); and at a face-to-face university, Escola Universitària Salesiana de Sarrià (EUSS). Tests have been performed with around 100 videos of two types: videos created with a digitizing tablet and screen capture, and videos created by recording the hands of the teacher. Results have been analysed quantitatively and qualitatively. The research shows that results are independent of the environment and that students prefer videos with hands. On the other hand, little effect has been found regarding the content of the video in the perceived usefulness or satisfaction. The performance results show that videos can improve the chances of passing the subject. Thus, the research shows that videos with hands are a useful complement to challenging subjects, like introductory physics in Engineering, to effectively assimilate scientific knowledge. In order to check this analysis, an extension of a plugin already created by the UOC (Universitat Oberta de Catalunya) and that allow monitoring the different interactions performed by the students with the educational videos introduced has been used. These interactions have been collected during 5 semesters, from 2017 to 2019. This information together with other parameters collected: videos' lengths, types, topic taught, dates and number of reproductions were used to analyse how the students make use of the videos proposed in Physics' topic in at online environment, and to contrast the results with those merely based on the students' perceptions.



# Índice

---

<b>Agradecimientos y Dedicatorias</b> .....	i
<b>Resumen</b> .....	ii
<b>Abstract</b> .....	iii
<b>Índice</b> .....	iv
<b>Lista de tablas</b> .....	vii
<b>Lista de figuras</b> .....	ix
<b>Capítulo 1 - Introducción</b> .....	1
1.1- Antecedentes y justificación.....	1
1.2. Objetivos.....	4
1.3. Contribuciones .....	5
1.4. Estructura de la tesis .....	5
1.5. Publicaciones .....	7
<b>Capítulo 2 - Estado del arte y marco teórico</b> .....	9
2.1. Retos de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia.....	10
2.2. Retos de la enseñanza-aprendizaje de la física .....	10
2.3. Las características del vídeo y de las tecnologías disponibles para crearlos .....	12
2.4. El vídeo como recurso multimedia seleccionado para facilitar el aprendizaje de la física.....	18
2.5. Percepción de utilidad y recolección de los datos de interacciones de los vídeos por parte del estudiantado .....	19
2.6. Conclusión y aportaciones .....	20
<b>Capítulo 3 - Metodología</b> .....	- 21
3.1. Identificación del problema .....	22
3.2. Objetivos, preguntas de investigación e hipótesis. ....	22
3.4. Elaboración del artefacto y la población estudiada .....	25
3.4.1. Procedimiento para la elaboración de los vídeos y tipología.....	25
3.4.2. Dificultad de creación de los videos .....	28
3.5. Metodología del experimento llevado cabo para la demostración de hipótesis ..	30
3.5.1. Población estudiada.....	31

3.5.2. Procedimientos para la recopilación de datos .....	34
3.5.3. Procedimientos para el análisis de los datos .....	35
3.6. Evaluación del análisis de los resultados .....	37
3.7. Difusión el conocimiento .....	37
<b>Capítulo 4 - Percepciones de los estudiantes .....</b>	<b>39</b>
4.1. Hipótesis .....	40
4.2. Metodología .....	41
4.2.1. Desarrollo del cuestionario y validez del contenido .....	41
4.2.2. Análisis de los datos .....	42
4.3. Resultados .....	43
4.4. Discusión .....	47
4.5. Conclusiones .....	50
<b>Capítulo 5 - Análisis de las entrevistas .....</b>	<b>53</b>
5.1. Hipótesis .....	54
5.2. Metodología .....	54
5.2.1. Población bajo análisis .....	55
5.2.2. Recopilación de datos.....	55
5.2.3. Análisis de los datos .....	56
5.3. Resultados .....	57
5.3.1. Utilidad de los vídeos .....	59
5.3.2. Tipo de vídeos .....	60
5.3.3. Calidad de los vídeos.....	62
5.3.4. Consumo de los vídeos.....	63
5.3.5. Video versus texto .....	65
5.3.6. Vídeos y física .....	66
5.3.7. Propuestas de video .....	67
5.4. Discusión .....	68
5.5. Conclusiones .....	73
<b>Capítulo 6 - Interacciones con los vídeos .....</b>	<b>77</b>
6.1. Hipótesis .....	78
6.2. Metodología .....	78
6.2.1. Datos recopilados .....	78
6.2.2. Tamaño y tipología de la muestra estudiada .....	79
6.2.3. <i>Métodos utilizados para recopilar datos</i> .....	80

6.2.4. Métodos utilizados para analizar los datos recopilados .....	81
6.3. Resultados .....	83
6.3.1. Resultados preliminares para el análisis de datos brutos .....	83
6.3.2. Resultados sobre datos normalizados.....	86
6.4. Discusión .....	100
6.5 Conclusiones .....	103
<b>Capítulo 7 - Contraste de experimentos .....</b>	<b>107</b>
7.1. Resultados generales.....	108
7.2. Discusión .....	110
7.3. Conclusiones.....	112
<b>Capítulo 8 - Resultados finales .....</b>	<b>113</b>
8.1. Discusión final de la tesis .....	113
8.2. Conclusiones finales .....	115
8.3. Limitaciones.....	116
8.4. Perspectivas futuras .....	117
<b>Anexos.....</b>	<b>121</b>
Anexo A.1. Tablas largas.....	122
Anexo A.2. Estructura de las entrevistas. ....	127
Anexo A.3. Número promedio de reproducciones e interacciones de cada tipo por semestre de cada video monitoreado. ....	130
Anexo A.4. Acceso a los vídeos utilizados durante la elaboración de esta tesis. ....	132
<b>Referencias .....</b>	<b>134</b>



# Lista de tablas

---

Tabla 2.1. Dificultades actuales para una transmisión significativa del conocimiento científico.....	11
Tabla 2.2. Clasificación de las características del vídeo educativo.....	13
Tabla 3.1. Hipótesis tratadas en la presente tesis. ....	24
Tabla 3.2. Número de videos creados con tableta y Vhands. Entre paréntesis se muestra el número de videos de problemas de cada grupo.....	27
Tabla 3.3. Contenido de todos los temas involucrados en el experimento.....	28
Tabla 4.1. Preguntas y nombres de variables del cuestionario propuesto en comparación con los de Nagy (Columna 2). ....	122
Tabla 4.2. Comparación entre variables de Telecomunicación y variables de Ingeniería Informática e Ingeniería Industrial a través de una t de Student. ....	44
Tabla 4.3. Comparación entre las variables de Telecomunicación y las variables de Informática e Ingeniería Industrial mediante a $\chi^2$ .....	45
Tabla 4.4. Análisis de componentes principales de la satisfacción con la cantidad de videos de cada tema.....	45
Tabla 4.5. Análisis de componentes principales de la satisfacción con la cantidad de videos de cada tema.....	45
Tabla 4.6. Regresión lineal entre: $SAT\_Tl$ y $UP\_Tl$ , $TV\_Tl$ ; $RV\_Tl$ y $TV\_Tl$ ; $UP\_Tl$ y $ToP\_Tl$ ; y $U\_Tl$ y $UP\_Tl$ . ....	46
Tabla 4.7. Resultados del rendimiento de varios semestres de física en Ingeniería Informática.....	46
Tabla 4.8. Resultados de la ejecución de varios semestres en física en Telecomunicaciones.. ....	47
Tabla 5.1. Contenidos de cada curso involucrado en el experimento. ....	55
Tabla 5.2. Categorías propuestas relacionadas con los grupos de la matriz condicional / causal y con la frecuencia relativa de aparición. ....	70
Tabla 6.1. Datos recogidos, sus descripciones y código en su caso analizados en este trabajo. ....	79
Tabla 6.2. Número de estudiantes implicados en el estudio agrupados por semestre y asignatura.....	80
Tabla 6.3. Características de los vídeos estudiantes.....	80
Tabla 6.4. Medias, desviaciones estándar y cuartiles de las reproducciones de cada tipo de video dividido por el número de videos de ese tipo disponibles para el estudiantado por semestre clasificados por tipo de video.....	92
Tabla 6.5. Estudio estadístico del número de reproducciones de todos los videos en los 5 semestres estudiados comparados por contenido (teoría y resolución de problemas). ..	92

Tabla 6.6. Medias, desviaciones estándar y cuartiles de las reproducciones de cada tipo de video dividido por el número de videos de ese tipo disponibles para el estudiantado por semestre clasificados por tipo de video.....	95
Tabla 6.7. Número de interacciones en todos los videos en los 5 semestres estudiados comparados por contenido (teoría y resolución de problemas). Se aplicó la prueba t de Student robusta mediante el método de Yuen emparejado con un nivel de confianza del 95%.....	96
Tabla 6.8. Datos obtenidos del PCA caracterizados por interacciones para la teoría y videos de resolución de problemas.....	98
Tabla 6.9. Datos obtenidos del PCA caracterizados por las interacciones para los videos por tema utilizando los datos originales. ....	99
Tabla 7.1. Resumen de todas las hipótesis tratadas en esta tesis y su resultado.....	109
Tabla 8.1. Tipo y número de iteración por cada vídeo monitoreado.....	119



# Lista de figuras

---

Figura 2.1. Tecnología para producir/mostrar vídeos.....	14
Figura 2.2. Variables a la hora de realizar el vídeo que ayude a optimizar o mejorar la transmisión del conocimiento científico Azules (Variables neutrales), Naranjas (Variables relativas). <b>Fuentes:</b> (Brame, 2016; Víctor García et al., 2015; Koumi, 2006). .....	15
Figura 2-3. Interrelación entre las características de un vídeo para determinar su calidad transmisora del conocimiento.....	17
<i>Figura 2.3.</i> Interrelación entre las características de un vídeo para determinar su calidad transmisora del conocimiento.....	17
Figura 3.1. Ejemplo de video creado con tableta digitalizadora. ....	26
Figura 3.2. Ejemplo de video "con solo manos" Vhands. ....	26
Figura 4.1. Modelo estructural. a) de Nagy, b) de las hipótesis presentadas: SAT es Satisfacción, y corresponde a la variable SAT_Tl; TV es la realización del video, y corresponde a la variable TV_Tl: sin ninguna parte del profesor, con las manos del profesor, con el cuerpo de la cabeza del profesor; .....	44
Figura 5.1. Matriz condicional / causal entre códigos relacionados con la percepción del video. Los nodos verdes representan aquellos en los que entran y salen varias flechas. 58	
Figura 5.2. Ampliación de la caja: "Utilidad de los vídeos". ....	59
Figura 5.3. Ampliación de la caja: "Tipo de vídeos".....	61
Figura 5.4. Ampliación de la caja: "Calidad de los vídeos". ....	63
Figura 5.5. Ampliación de la caja: "Consumo de los vídeos". ....	63
Figura 5.6. Ampliación de la caja "Consumo de los vídeos". ....	65
Figura 5.7. Ampliación de la caja: "Vídeos y Física". ....	66
Figura 5.8. Árbol de mapeo de la importancia relativa de cada categoría. ....	72
Figura 6.1. Promedio del número total de interacciones (nPLY + nPAU + nSKS) con relación al número de reproducciones (nVis) para todos los videos estudiados en este trabajo durante los 5 semestres. La variable nVis se toma por rangos.....	84
Figura 6.2. Promedio del número total de interacciones (nPLY + nPAU + nSKS) dividido por el número de reproducciones (nVis) con relación a la duración de los videos para todos los videos estudiados en este trabajo durante los 5 semestres.. ....	84
Figura 6.3. Diagramas de caja para el conjunto de datos total de las características siguientes: número de reproducciones (nVis.), Número de pausas relativizadas con respecto al número de reproducciones y duración del video (nPAU_Norm), número de búsquedas realizadas relativizadas con respecto al número de reproducciones y duración del video (nSKS_Norm) y el número de inicios (reproducciones) realizadas en relación con el número de reproducciones y la duración del video (nPLY_Norm).....	85

Figura 6.4. Mismo gráfico que la Figura 6.3 pero agrupados por tipo de video: videos de teoría y resolución de problemas. ....	86
Figura 6.5. Representación gráfica del número medio de interacciones: nPAU_Norm, nSKS_Norm y nPLY_Norm de todo el semestre estudiado versus cada rango de duración para todos los videos. ....	87
Figura 6.6. Representación gráfica del número medio de interacciones: nPAU_Norm, nSKS_Norm y nPLY_Norm de todo el semestre estudiado versus cada rango de duración para los vídeos teóricos.....	88
Figura 6.7. Representación gráfica de la media de nPAU_Norm, nSKS_Norm y nPLY_Norm de todo el semestre estudiado versus cada rango de duración para los vídeos de resolución de problemas. ....	88
Figura 6.8. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas. Para el primer semestre (2017/2018). ....	89
Figura 6.9. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas. Para el segundo semestre (2017/2018). ....	89
Figura 6.10. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas. Para el primer semestre (2018/2019). ....	90
Figura 6.11. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas. Para el segundo semestre (2018/2019). ....	90
Figura 6.12. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas. Para el primer semestre (2019/2020). ....	91
Figura 6.13. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas, dividiendo las interacciones por tipo de videos: teoría (color azul) y resolución de problemas (color rojo), para el primer semestre (2017/2018). ....	93
Figura 6.14. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas, dividiendo las interacciones por tipo de videos: teoría (color azul) y resolución de problemas (color rojo), para el segundo semestre (2017/2018). ....	93
Figura 6.15. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas, dividiendo las interacciones por tipo de videos: teoría (color azul) y resolución de problemas (color rojo), para el primer semestre (2018/2019). ....	94
Figura 6.16. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas, dividiendo las interacciones por tipo de videos: teoría (color azul) y resolución de problemas (color rojo), para el segundo semestre (2018/2019). ....	94
Figura 6.17. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas, dividiendo las interacciones por tipo de	

videos: teoría (color azul) y resolución de problemas (color rojo), para el segundo semestre (2018/2019). .....	95
Figura 6.18. Caracterización de los datos a partir de número de interacciones de cada tipo y número de reproducciones que el estudiantado realizan con los videos. Altura de corte establecida para dividir dos grupos. ....	97
Figura 6.19. Caracterización de los datos a partir del número de interacciones de cada tipo y número de reproducciones que el estudiantado realizan con los videos. Altura de corte establecida para homogeneizar el número de videos en dos grupos. ....	98
Figura 6.20. Dendrograma resultante de la agrupación de los videos, teniendo en cuenta exclusivamente las interacciones de cada tipo normalizadas por el número de reproducciones y la duración del video por temática de los videos. ....	99
Figura 6.21. Representación gráfica de los dos primeros componentes con respecto a las interacciones con el video estudiado por tema utilizando los datos originales. ....	100
Figura 8.1. Representación del número de pausas/longitud vídeo realizadas en los vídeos con más pausas. Se ha marcado los puntos de interés del video CP4. $N_p$ =Número de pausas, $V_l$ =Longitud del Vídeo y $N_s$ =Numero de visualizaciones. ....	118
Figura 8.2. Representación del número de pausas realizadas en los vídeos estudiados durante su evolución. $N_p$ =Número de pausas, $V_l$ =Longitud del Vídeo y $N_s$ =Numero de visualizaciones. ....	119

# Capítulo 1

## Introducción

---

En este capítulo se exponen los motivos que han conducido a la elaboración de la tesis, como se organiza y las contribuciones y publicaciones derivadas de este trabajo. Para ello, este capítulo se divide en las siguientes secciones:

- a) *Antecedentes y justificación*, donde se proporciona, brevemente, información sobre la situación y el contexto actual estudiado.
- b) *Objetivos*, donde se expone el objetivo general de esta tesis, las preguntas de investigación abordadas y los objetivos específicos que se persiguen para alcanzar el objetivo general.
- c) *Contribuciones*, donde se incluyen las aportaciones que se hacen en este trabajo al actual estado del arte en lo que se refiere a la utilidad de los vídeos como recursos de aprendizaje en entornos complejos de enseñanza.
- d) *Estructura de la tesis*, donde se indica la forma en que se ha organizado este trabajo y el orden y tipo de experimentos llevados a cabo.
- e) *Publicaciones*, donde se enumeran las publicaciones realizadas con los hallazgos de las investigaciones desarrolladas en esta tesis.

### 1.1- Antecedentes y justificación

El uso del vídeo, como recurso educativo, se ha incrementado de forma significativa en las últimas décadas (Laaser & Toloza, 2017). Actualmente se utilizan de forma generalizada y masiva en entornos de aprendizaje reglados (Shoufan, 2019; Vaganova, Rudenko, Markova, Smirnova, & Kutepov, 2019) y no reglados (Almeida & Almeida, 2018). Sin embargo, podrían realizarse varias preguntas sobre la adecuación, utilidad y usos de este recurso en los diferentes entornos educativos: ¿se están usando los vídeos educativos de forma eficiente?, ¿se conoce que uso hacen el estudiantado de los vídeos? o bien, ¿de qué forma pueden mejorar el aprendizaje?

Las claves del éxito que han hecho del vídeo un recurso educativo usado masivamente en diferentes ámbitos educativos (Wang, Antonenko, & Fieldman, 2017), pueden resumirse en las siguientes:

a) **El avance de la tecnología**

La tecnología está en continua evolución y ha llevado a crear dispositivos cada vez más accesibles y fáciles de usar para poder generar vídeos con un alto, y cada vez mayor, grado de calidad (Jimenez, 2017). Las webcams, teléfonos móviles y tabletas, así como las redes de internet, cada vez más veloces, facilitan la grabación, producción y acceso de este recurso desde cualquier lugar y a cualquier hora a muy bajo coste (Almutairi, 2018).

b) **Transmisor de información**

El vídeo es un recurso audiovisual que, usado con propiedad, puede facilitar la transmisión del conocimiento (Vaganova et al., 2019). La imagen no depende de la lectura para transmitir significado, por lo que el vídeo, que son imágenes en movimiento, tampoco (Dias, Barrére, & de Souza, 2020). Además, a estas imágenes en movimiento se le añade una descripción verbal para reforzar lo que se muestra. La combinación de sonidos e imágenes hace del vídeo un recurso único que puede ayudar a transmitir y reforzar el conocimiento (Cagliero, Farinetti, Mezzalama, Venuto, & Baralis, 2017).

c) **Nuevos entornos, conceptos y necesidades educativas**

El avance de la tecnología y acceso a la información han hecho evolucionar el entorno y la oferta educativa (Oddone, 2019), tanto en la educación reglada como en la no reglada, como puede ser el ámbito industrial o profesional. Hoy en día, existen universidades a distancia y en línea que ofrecen una educación de calidad sin necesidad que el estudiantado tengan que acudir a ningún centro educativo. Este tipo de universidades, en general, son más proclives a usar vídeos educativos en sus cursos (Choe et al., 2019). Desde el punto de vista empresarial, se fomenta cada vez más la formación continua (Terziev, 2017) de sus empleados, lo cual, a su vez, lleva a que haya más ofertas educativas adaptadas a estos entornos. En estas ofertas del ámbito profesional, el principal medio transmisor es el vídeo, como se puede ver, por ejemplo, en *Linkeding Learning* (Linkedin, n.d.) o

*Datacamp* (DataCamp, n.d.). Además, el concepto de la formación permanente y el aprendizaje continuo, está cada vez más integrado en nuestra sociedad (Peters, 2019), y se observa un cambio en el perfil del estudiantado, que compaginan trabajo y familia con su formación y con su desarrollo profesional (Brownell, 2020; McMillan, 2018), y que ven en el vídeo un recurso versátil para cumplir sus objetivos (Dortaj & Allahkarami, 2020).

#### d) **Situaciones de especial complejidad**

En este último año y medio, a causa de una pandemia global debido a la expansión mundial de las enfermedades que provoca el virus SARS-CoV-2, se ha tenido que replantear la metodología para adecuarse a esta nueva realidad social (Aristovnik, Keržič, Ravšelj, Tomažević, & Umek, 2020) donde estudiantes y profesores debían estar confinados como medida preventiva ante tal eventualidad. En este escenario, el vídeo educativo se ha potenciado aún más como recurso educativo para ayudar a mantener los objetivos de aprendizaje (Giordano, Cipollaro, Migliorini, & Maffulli, 2020; Luu et al., 2021).

Este incremento del uso del vídeo como recurso educativo, genera la necesidad de conocer si se está adaptando este recurso educativo a los modelos de aprendizaje de forma efectiva.

Por otro lado, la transmisión efectiva del conocimiento científico, es una tarea que puede ser muy difícil para el docente debido a la complejidad de su contenido (Park & Liu, 2019). Dentro de este conocimiento, en especial, la enseñanza-aprendizaje de aquellas materias que pertenecen a las llamadas ciencias puras, como física y química, y matemáticas, representan desafíos particularmente complejos debido a su idiosincrasia (Alonzo & von Aufschnaiter, 2018; Colthorpe, Sharifirad, Ainscough, Anderson, & Zimbardi, 2018). Estas requieren, por lo general, una alta capacidad de abstracción, una elevada destreza en el pensamiento crítico y habilidad de abordar problemas complejos aplicando la teoría asimilada (Colthorpe et al., 2018; Mohd Zaid & Zainuddin, 2017). Estas dificultades se añaden a otras propias de la metodología o el entorno, como puede ser la educación en línea o semipresencial.

Esta dificultad cobra más relevancia a un nivel educativo universitario (Liu, 2019; Retnawati, Arlinwibowo, Wulandari, & Pradani, 2018) donde estudiantes de primer

curso, tienen que afrontar sus primeros pasos en un entorno nuevo, de mayor dificultad que su paso por la secundaria, y en el que, además, tienen que abordar asignaturas de física y matemáticas, como son el estudiantado de ingeniería (Darlington & Bowyer, 2017; Zalewski, Novak, & Carlson, 2019).

Por todo ello, se plantea la necesidad de conocer el uso que el estudiantado hacen de los vídeos. Para ello, a continuación, se plantean los objetivos planteados en esta tesis.

## **1.2. Objetivos**

El objetivo general de este trabajo es analizar el impacto del uso de recursos de aprendizaje en formato vídeo en el proceso de aprendizaje en un entorno complejo, la educación de la física a nivel universitario.

Para ello se definieron los siguientes objetivos específicos:

- 1) Conocer cómo perciben el estudiantado los vídeos educativos proporcionados.
- 2) Conocer los aspectos particulares por los que el estudiantado percibe de esta manera los vídeos.
- 3) Conocer el uso real que el estudiantado está realizando con esos vídeos.
- 4) Contrastar el uso real de los vídeos con las percepciones del estudiantado.

Estos objetivos se han trabajado abordando las siguientes preguntas de investigación:

- 1) ¿Qué percepción tienen el estudiantado de los vídeos?
- 2) ¿Qué aspectos influyen en la percepción que el estudiantado tiene de los vídeos?
- 3) ¿Qué uso han hecho el estudiantado de los vídeos?
- 4) La percepción del estudiantado, estudiada en las preguntas 1 y 2, ¿se corresponde con la forma en que han utilizado los vídeos, estudiada en la pregunta 3?

Tras el trabajo desarrollado en esta tesis, se ha dado respuesta a las preguntas de investigación lanzadas en este apartado y se ha alcanzado el objetivo marcado. Para lograr esto, se ha realizado una investigación en tres etapas estructuradas: 1) Investigación cuantitativa sobre la percepción de los vídeos utilizados y la influencia de estos en el aprendizaje de la física, 2) Investigación cualitativa sobre la percepción de los vídeos que

apoye la investigación anterior y 3) Investigación sobre la utilización real de los vídeos a través del monitoreo de las interacciones con los vídeos.

### **1.3. Contribuciones**

La principal contribución de la tesis es proporcionar más información sobre la utilidad de los vídeos como recursos de aprendizaje en entornos complejos de enseñanza/aprendizaje para el estudiantado, como es el caso de la física en titulaciones de ingeniería en un entorno universitario.

Básicamente la tesis se centrará en estudiar la utilidad de los vídeos para el proceso de aprendizaje del estudiantado teniendo en cuenta distintas variables: qué tipo de vídeos son más útiles, cuál es el objetivo de los videos en el contexto de la asignatura y del resto de materiales, cómo afecta la duración o la presencia del docente en los vídeos, qué consumo se hace de los vídeos, para qué, y hasta qué punto las conclusiones extraídas varían en entornos presenciales y virtuales. Para ello, el estudio se llevará a cabo en dos entornos: uno 100% en línea (la Universitat Oberta de Catalunya, UOC) y otro presencial (la Escuela Universitaria Salesiana de Sarriá, EUSS).

Estas variables se estudiarán desde dos perspectivas distintas: la percepción de utilidad de los vídeos y el uso real que han hecho el estudiantado de los vídeos. Mediante el uso de técnicas cuantitativas y cualitativas se extraerán conclusiones de cada una de estas perspectivas y, finalmente, se compararán entre ellas para conocer hasta qué punto las expectativas del estudiantado en este contexto son reales y corresponden con el uso que han hecho de los vídeos.

El conocimiento generado en la tesis contribuirá a conocer con más detalle cómo los vídeos pueden ayudar en el aprendizaje/enseñanza de asignaturas complejas, cómo diseñar los vídeos para hacerlos más efectivos y como integrar de forma eficiente los videos en los recursos de una asignatura para mejorar el aprendizaje.

### **1.4. Estructura de la tesis**

Esta tesis se organiza a lo largo de 8 capítulos, los cuales se resumen brevemente a continuación, no sin antes aclarar, que el término experimento usado ampliamente en esta tesis, puede no ser el adecuado, pero a partir de ahora, se usará el término experimento como sinónimo de cuasiexperimento.

**Capítulo 1:** presenta una descripción general del estudio llevado a cabo, incluidos los antecedentes de investigación, los objetivos y las contribuciones, así como la estructura de esta tesis y la divulgación de los experimentos llevados a cabo en ella.

**Capítulo 2:** describe el marco teórico en el que se engloba el trabajo presentado en esta tesis y presenta la revisión de la literatura relevante (estado del arte) que incluye específicamente los retos actuales que afronta la enseñanza-aprendizaje de la ciencia, y más concretamente de la física para justificar que es una materia que genera un entorno estresante para el estudiante. Seguidamente se presentan las tecnologías disponibles y modos de crear vídeos actuales, así como estudios relevantes de usos de vídeos en la educación de la física a nivel universitario.

**Capítulo 3:** expone la metodología utilizada para abordar el objetivo planteado en la tesis. Para ello, se describen los métodos utilizados para crear los vídeos educativos usados en los experimentos llevados a cabo, la población estudiantil estudiada y se realiza un resumen de la metodología usada para la recopilación y análisis de datos. La explicación de la metodología utilizada en cada experimento particular se amplía y detalla en el capítulo donde se expone.

**Capítulo 4:** presenta el primer experimento llevado a cabo donde se introducen los vídeos educativos propuestos en asignaturas de física de 3 titulaciones y 2 universidades diferentes, una con un entorno 100% en línea y otra con una formación presencial. La recopilación de datos se realiza a través de dos métodos, uno cuantitativo (cuestionarios) y otro cualitativo (entrevistas semiestructuradas). En este capítulo se analiza los resultados obtenidos únicamente con las encuestas para dar respuesta a la primera pregunta de investigación: “¿Qué percepción tienen el estudiantado sobre los vídeos?”, y se realiza, además un estudio comparativo del rendimiento tras la introducción de los vídeos propuestos.

**Capítulo 5:** presenta el análisis de las entrevistas semiestructuradas para ampliar la información y conclusiones obtenidas en el capítulo anterior y dar respuesta a la segunda pregunta de investigación: “¿Qué aspectos influyen en la percepción sobre los vídeos?”

**Capítulo 6:** expone el último experimento realizado en este trabajo, donde se analizan los datos obtenidos de las interacciones llevadas a cabo por el estudiantado con los vídeos propuestos a través de un plugin que registra las pulsaciones sobre los botones del vídeo.

Con ello se da respuesta a la cuarta pregunta de investigación: “¿Qué uso han hecho el estudiantado de los vídeos?”

**Capítulo 7:** se contrastan los resultados y conclusiones obtenidos en los análisis llevados a cabo en los capítulos IV y V con los del Capítulo 6, y así conocer hasta qué punto las percepciones del estudiantado concuerdan con el uso real de los vídeos. De esta forma se da respuesta a la última pregunta de investigación: “¿se corresponde la percepción del estudiantado con la forma en que han utilizado los vídeos?”.

## **Capítulo 8:**

En el último capítulo se presentan la discusión y conclusiones globales de la tesis, las limitaciones de este trabajo y las perspectivas futuras.

### **1.5. Publicaciones**

Las publicaciones para divulgar el conocimiento adquirido con esta tesis son las siguientes:

- García, V.; Perez-Navarro, A. & Conesa, J. (2015). Analysis of the kind of videos and their utility in physics subjects in virtual and blended environments. In EDULEARN15 Proceedings. Barcelona, ISBN: 978-84-606-8243-1, ISSN: 2340-1117.

*Artículo de conferencia que analiza diferentes tipos de vídeos desde el punto de vista de su creación y la tecnología disponible para ser usado en la educación de ciencias.*

- García, V.; Perez-Navarro, A. & Conesa, J. (2018). How Science University Students use the Video in their Learning Process? In European Distance and E-Learning Network (pp. 84–92). Barcelona. ISBN: 978-615-5511-25-7, ISSN: 2707-2819. DOI: 10.38069/edenconf-2018-rw-0012.

*Artículo de conferencia que analiza los diferentes usos que los estudiantes hacen con los vídeos para alcanzar sus objetivos educativos.*

- García, V.; Pérez-Navarro, A. & Conesa, J. (2018). Videos con las manos: fáciles de crear, expresivos y útiles para los estudiantes. Actas de las Jornadas sobre Enseñanza Universitaria de la Informática, vol. 3. Páginas: 351-358. ISSN: 2531-0607.

*Artículo de conferencia que introduce los vídeos propuestos en esta tesis, los llamados “Vídeos con las manos” y explica las peculiaridades y posibles ventajas de los mismos.*

- Pérez-Navarro, Antoni, García, V., & Conesa, J. (2021). Students’ perception of videos in introductory physics courses of engineering in face-to-face and online environments. *Multimedia Tools and Applications*, 80(1), 1009–1028. DOI: 10.1007/s11042-020-09665-0. IF: 2.313, Q1 (JCR).

*Artículo de revista en el que se usan los vídeos propuestos en esta tesis en la asignatura de introducción a la física de primer año de carrea durante 3 semestre en dos universidades diferentes, la UOC y le EUSS. En este estudio se analiza las percepciones de los estudiantes con respecto a los vídeos propuestos. Esta investigación está desarrollada en el Capítulo 4.*

- Pérez-Navarro, A., García, V., & Conesa, J. (2021). Students’ Behavior and Perceptions Regarding Complementary Videos for Introductory Physics Courses in an Online Environment. *Applied Sciences*, 11(2), 523. DOI: 10.3390/app11020523. IF: 2,474, Q2 (JCR).

*Artículo de revista en el que se amplía y complementa la información del artículo anterior con varias entrevistas estructuradas realizadas a los estudiantes respecto a los vídeos introducidos. La investigación de este artículo se desarrolla en el capítulo V.*

- García, V., Pérez-Navarro, Antoni & Conesa, J. (2021). Video with hands: An Analysis of usage and interactions of undergraduate science students for acquiring physics knowledge. IF: 2,313, Q1 (JCR). Enviado para su valoración el mayo de 2021.

*Artículo de revista en el que se analiza las interacciones de los estudiantes con los vídeos propuestos monitorizados a través de un plugin incluido en los mismos con el fin de contrastar el resultado de las percepciones de los estudiantes obtenidos en las investigaciones anteriores con las interacciones reales que realizan. Este estudio se desarrolla en el Capítulo 6.*

# Capítulo 2

## Estado del arte y marco teórico

---

El paradigma en el que se engloba esta tesis tiene un enfoque marcadamente conductista: 1) se considera que se puede influenciar en el desempeño y aprendizaje educativo desde elementos externos realizando las adaptaciones ambientales y curriculares necesarias, 2) la figura del docente es la de ingeniero educacional y administrador de contingencias y 3) el concepto de aprendizaje se refleja en un cambio estable en la conducta. Sin embargo, aunque el enfoque es claramente conductista, el video educativo puede ayudar, además, a conseguir el cambio mental propio del constructivismo, pues existen vídeos que buscan crear esa respuesta de autodescubrimiento en el estudiantado (Grigoropoulos & Ioannidis, 2019; Jimenez, 2017).

Debido a que se han creado vídeos de una forma muy concreta, se ha revisado la tecnología actual para crear vídeos, sus peculiaridades y las características que puede poseer un vídeo educativo para ser un buen transmisor del conocimiento. Seguidamente, se presenta el estado actual del uso de distintos tipos de vídeos en la educación de la física a nivel universitario, y, por último, una revisión de la literatura del estudio de percepciones del estudiantado sobre el vídeo educativo y sobre registro y análisis de interacciones del estudiantado con los vídeos para conocer su comportamiento y rendimiento.

En definitiva, en este capítulo se expone el estado actual de las investigaciones en el ámbito de esta tesis, y, por tanto, la base inicial en la que se apoya esta tesis para avanzar en este conocimiento. Para presentar el marco teórico en el que se engloba esta tesis, el estado del arte general del tema tratado hasta la fecha se expone en los siguientes apartados:

- a) *Retos de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia*, debido a que se ha descrito la materia a impartir como un entorno particularmente estresante para el estudiantado por englobarse dentro de las ciencias puras, se hace un repaso de los retos actuales que se abordan en la enseñanza-aprendizaje de estas temáticas.

- b) *Retos de la enseñanza-aprendizaje de la física*, dentro de las ciencias puras se realiza un estudio bibliográfico de forma más específica, para los retos actuales en la enseñanza-aprendizaje de la física a nivel universitario, que es el conocimiento que se ha transmitido durante esta tesis.
- c) *Las características del video y tecnologías de creación*, en la que se presentan las diferentes variables que el educador puede tener en cuenta a la hora de elaborar un video educativo y las características de la tecnología actual para su creación.
- d) *El video para la enseñanza de la física*, en el que se presenta el uso actual que se está haciendo del video educativo en la enseñanza-aprendizaje de la física a nivel universitario.
- e) *Percepción de la utilidad*, en el que se presenta estudios previos sobre la percepción de utilidad de los estudiantes y de interacciones de estos con los videos.
- f) *Conclusión y aportaciones*, en el que se expone en qué sentido la presente tesis avanza en el conocimiento planteado.

## **2.1. Retos de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia**

Los retos a nivel universitario para transmitir de forma efectiva el conocimiento científico son numerosos, variados y dependen, en gran medida, del contexto del conocimiento científico a transmitir (Marshman & Singh, 2017; Mudau, 2016; Park & Liu, 2019). Aun así, en general, se pueden distinguir determinadas dificultades comunes cuando se habla de la educación en ciencia, las cuales se han recogido en la Tabla 2.1. Estas se han clasificado entre dificultades encontradas desde el punto de vista de los educadores (adaptarse al estudiantado, integración de programas específicos, hacer relevante el conocimiento científico y seguir una correcta transversalidad) y desde el punto de vista del estudiantado (conocimientos previos, uso del lenguaje científico, capacidad de adaptación requerida en estos temas, conceptos erróneos preconcebidos, interrelación entre contenidos y aprendizajes erróneos sobre aspectos específicos) y reflejan de forma resumida la complejidad de transmisión del conocimiento científico. A continuación, se especifican, dentro de las ciencias, los retos particulares que aborda la enseñanza-aprendizaje de la física.

## **2.2. Retos de la enseñanza-aprendizaje de la física**

En el contexto de la educación de la física, el interés y la motivación del estudiantado hacia esta materia se vuelven cada vez más negativas a medida que el estudiantado

progresan en la enseñanza (Colthorpe et al., 2018; Marshall, Smart, & Alston, 2017) incluso durante la universidad (Booth et al., 2017). A pesar de que, en algunos casos, el aprendizaje de la física ha aumentado en la escuela secundaria (Postlethwaite & Skinner, 2017), su comprensión por parte del estudiantado sigue siendo deficiente, observándose solo una mejora marginal (McGlamery & Lentfer, 2017).

*Tabla 2.1. Dificultades actuales para una transmisión significativa del conocimiento científico.*

<b>Desde el punto de vista del estudiantado.</b>	Diferencias en sus conocimientos previos, que han adquirido, principalmente, a través de su paso por la educación secundaria.
	Dificultad de interpretación y comprensión del lenguaje científico (formulación química, lenguaje matemático y físico).
	Necesidad de una gran capacidad de abstracción e interpretación para comprender efectivamente estas temáticas, y saber diferenciar entre memorizar y comprender.
	Conceptos preconcebidos sobre la dificultad e inaccesibilidad de estas temáticas.
	Problemas para comprender los conceptos y nociones en materias de física, química y matemáticas, sus estructuras e interrelación, y cómo operar con ellos.
	Aprendizajes erróneos sobre conocimientos concretos en campos científicos.
<b>Desde el punto de vista del profesorado.</b>	Proporcionar una educación lo más personalizada posible a un gran número del estudiantado.
	Integrar los programas informáticos científicos (como pueden ser los programas de álgebra o las herramientas de visualización electrónica de adquisición de medidas) en el proceso de aprendizaje.
	Contextualizar las temáticas a estudiar con la vida real e integrarlas en el resto del currículo para que los contenidos no queden aislados.
	Ofrecer una correcta transversalidad y continuidad a los contenidos en los diferentes años académicos.

**Fuentes:** Elaboración propia a través de la información presentada en: (Bevins & Price, 2016; Park & Liu, 2019).

Por ello, hay que tener en cuenta que, en el primer año de universidad, el personal docente tiene que lidiar con la problemática que presentan de forma genérica el estudiantado para visualizar conceptos de física básica. Una de las áreas más tempranas y estudiadas en la investigación de educación en física es la comprensión por parte del estudiantado de la fuerza, la velocidad y la aceleración. Uno de los fenómenos más conocidos y documentados en este campo es la creencia (incorrecta) del estudiantado de que la fuerza neta sobre un objeto y su velocidad deben estar en la misma dirección (Alonzo & von Aufschnaiter, 2018). También está bien documentado que el estudiantado, a menudo,

tienen dificultades para distinguir entre la velocidad y la aceleración de un objeto (Mohd Zaid & Zainuddin, 2017). Con respecto a magnetoestática, es fácil adquirir conceptos erróneos durante la transmisión del tema de inducción cuando relacionan hechos reales con la teoría (Zuza, van Kampen, De Cock, Kelly, & Guisasola, 2018). Finalmente, tanto en magnetoestática como en teoría de circuitos el estudiantado suelen tener problemas de visualización e interpretación de los hechos científicos (Russ & Odden, 2017). Esta revisión de las problemáticas específicas de la transmisión del conocimiento de la física pone de relevancia el ambiente particularmente estresante que aborda el trabajo de esta tesis, la cual cubre temas de mecánica, electroestática, teoría de circuitos y magnetoestática. En materias de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), se requiere no únicamente la interiorización de unos conceptos complejos, sino la aplicación de dichos conceptos en la resolución de problemas. Por ello, el aprendizaje basado en problemas es muy común en este tipo de materias (He, Ji, & Bobbie, 2017; National Academies of Sciences, Engineering, 2017).

Desde el punto de vista de los cursos de física, la resolución de problemas se utiliza como modelo instruccional (Argaw, Haile, Ayalew, & Kuma, 2017; Mason & Singh, 2016; Weaver, Chastain, DeCaro, & DeCaro, 2018), que es común en muchas facultades (McPadden & Brewere, 2017; Zhang, Ding, & Mazur, 2017).

A continuación, se expondrán las características y posibilidades que la tecnología ofrece para crear vídeos con el objetivo de transmitir este conocimiento y habilidades.

### **2.3. Las características del vídeo y de las tecnologías disponibles para crearlos**

Antes de emprenderse en la creación de videos educativos para la transmisión del conocimiento científico, las personas docentes deben tener en cuenta los medios y la tecnología disponibles para la generación de vídeos. En la Figura 2.1 pueden verse, sin ningún orden en particular, las principales tecnologías disponibles que actualmente tienen estas personas para generar vídeos. En cada tecnología se ha añadido una pequeña explicación sobre la misma. La Figura 2.1 pone de manifiesto la variedad de formas en las que se puede crear un vídeo educativo, y por tanto añade la dificultad de elección de la tecnología adecuada para cada situación. En esta se presenta: 1) una grabación en vídeo es lo más usual (una cámara que graba al educador dando una lección), pero puede haber otras formas de vídeos que sean más adecuadas, como 2) la animación que permite representar objetos complejos, incluso 3) la tecnología 3D que ayuda a aumentar la visión

espacial. Además, los educadores que no desean salir en el vídeo pueden usar 4) la tecnología livescribe o el 5) digital storytelling para transmitir el conocimiento con textos o imágenes mientras se le escucha dando clase. 6) El hypervideo permite al usuario una gran interacción con los vídeos, disponiendo de botones más allá de los de reproducción y que aumenta la participación de los estudiantes en su propia educación. 7) La videoconferencia permite una interacción a tiempo real entre estudiantes y educador, pero existen 8) otros formatos, como usar películas cinematográficas para exponer conceptos científicos.

A parte de las tecnologías disponibles, el personal docente debe tener en cuenta multitud de variables a la hora de realizar el vídeo que ayude a optimizar o mejorar la transmisión del conocimiento científico. Estas variables se han resumido en la Tabla 2.2, la cual refleja la complejidad a la que se enfrenta esta persona a la hora de elaborar este recurso educativo. En la Tabla 2.2 las características se han dividido entre neutrales y relativas. Las características neutrales son aquellas que no están sujetas a interpretación, como es la tecnología para crear los vídeos, los elementos que componen esos vídeos (audio, botones, formato...etc.), momento del visionado (en tiempo real o en diferido), Autor-usuario (si el estudiante es el usuario o el autor del vídeo), la relevancia del recurso (si el vídeo es el recurso principal o forma parte del recurso, como los laboratorios digitales) y tipo de comunicación (unidireccional o bidireccional).

*Tabla 2.2. Clasificación de las características del vídeo educativo.*

<b>Características neutrales</b>	<b>Características relativas</b>
Tecnología utilizada para producir/visionar el vídeo	Adecuación al propósito educativo
Elementos del vídeo	Metodologías educativas en la que puede englobarse
Momento del visionado	Tipología de la audiencia apropiada
Autor-usuario	Número apropiado de usuarios
Foco principal del vídeo	
Técnicas de post-producción/producción utilizadas	
Relevancia	
Tipo de comunicación	
La característica de la calidad expresiva del vídeo puede evaluarse desde ambos puntos de vista, siguiendo patrones/reglas definidas o a través de la opinión de expertos.	

**Fuentes:** (Brame, 2016; Víctor García et al., 2015; Koumi, 2006)

Cada característica expuesta en la Tabla 2.2 puede tener dos o más valores. En la Figura 2.2 se han expuesto de forma visual todas estas características, así como sus propiedades.



Figura 2.1. Tecnología para producir/mostrar vídeos.

Fuentes: (Brame, 2016; García, Perez-Navarro, & Conesa, 2015; Rengel, Pascual, Íñiguez-de-la-Torre, Martín, & Vasallo, 2019).

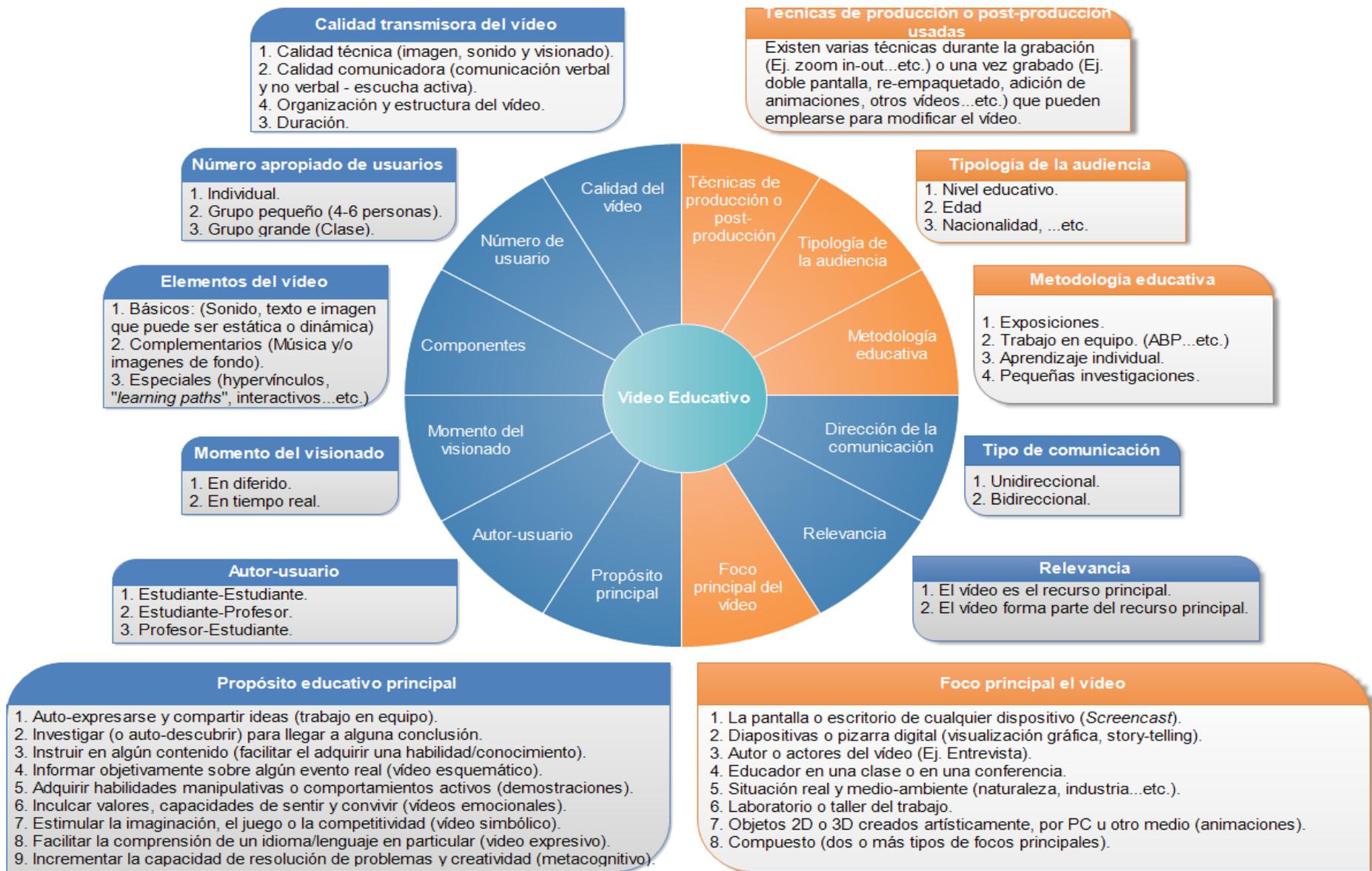


Figura 2.2. Variables a la hora de realizar el video que ayude a optimizar o mejorar la transmisión del conocimiento científico Azules (Variables neutrales), Naranjas (Variables relativas). **Fuentes:** (Brame, 2016; Víctor García et al., 2015; Koumi, 2006).

Las características relativas son aquellas que son interpretativas, como la adecuación del vídeo al propósito educativo, la metodología educativa en la que puede englobarse, la educación a la audiencia y el número apropiado de usuarios. Todas estas variables se pueden tener en cuenta a la hora de crear un vídeo educativo, y se deben combinar para potencial el poder transmisor del vídeo (Koumi, 2006).

Estas características no se presentan de forma aislada, sino que están relacionadas entre sí. En la Figura 2.3 se ha expresado esta interrelación de forma gráfica. En azul se presentan las características neutrales descritas anteriormente, es decir, las que dependen de la tipología, diseño y naturaleza del propio vídeo, y por lo tanto no están sujetas a interpretación y; en naranja, las características relativas, aquellas que podrían juzgarse en función de las neutrales, así como del contenido del propio vídeo, es decir, del contenido, temas, unidades didácticas, etc., y por tanto sí están sujetas a interpretación (Brame, 2016; Víctor García, Perez-Navarro, & Conesa, 2015).

Estas características se interrelacionan con aquellas propias del contenido, así como de su calidad técnica y comunicativa para dar como resultado el recurso audiovisual final.

En la Figura 2.3 se muestran cuatro grupos principales que permiten describir al vídeo educativo: 1) El contenido del mismo, en qué orden se presenta y como se desarrolla; 2) el contenedor, que se refiere a la forma y tipo de del vídeo y las interacciones que con él se permiten; 3) la calidad de los elementos que constituyen al vídeo, como son la imagen y el sonido; y 4) los Objetivos, que engloban el propósito por el que se ha creado dicho recurso, la metodología educativa y la audiencia para la que está diseñado.

En esta figura se puede ver que estos bloques están correlacionados, así la modificación de las características relativas para que se adapten a los objetivos educativos definidos puede hacer que tenga que adaptar también el contenido del vídeo (Grosser, Bientzle, & Kimmerle, 2020; Voronkin, 2019) y cómo se organiza y desarrolla este (Brame, 2016), y viceversa (Hobbs & Friesem, 2019). Partiendo del contenido de un vídeo, este puede determinar a qué objetivos educativos se pueden adaptar mejor para conseguir los objetivos educativos (Aleknavičiūtė, 2020). Así mismo, los objetivos, además, influyen en la búsqueda de las características neutrales adecuadas para su consecución (Brame, 2016; Rengel et al., 2019).

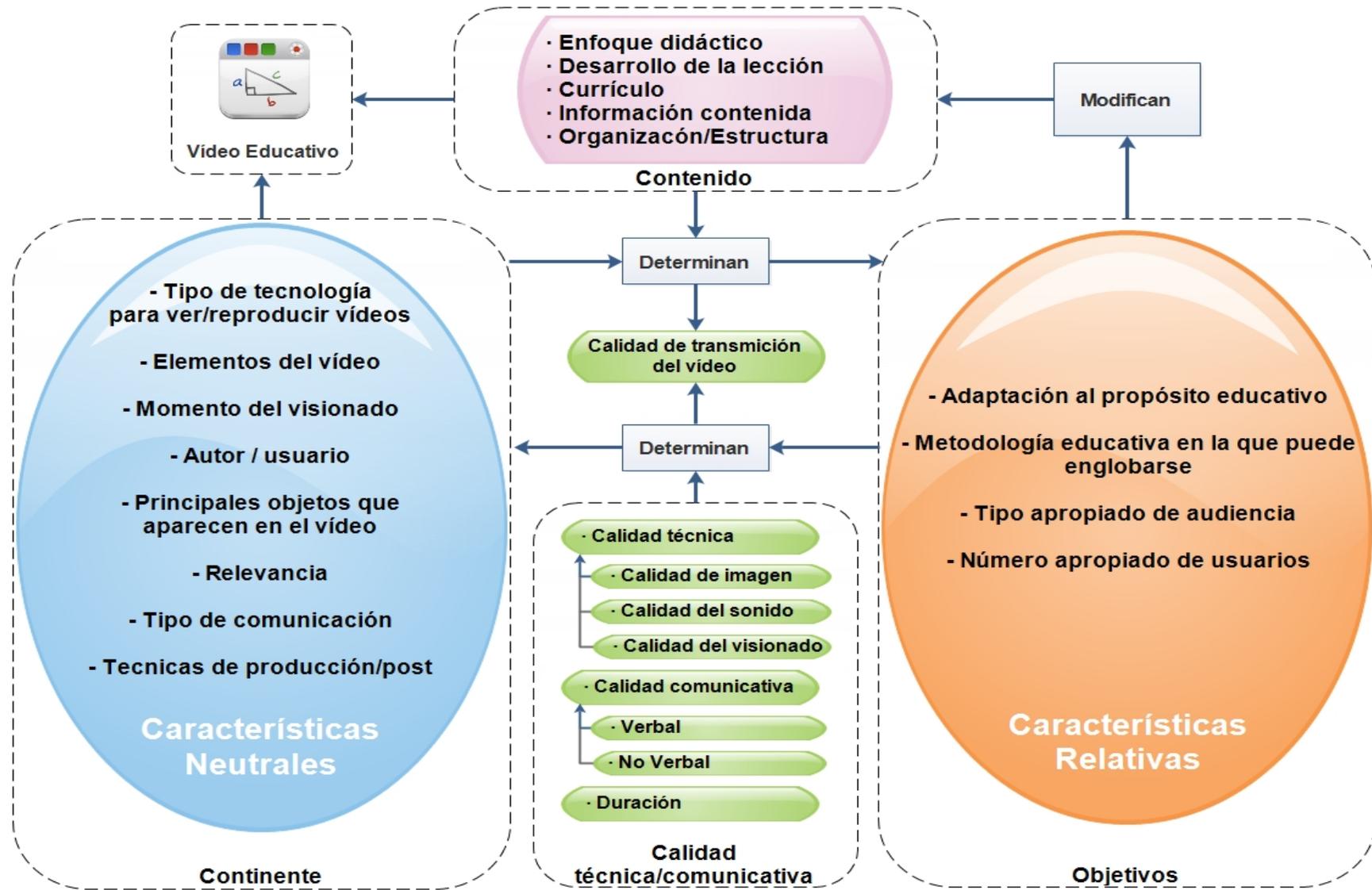


Figura 2.4. Interrelación entre las características de un vídeo para determinar su calidad transmisora del conocimiento.

**Fuentes:** Elaboración propia a partir de (Aleknavičiūtė, 2020; Brame, 2016; Víctor García et al., 2015; Grosser et al., 2020; Hobbs & Friesem, 2019; Koumi, 2006; Rengel et al., 2019; Voronkin, 2019)

Por último, está la calidad técnica y comunicativa del vídeo (Koumi, 2006) en la que influye el tiempo (Guo, Kim, & Rubin, 2014; Koumi, 2006), ya que se ha visto que la duración del vídeo influye en la calidad transmisora de este (Afify, 2020).

El contenido y continente final forman el vídeo educativo final, y los cuatros bloques definidos determinan la calidad transmisora del mismo.

#### **2.4. El vídeo como recurso multimedia seleccionado para facilitar el aprendizaje de la física**

Es importante tener en cuenta que las explicaciones dadas por el profesorado juegan un papel clave en el aprendizaje del estudiantado de física (Kulgemeyer et al., 2020). Tales explicaciones pueden darse verbalmente, a veces en forma de conferencia, pero también en discusiones con toda la clase. Además de incluir diagramas y cálculos escritos en una pizarra o pantalla (Saouma, Bahous, Natout, & Nabhani, 2018), tanto presencial como digitalmente a través de internet, especialmente este último año a causa de la pandemia mundial del COVID (Delgado, 2021). El video puede facilitar el uso, la entrada y el acceso a la información (Tella, Bode-Obanla, & Sulyman Age, 2020). Además, el uso de videos como recurso educativo ha sido muy positivo en algunos aspectos, como lograr el efecto deseado en el estudiantado (de Lima Lopes et al., 2019; Zanelidin & Ahmed, 2018) y facilitar el trabajo del profesorado (Dong, Kumar, Rajaratnam, & Kowitlawakul, 2015).

Además, desde el punto de vista del estudiantado, el vídeo puede ser una herramienta didáctica fundamental para mejorar el seguimiento de los cursos de ciencias en general, y de física en particular, por varias razones:

- Puede facilitar que el estudiantado adquiera la capacidad de abstracción requerida para este tipo de curso (Elçiçek & Karal, 2020; Niemi, Niu, Li, & Vivitsou, 2019; Sari, Samosir, Sahara, Agustina, & Anita, 2020). En concreto (Elçiçek & Karal, 2020) utilizan los vídeos como medio de reducir la dificultad del tema de lógica para facilitar a los estudiantes las habilidades de programación.
- Ayuda a relacionar diferentes cursos científicos para una mejor interiorización y transversalidad (Ripoll, Godino-Ojer, & Calzada, 2021). En este estudio, los autores utilizan los vídeos, además de para otros propósitos, como medio de relacionar temas necesarios a interiorizar en estudiantes de ingeniería química.
- Puede contribuir a reducir la percepción de dificultad asociado a los cursos de ciencias (Kulgemeyer, 2020; Kusdiastuti, Gunawan, Harjono, Nisyah, &

Herayanti, 2020). Estos últimos autores utilizan los vídeos como herramientas de apoyo para facilitar la transmisión de conceptos específicos de la física.

- Puede facilitar la transición y la adquisición del lenguaje científico (Kulgemeyer, 2020). En este el autor hace uso del vídeo para facilitar a los profesores de física la transmisión del conocimiento y ayudar a interiorizar el lenguaje técnico.

## **2.5. Percepción de utilidad y recolección de los datos de interacciones de los vídeos por parte del estudiantado**

Recientemente, Nagy (Nagy, 2018) evaluó una aplicación del Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM) al uso del video por parte del estudiantado, donde se muestra que la utilidad percibida, la actitud y la autoeficacia en Internet tiene un efecto directo sobre el uso del video.

Costey, et al. ponen de relevancia la importancia de obtener esta retroalimentación, y busca patrones de actividad de video, buscando anomalías de comportamiento como picos de interacción, es decir, acumulación de interacción en un punto específico en la evolución del video que pueda indicar interés o confusión del estudiantado (Costley, Fanguy, Lange, & Baldwin, 2020). Al extender esta observación, es posible identificar patrones de actividad del estudiantado que pueden explicar los picos, incluido ir al comienzo de material nuevo, regresar al contenido perdido o reproducir un segmento corto (Choi et al., 2019).

Para obtener información de la interacción entre estudiantes y videos, Greff et al. utilizaron archivos de registro del servidor de transmisión (Greiff, Niepel, Scherer, & Martin, 2016) y Shi et al. utilizaron reproductores de video especiales para grabar una amplia variedad de comportamientos de navegación (Shi, Fu, Chen, & Qu, 2014). Algunos trabajos han utilizado el seguimiento de esas interacciones para predecir el desempeño del estudiantado en la educación superior en temas de física (Hasan, Palaniappan, Mahmood, & Abbas, 2020) y para estudiar la participación en cursos introductorios de mecánica (Lin et al., 2017).

Por lo tanto, se puede observar la importancia de obtener información de la interacción del estudiantado con el video para proporcionar a los docentes una base y comprensión sobre el desempeño del estudiantado.

## **2.6. Conclusión y aportaciones**

En un contexto estresante como es la educación de asignaturas de física a nivel universitario, esta tesis avanza en la comprensión del uso de los vídeos por parte del estudiantado. No solo se ha analizado la percepción del estudiantado en un entorno educativo 100% en línea y semipresencial, sino que también se ha realizado un análisis del uso real de los vídeos propuestos para contrastar lo previamente percibido. En la realización de los vídeos, se ha tenido en cuenta la comunicación no verbal y se ha evaluado como esta es percibida. De esta manera, esta tesis contribuye a aumentar el conocimiento sobre el uso de los vídeos educativos en cuatro puntos principales: 1) La utilidad percibida para la consecución de los objetivos educativos, 2) La percepción de la relevancia con respecto a otros recursos educativos, 3) La percepción respecto a la especial adecuación a un conocimiento que requiere del aprendizaje basado en problemas, 4) Cómo usan el estudiantado este recurso educativo.

Es importante mencionar, las dificultades inherentes que entraña la educación de la física a nivel universitario, además de los retos que entraña la formación no presencial del conocimiento científico. Dichos retos requieren mayor esfuerzo de los equipos docentes y la elaboración de recursos de calidad. En este sentido se ha sido consciente de la gran dimensión de parámetros y características que entraña la elaboración de un vídeo educativo y qué características podrían potenciar el poder transmisor del vídeo para el caso en el que se centra esta tesis: la transmisión del conocimiento de la física.

# Capítulo 3

## Metodología

---

En este capítulo se expone la metodología de esta tesis y como se ha abordado la realización de cada experimento llevado a cabo, la recogida de datos y el análisis de los resultados. Esta tesis se basa en la metodología *Design and Creation* (Peffer, Tuunanen, Rothenberger, & Chatterjee, 2007), que aborda las fases en la que se divide este capítulo:

- a) *Identificación del problema*, en la que se identifica el problema y se presentan evidencias de su relevancia y aplicabilidad.
- b) *Objetivos y preguntas de investigación*, donde se especifica el objetivo general y los específicos, se hacen las preguntas pertinentes a abordar y se elaboran las hipótesis necesarias para las mismas.
- c) *Elaboración del artefacto y la población bajo estudio*, Diseñar un artefacto que implemente el entorno propuesto y permita validar las hipótesis planteadas: en este caso, el artefacto está compuesto por un entorno real (asignatura de física) en el que se utilizan vídeos educativos para dar soporte al aprendizaje. En la tesis se han creado los videos e integrado en distintas asignaturas para evaluar las preguntas de investigación planeadas.
- d) *Metodología del experimento*, esta fase aborda la validez de las hipótesis planteadas mediante la ejecución de distintos experimentos.
- e) *Evaluación de los resultados*, en esta fase se evaluarán los resultados obtenidos en la fase anterior, individualmente, y en conjunto para dar respuesta a las preguntas de investigación presentadas.
- f) *Difusión del conocimiento*, corresponde a los distintos recursos creados durante el trabajo de investigación para difundir los hallazgos encontrados: artículos de investigación y de este documento de tesis principalmente.

A continuación, se describe, en más detalle, como se han abordado cada una de estas fases.

### **3.1. Identificación del problema**

En el Capítulo 1 se ha expuesto la justificación y los antecedentes del problema tratado en esta tesis. Antes del año 2016, en la UOC y la EUSS no se utilizaba el vídeo como recurso educativo para ayudar a el estudiantado a lograr sus objetivos educativos en asignaturas de física. Antes de implementar el uso de este recurso en el aula, se realizó una investigación bibliográfica sobre el uso actual de los vídeos para mejorar la transmisión del conocimiento. Este estudio se centró en un contexto de transmisión del conocimiento de la física a nivel universitario. Se analizaron las posibles ventajas y desventajas del uso de este recurso para abordar los desafíos en el ámbito estudiado, así como elegir una forma de crear los vídeos que no fuera complicada para los educadores. Pero se necesitaba conocer cuál sería el comportamiento del estudiantado ante este nuevo recurso: ¿Qué hace el estudiante cuando mira videos educativos propuestos? ¿Qué opina de ellos? ¿Cómo los percibe? Además, es importante saber el uso que el estudiantado realiza de los videos que se les proporciona y como mejoran su aprendizaje, si es que lo mejoran. Para ello, se propusieron las preguntas de investigación y los objetivos comentados en el siguiente apartado. Abordar este problema ha tomado una especial relevancia estos últimos dos años debido al confinamiento a nivel global que se ha dado debido al virus SARS-CoV-2 y que ha hecho necesario buscar alternativas no presenciales a la transmisión del conocimiento científico en el que el vídeo juega un papel fundamental.

### **3.2. Objetivos, preguntas de investigación e hipótesis.**

Como se expuso en el Capítulo 1, el objetivo general de la tesis es analizar el impacto del uso de recursos de aprendizaje en formato vídeo en el proceso de aprendizaje en un entorno complejo, la educación de la física a nivel universitario. Y para ello se definieron los siguientes objetivos específicos:

- Conocer cómo perciben el estudiantado los vídeos educativos proporcionados. Es importante saber si el estudiantado percibe este recurso como útil para conseguir la consecución de sus objetivos formativos. Aunque las percepciones del estudiantado pueden no casar con la realidad, si los vídeos son percibidos como “no útiles”, es previsible que su uso sea irrelevante. Por ello, este es el primer objetivo a conseguir.

- Conocer los aspectos particulares por los que el estudiantado percibe de esta manera los vídeos. Es necesario averiguar qué elementos hacen que el estudiante perciba de una determinada manera este recurso educativo, ya que esta información ayudará a relacionar el uso, contenido y forma de los vídeos con los sentimientos percibidos.
- Conocer el uso real que el estudiantado está realizando con esos vídeos. No es suficiente con conocer como el estudiantado percibe que usa los vídeos para lograr sus objetivos educativos. Como se ha comentado anteriormente, la percepción humana puede no casar con la realidad. Por ello es necesario saber el grado de acierto de estas percepciones con resultados objetivos.
- Contrastar el uso real de los vídeos con las percepciones del estudiantado. Una vez conseguidos los tres objetivos anteriores, es necesario ponerlos en común para analizar las diferencias, si las hubiera y poder llegar a una conclusión sobre la utilidad de los vídeos en el entorno educativo propuesto.

Para la consecución de estos objetivos, se lanzaron las siguientes preguntas de investigación, también expuestas en el Capítulo 1:

- 1) ¿Qué percepción tienen el estudiantado de los vídeos?
- 2) ¿Qué aspectos influyen en la percepción que el estudiantado tiene de los vídeos?
- 3) ¿Qué uso han hecho el estudiantado de los vídeos?
- 4) La percepción del estudiantado, estudiada en las preguntas 1 y 2, ¿se corresponde con la forma en que han utilizado los vídeos, estudiada en la pregunta 3?

Como se ha comentado también en el Capítulo 1, en esta tesis se realizan tres experimentos para dar respuesta a estas preguntas de investigación, en el primer experimento se introducen los vídeos educativos propuestos en asignaturas de física de 3 titulaciones y 2 universidades diferentes, una con un entorno 100% en línea y otra con una formación presencial. En el siguiente experimento se realiza el análisis de las entrevistas semiestructuradas para ampliar la información y conclusiones obtenidas en el experimento anterior. Finalmente, en el último experimento se analizan los datos obtenidos de las interacciones llevadas a cabo por el estudiantado con los vídeos propuestos a través de un plugin que registra las pulsaciones sobre los botones del vídeo.

Las hipótesis lanzadas en cada experimento se pueden observar en la Tabla 3.1, donde la primera columna indica la pregunta de investigación a la que pertenece cada conjunto de hipótesis. El subíndice de cada hipótesis indica el número de capítulo en que se aborda.

*Tabla 3.1. Hipótesis tratadas en la presente tesis.*

<b>Experimento</b>	<b>Hipótesis</b>
<b>1</b>	<b>H41:</b> Para una asignatura de física, la satisfacción con los videos es independiente del entorno (presencial o virtual).
	<b>H42:</b> La satisfacción del estudiantado aumenta cuando aparece información no verbal en el video.
	<b>H43:</b> La utilidad percibida tiene un efecto positivo en la satisfacción del aprendizaje.
	<b>H44:</b> La presencia de videos de problemas aumenta la utilidad percibida de los videos.
	<b>H45:</b> La utilidad percibida tiene un efecto positivo en el uso del video.
	<b>H46:</b> El estudiantado prefieren ver videos de resolución de problemas a videos teóricos.
	<b>H47:</b> El estudiantado ven los videos como material complementario en lugar del recurso principal.
<b>2</b>	<b>H51.</b> El estudiantado prefiere los videos a los documentos de texto.
	<b>H52.</b> El estudiantado prefiere videos con elementos humanos.
	<b>H53.</b> El estudiantado prefiere las manos como elemento humano para aparecer en los videos.
	<b>H54.</b> El estudiantado prefiere videos de problemas.
	<b>H55.</b> El estudiantado consume videos vinculados a actividades, entregas o exámenes.
	<b>H56.</b> El estudiantado interactúa con el video cuando lo consumen (es decir, el estudiantado usa el botones reproducir, detener, pausar, avanzar y retroceder mientras mira el video).
<b>3</b>	<b>H61.</b> La duración del video afecta la forma en que el estudiantado interactúan con él.
	<b>H62.</b> El estudiantado mira videos principalmente un período antes de una fecha límite (una entrega de actividad o un examen).
	<b>H63.</b> El estudiantado ven videos de resolución de problemas más que videos teóricos.
	<b>H64.</b> El estudiantado interactúa de una manera diferente (diferentes frecuencias en el uso de “inicios”, “pausas” y / o “búsquedas”) cuando usan videos de teoría que cuando usan videos de resolución de problemas.
	<b>H65.</b> El estudiantado interactúa de forma diferente (distintas frecuencias en el uso de “inicios”, “pausas” y / o “búsquedas”) según el tema enseñado en los videos.

### **3.4. Elaboración del artefacto y la población estudiada**

En este caso, el artefacto explicado en esta sección se refiere a los vídeos utilizados para la consecución de los objetivos de la tesis. A continuación, se indica cómo se han elaborado los vídeos utilizados y posteriormente sobre qué población han sido usados.

#### **3.4.1. Procedimiento para la elaboración de los vídeos y tipología**

Para poder validar las hipótesis planteadas en el apartado anterior, se ha creado una batería de vídeos educativos que cubrieran el contenido de la materia a impartir.

Tal y como se ha comentado en el Capítulo 2, uno de los elementos considerado como importante a la hora de crear los vídeos, fue la transmisión de información “no verbal”. De esa forma se crearon dos tipos de vídeos: 1) captura de pantalla, creados con una tableta Wacom (véase un ejemplo en la Figura 3.1), y por tanto no incluyen ninguna parte del personal docente; y 2) los que se han llamado Vhands, como el que se muestran en la Figura 3.2, creados con una cámara que filmaba las manos del profesor mientras explicaba.

De esa forma, se ha tenido en cuenta lo visto en el capítulo anterior: 1) incluir otras o más partes del personal docente, podría ser contraproducente, y 2) es importante también satisfacer el vínculo emocional con el profesor (Westfall, Millar, & Walsh, 2016), y la provisión de comunicación no verbal (Ouweland, van Gog, & Paas, 2015). Sin embargo, en algunos vídeos, la cabeza del docente se incluyó en una pequeña caja dentro del video para permitir que el estudiantado viese su rostro, y así obtener información sobre las percepciones del estudiantado sobre este tipo de vídeos.

Los vídeos tienen un formato mp4 con códec H.264. La relación de aspecto es 16:9 con 1280 × 720 píxeles a 25 fps. El sonido está en AAC LC, estéreo con una velocidad de bits máxima de 128 kb/s y una frecuencia de muestreo de 48,0 kHz.

Para evitar la influencia que diferentes personas pudieran tener en los vídeos, la persona docente que grabó los vídeos es el mismo profesor en prácticamente todos ellos (excepto para 7 vídeos, que fueron creados por otro docente, aunque al ser un porcentaje pequeño (5%) del total, se consideró que no iban a tener efecto en el experimento).

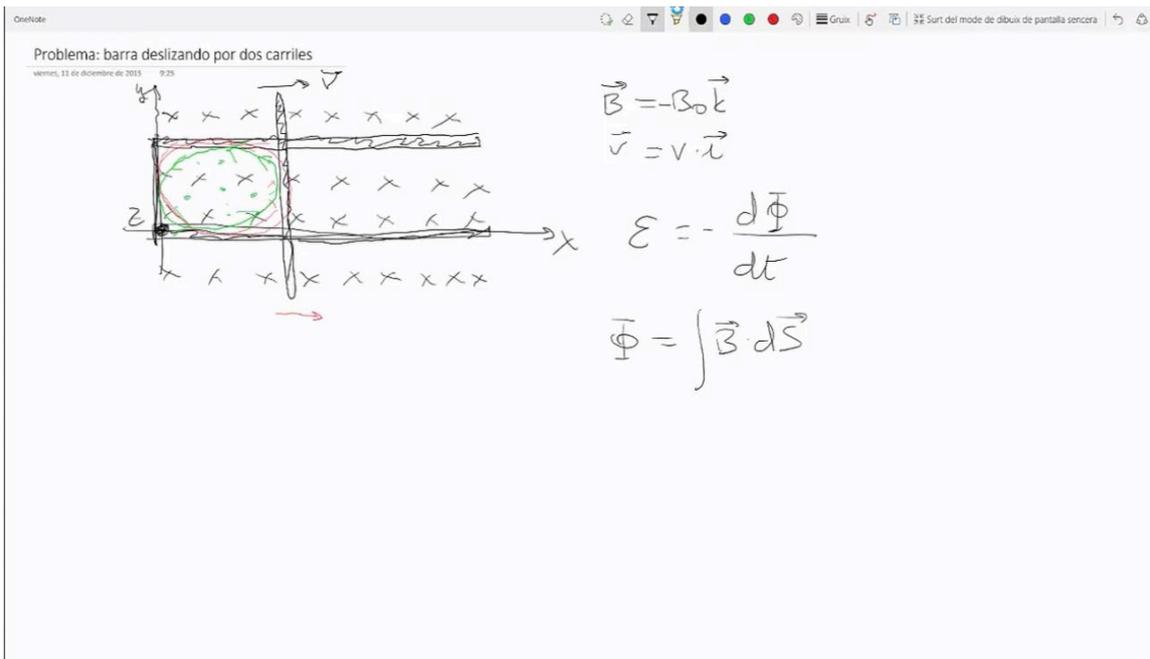


Figura 3.1. Ejemplo de video creado con tableta digitalizadora.

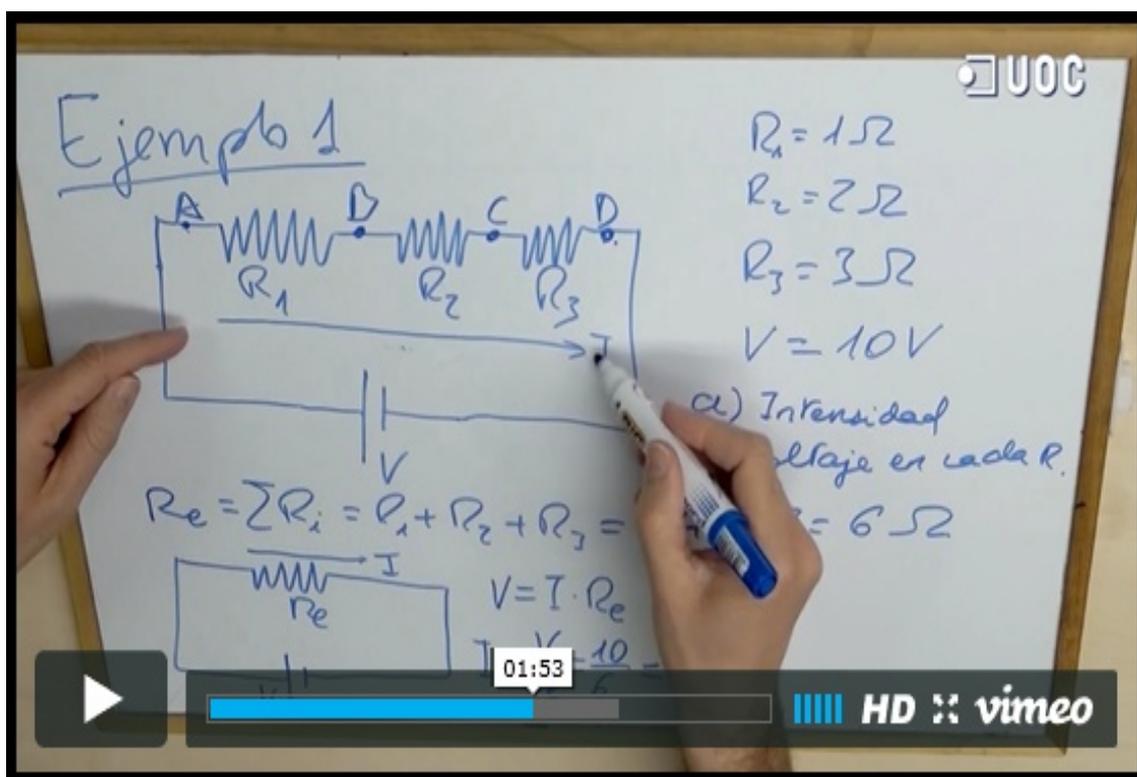


Figura 3.2. Ejemplo de video "con solo manos" Vhands.

Además, debido a que el compromiso del estudiantado aumenta cuando los videos han sido creados por su propio profesor (Guo et al., 2014), el profesor fue el mismo en todas las asignaturas en que se ha llevado a cabo el experimento.

Respecto a su contenido, todos los vídeos corresponden a los mismos temas y siguen la misma estructura y notación utilizada en el material de texto proporcionado en las asignaturas. Las temáticas abordadas en los vídeos de física son: Mecánica, Teoría de Circuitos, Electroestática y Magnetostática.

La enseñanza basada en problemas es propia de las asignaturas de física, como se ha indicado en el marco teórico de esta tesis. Por ello se construyeron dos tipos de vídeos según su contenido, vídeos de teoría y de resolución de problemas.

La Tabla 3.2 muestra el número de videos creados por tema indicados en la fila (Mecánica, Teoría de Circuitos, Electroestática y Magnetostática) y tipo (Teoría o Problema): usando diferente tecnologías: 94 videos con las manos (casi 10 h); y 46 videos de captura de pantalla con tableta (más de 7 h).

*Tabla 3.2. Número de videos creados con tableta y Vhands. Entre paréntesis se muestra el número de videos de problemas de cada grupo.*

	<i>Solo con las manos</i>		<i>Tableta</i>	
	<b>Número Teo/Prbl</b>	<b>Tiempo Teo/Prbl</b>	<b>Numero Teo/Prbl</b>	<b>Tiempo Teo/Prbl</b>
<b>Mecánica</b>	21/18	1:54:20/1:56:26	3/21	0:17:38/3:16:26
<b>Teoría de Circuitos</b>	12/6	0:50:36/0:44:58	0/0	0/0
<b>Electroestática</b>	7/10	0:34:23/1:23:14	5/7	0:52:24/0:58:45
<b>Magnetoestática</b>	9/11	0:48:54/1:25:46	4/6	0:36:55/1:06:50
<b>TOTAL Teo/Prbl</b>	49/45	4:08:13/5:39:24	12/34	1:45:57/5:22:01
<b>TOTAL Videos</b>	94	9:47:37	46	7:08:58
<b>TOTAL</b>	142 videos		16:56:35	

La Tabla 3.3 muestra los temas cubiertos en cada asignatura que se da en los tres cursos estudiados: Física de los diversos grados de Ingeniería Industrial de la EUSS (“EUSS”); Física I del grado de Tecnologías de Telecomunicación de la UOC (“TI”) y Fundamentos Físicos de la Informática del grado de Informática de la UOC (“Inf”)

Tabla 3.3. Contenido de todos los temas involucrados en el experimento.

	<i>TI</i>	<i>Inf</i>	<i>EUSS</i>
<b>Mecánica</b>	x		x
<b>Teoría de circuitos</b>		x	
<b>Electroestática</b>	x	x	x
<b>Magnetoestática</b>	x	x	x

Hasta aquí se ha detallado la elaboración y tipología de los artefactos a usar en los experimentos. A continuación, se detallan los experimentos llevados a cabo en esta tesis.

### 3.4.2. Dificultad de creación de los videos

Se ha utilizado los datos recopilados durante la creación de los videos para evaluar la dificultad de crear cada tipo de videos. Dado que han sido elaborados por un solo profesor, los datos recopilados son homogéneos y no presentan problemas de validez. Sin embargo, también es muy particular y difícilmente generalizable, por lo que se trata de un estudio exploratorio. En una línea futura se pretende extender el estudio a otros profesores.

Para medir qué tan fácil fue para el docente crear los videos propuestos, se utilizaron las siguientes variables:

- **Tiempo para crear los videos:** Se ha calculado el tiempo medio necesario para crear un vídeo de 10 minutos de duración para cada tipo, en términos de grabación, post-edición, gestión y corrección de errores. Este último elemento se analiza a partir del tiempo necesario para finalizar el video, en caso de error en el último minuto de la grabación del vídeo.
- **Curva de aprendizaje:** que corresponde a la dificultad del profesor para familiarizarse con la tecnología requerida. Como esta puede ser una variable muy subjetiva (según los conocimientos previos del profesorado), definimos la distancia como el número de ítems que hay que aprender a partir de los más conocidos: papel y bolígrafo.
  - La edición del vídeo es algo que no depende tanto del profesor, ya que puede externalizarse. Por lo tanto, consideraremos la distancia total, pero también la distancia sin considerar la parte de edición.

- **Tiempo requerido para preparar el video con respecto a la hora del video:** este elemento está relacionado con la cantidad de pasos necesarios después de crear los videos. Esta es una variable muy dependiente del video. Por lo tanto, consideraremos la distancia a un video en el que no se debe realizar nada, que definiremos como la cantidad de pasos que se deben realizar desde la primera versión hasta el video final.
  - También hemos considerado qué tan robusto es cada tipo de videos a los errores durante la creación, es decir: cuando hay un error, ¿se debe repetir todo el video?

La Tabla 3.4 muestra el tiempo medio necesario para crear un video estándar de 10 minutos, para grabarlo, editarlo y administrarlo (publicarlo y compartirlo). También hay una columna al final que muestra cuánto tiempo extra de grabación se necesita en caso de cometer un error en el último minuto del video. Estos valores se han calculado considerando el tiempo necesario para crear el repositorio de videos comentados.

Tiempo necesario para crear todo tipo de video

Tabla 3.4. *Tiempo necesario para crear distintos tipos de videos.*

	<b>Tiempo de video</b> (min.)	<b>Grabación</b> (min.)	<b>Post-edición</b> (min.)	<b>Gestión</b> (min.)	<b>Tiempo a repetir por error en el último minuto</b> (min.)
<b>Videos con manos</b>	10	10	30	5	1
<b>WACOM</b>	10	10	300	5	1
<b>Live Scribe®</b>	10	10	0	10	10

La Tabla 3.5 muestra las distancias de los tres tipos de video creados, esta distancia se mide según los elementos necesarios para crear y editar el video y cuanto se alejan estos del uso tradicional de papel y bolígrafo.

Como se puede observar, la curva de aprendizaje más corta y el tiempo de edición más corto, corresponde a videos con manos. La curva de aprendizaje ni siquiera existe si la edición se hace por alguien diferente al profesor.

En el caso de LiveScribe®, también es fácil de aprender, sin embargo, no permite ninguna edición, y, por lo tanto, no es posible advertir sobre errores pedagógicos, ni agregar elementos de señalización, es decir, no es posible agregar no- comunicación verbal. Además, en caso de error, es necesario repetir el video.

Tabla 3.5. Dificultades para la profesora en la creación de distintos tipos de videos.

	<i>Pasos desde el papel y la pluma.</i>	<i>Distancia al papel y bolígrafo</i>	<i>Distancia al papel y bolígrafo, sin edición</i>	<i>Pasos para editar videos</i>	<i>Distancia a la creación de video</i>
<b>Videos con manos</b>	Software de edición	1	0	Warn pedagogical errors Cut wrong parts	2
<b>WACOM</b>	Tableta digitalizadora y Software de edición	2	1	Warn pedagogical errors Cut wrong parts Add signalling items	3
<b>Live Scribe®</b>	Uso del componente LiveScribe®	1	1	Does not allow edition	0

### 3.5. Metodología del experimento llevado cabo para la demostración de hipótesis

El experimento llevado a cabo se divide en tres fases (tres experimentos continuados). La población estudiada en cada experimento, así como los procedimientos para la recopilación y análisis de datos se detallan en esta sección. Una vez realizados los videos como se ha expuesto en el apartado anterior, solo se entregaron al estudiantado aquellos que corresponden al corpus de la asignatura. Al principio de cada tema, se facilitaban al estudiantado los videos correspondientes al mismo. La población donde se introdujeron los videos para realizar los experimentos se detalla a continuación.

### **3.5.1. Población estudiada**

El perfil del estudiantado participante es el que cursaba asignaturas de física básica en el primer año de ingeniería. Este tipo de estudiantado fue elegido para introducir los vídeos indicados en el apartado anterior debido a que la asignatura de física constituye un entorno desafiante para el estudiantado, como se ha comentado anteriormente, por lo que las conclusiones que se obtengan de este experimento podrían ser válidas para otros entornos menos complejos. Las características específicas del grupo de muestra estudiado se especifican más detalladamente en los subapartados mostrados más abajo.

Es importante remarcar que, dentro de cada tema, solo se entregaron al estudiantado los vídeos que correspondían al cuerpo de la asignatura, es decir, no se entregaban a el estudiantado vídeos de mecánica, si ésta no formaba parte del currículo.

Los vídeos se pusieron a disposición del estudiantado al comienzo de cada tema como material complementario y de acceso en línea. Además, como ya se ha comentado, el estudiantado también tenía acceso a otro material, incluido material de texto con el contenido de los temas, exámenes resueltos y ejercicios resueltos de semestres anteriores y pruebas de Moodle. Es importante remarcar que se le dio una planificación al estudiantado al comienzo del semestre para ayudarlos a gestionar las expectativas de cada semana.

En el caso de la UOC, durante todo el semestre el estudiantado tuvo cuatro entregas de las Pruebas de Evaluación Continua (PECs) y un examen final. En la EUSS, el estudiantado hizo tres exámenes parciales.

En la UOC, además de los vídeos, el estudiantado también tiene acceso a todo el material habitual, que en las asignaturas que participaron en el experimento es principalmente material en formato texto. Por otro lado, la UOC dispone de un campus virtual propio, donde el estudiantado tiene acceso a todos los materiales correspondientes a la asignatura. Además, el campus incluye un Moodle para poder utilizar los cuestionarios del mismo. Para los vídeos se usó una herramienta denominada Present@ (A Perez-Navarro, Conesa, Santanach, Garreta, & Valls, 2012; A Perez-Navarro, Conesa, Santanach, & Valls, 2012). Para simplificar la organización, se crearon varias salas Present@ para agrupar videos de un mismo tema y se agregaron los videos en el orden en que deberían ser visualizados. Present@ permite agregar comentarios dentro de los videos.

En la EUSS, el estudiantado tenía, además de los vídeos, material textual y clases presenciales. Por otro lado, la EUSS dispone de Moodle como campus virtual, donde el estudiantado tenían acceso al material textual y a cuestionarios. Los vídeos estaban disponibles en Vimeo®, protegidos por contraseña, para que sólo el estudiantado que participaban en el estudio tuvo acceso a los mismos. A través del Moodle el estudiantado recibió cada semana un mensaje de guía del profesor con enlaces a los videos relevantes para el tema de la semana y el orden esperado para visualizarlos.

Ni en la UOC ni en la EUSS la visualización de los vídeos era obligatoria.

La muestra poblacional tomada en cada fase de la investigación se expone a continuación. En el título de cada apartado se indica el capítulo en el que se trata ese experimento.

#### ***3.5.1.1. Primer experimento (Capítulo 4)***

Con objeto de observar hasta qué punto los vídeos son útiles en poblaciones provenientes de entornos diferentes, la población del primer experimento fue la de dos universidades diferentes: la EUSS, que es una universidad presencial, pero con soporte de campus virtual (Moodle) para llevar a cabo también tareas no presenciales; y la UOC, que es una universidad 100% en línea. Los cursos elegidos fueron: Física de los diversos grados de Ingeniería Industrial de la EUSS (“EUSS”); Física I del grado de Tecnologías de Telecomunicación de la UOC (“Tl”) y Fundamentos Físicos de la Informática del grado de Informática de la UOC (“Inf”), durante los semestres comprendidos entre septiembre de 2016 y febrero de 2018.

El período en estudio corresponde a un semestre de EUSS, dos semestres de Tl y tres semestres de Inf. El número del estudiantado a los que se envió el cuestionario fueron 62 de EUSS, 129 de Tl y 423 de Inf; y el número de cuestionarios respondidos fue de 15 (24%) en EUSS, 25 (19,4%) en Tl y 85 (20%) en Inf, esta información se expone de forma más visual en la Tabla 3.4, donde para cada curso se expone los semestres estudiados, el número total de estudiantes y el porcentaje de estos que respondieron.

#### ***3.5.1.2. Segundo experimento (Capítulo 5)***

Para analizar los aspectos particulares por los que el estudiantado percibe los vídeos de la manera analizada en el primer experimento y que se desarrolla en el capítulo

correspondiente, en este segundo experimento, se amplía la información obtenida y por ello, la población inicial bajo estudio fue la misma que en el experimento anterior (véase de nuevo la Tabla 3.1).

*Tabla 3.6. Resumen del número del estudiantado y asignaturas de la investigación 2.*

<b>Asignatura</b>	<b>Número de semestres</b>	<b>Total de estudiantes</b>	<b>Estudiantes que respondieron (n)</b>
<b>TI</b>	2	129	25 (19,4%)
<b>Inf</b>	3	423	85 (20%)
<b>EUSS</b>	1	62	15 (24%)
<b>Total</b>	7	614	125 (20%)

Sin embargo, la población final estudiada fue aquella que voluntariamente quiso participar en una entrevista semiestructurada. En total fueron 14 estudiantes de la UOC, ya que el número de estudiantes ofrecidos para ser entrevistados en la EUSS fue muy poco significativo en comparación. Se entrevistaron 7 estudiantes de TI y 7 estudiantes de Inf. (n=14). Esta información se resume en la Tabla 3.5.

Debido a que en el primer experimento se mostró que la utilidad de los vídeos era independiente del tipo de entorno (virtual vs. presencial) y que la participación para hacer entrevistas en la EUSS fue muy baja, la población estudiada en este experimento fue exclusivamente de estudiantes de la UOC.

*Tabla 3.7. Resumen del número del estudiantado y asignaturas de la investigación 3.*

<b>Asignatura</b>	<b>Número de semestres</b>	<b>Total de estudiantes</b>	<b>Estudiantes voluntarios a ser entrevistados (n)</b>
<b>TI</b>	2	129	7 (5,4%)
<b>Inf</b>	3	423	7 (1,7%)
<b>Total</b>	6	552	14 (2,6%)

### **3.5.1.3. Tercer experimento (Capítulo 6)**

Debido a que en el primer experimento se mostró que la utilidad de los vídeos era independiente del tipo de entorno (virtual vs. presencial), la población estudiada en este

experimento fue exclusivamente de estudiantes de la UOC. Las interacciones llevadas a cabo por el estudiantado sobre los vídeos se recogieron durante 5 semestres de TI e Inf entre 2017 y 2019. Durante este periodo se registraron las interacciones de todo el estudiantado que accedían a los vídeos de una población total de 1031 estudiantes matriculados (n=1031).

### **3.5.2. Procedimientos para la recopilación de datos**

En esta fase de la metodología seguida en esta tesis, la recogida de datos se elaboró siguiendo los siguientes pasos:

#### ***3.5.2.1. Primer experimento (Capítulo 4)***

En este experimento, se utilizó un cuestionario para evaluar el grado de utilidad percibido por el estudiantado. El cuestionario fue una adaptación del propuesto por Nagy (Nagy, 2018) para adecuarse al entorno pedagógico tanto del estudiantado 100% en línea como los de educación presencial, además, el presente trabajo se enfocó en elementos más específicos: el efecto del tipo de video y su contenido, por lo que no era necesario el cuestionario completo de Nagy. El cuestionario se compiló mediante *Google Forms* y se envió durante los semestres comprendidos entre septiembre de 2016 y febrero de 2018.

En este experimento, se introdujeron los vídeos en asignaturas donde previamente no se utilizaba ningún tipo de vídeos. Con objeto de poder realizar un análisis comparativo, se recolectaron las notas medias finales, así como los porcentajes de estudiantes que abandonaron la asignatura del curso inmediatamente anterior al estudiado y de los cursos donde se introdujeron los vídeos. Esta recopilación se hizo sólo en el caso de la UOC ya que en el caso de la EUSS se introdujeron más cambios en la asignatura además de los vídeos, con lo cual existían variables de confusión que podían afectar a los resultados.

#### ***3.5.2.2. Segundo experimento (Capítulo 5)***

En este experimento, se cubrió la necesidad de ampliar la información obtenida en el apartado anterior para poder darle un mayor sentido. Por ello, se elaboró una serie de preguntas para constituir un tipo de entrevista semiestructurada, cuya estructura puede consultarse en el Anexo A.1. Esta está formada por dos partes: 1) una primera parte de aproximación indirecta al entorno y a los recursos disponibles para hacer que el estudiantado entrevistados se sientan más cómodos, donde se buscaba ver si los videos

aparecían espontáneamente dentro del discurso del estudiantado; y 2) una segunda parte, que fue diseñada para profundizar más en las percepciones de los vídeos, tratando de descubrir: a) si le gustan al estudiantado, b) si los encuentran útiles y c) por qué.

### **3.5.2.3. Tercer experimento (Capítulo 6)**

En el primer experimento se obtuvo información sobre la percepción de utilidad que el estudiantado tenía de los vídeos, y en el experimento siguiente se amplía dicha información para saber a qué se debía tal percepción y el comportamiento del estudiantado en la utilización de los vídeos. Para contrastar estos resultados con lo que realmente hacía el estudiantado, se realizó una recogida de datos del uso del vídeo y un análisis de las interacciones del estudiantado con los videos. Para ello, en lugar de utilizar un archivo de registro del servidor de transmisión (Greiff et al., 2016) o datos genéricos del navegador de usuarios (Shi et al., 2014), los datos se registraron a través de la extensión para la herramienta de video de la UOC, Present@, llamada Analis@.

Analis@ ofrece funcionalidad de hipervídeo a través de la tecnología H5P. H5P proporciona mecanismos para rastrear el uso de video e hipervídeo mediante la tecnología xAPI (<https://xapi.com/>). Por lo tanto, cualquier acción que realice un usuario en un video se almacena en una base de datos, denominada xApi *Learning Record Store (LRS)*, que luego se puede explotar con herramientas de análisis de datos para generar informes que permitan mejorar los procesos de aprendizaje o de los entornos relacionados.

Se usó este plugin y no otro porque se trabaja en un entorno privado que solo se compartía con estudiantes matriculados en la universidad. De esa forma era posible recoger los datos de interacción del estudiantado sin atender contra su privacidad.

### **3.5.3. Procedimientos para el análisis de los datos**

En este apartado se expone el procedimiento seguido para analizar los datos en cada uno de los experimentos mencionados anteriormente.

#### **3.5.3.1. Primer experimento (Capítulo 4)**

En el primer experimento se analizó la fiabilidad de constructo del cuestionario utilizando un alfa de Cronbach con límite de 0,7. El alfa de Cronbach es un coeficiente que se

determina en psicometría para medir la fiabilidad de una escala de medida. Esta se basa en las varianzas y la correlación entre los ítems estudiados para dar un valor ( $\alpha$ ), el cual se acepta si es mayor a 0,7 (Bland & Altman, 1997). Este paso fue necesario para comprobar que el cuestionario elaborado responde a las necesidades del experimento y puede considerarse una fuente de información fiable.

Para verificar que las respuestas eran independientes del entorno, las preguntas cuantitativas del cuestionario se compararon mediante una t de Student con  $\alpha = 0,05$  (test-t). La t de Student es una técnica estadística que permite estimar la media de una población de la que se desconoce la desviación estándar poblacional. Por ello, con esta técnica se puede realizar un estudio comparativo de medias entre dos poblaciones diferentes. En este caso, entre el estudiantado en un entorno virtual y aquel en un entorno presencial y también de las diversas asignaturas del entorno virtual entre sí.

Las preguntas cualitativas se compararon mediante un análisis  $\chi^2$ . Al igual que la técnica anterior, el análisis de la chi-cuadrada ( $\chi^2$ ) entra dentro de la estadística descriptiva, y también sirve para comparar la distribución de dos poblaciones o grupos de datos para una sola variable. Sin embargo, esta técnica se basa en las frecuencias observadas para comprobar la correlación. Esta técnica es adecuada para tratar variables cualitativas, mientras que la t de Student lo es para tratar variables cuantitativas.

Para verificar que no hay efecto en los resultados, en cuanto al tema, debido a la distinta percepción sobre las diferencias en el número de videos disponibles por cada tema (mecánica, electrostática, magnetoestática o circuitos), se realizaron dos análisis: un análisis de la varianza (ANOVA) y un análisis de componentes principales (PCA). El ANOVA es una técnica basada en el estudio de la varianza, que ayuda a observar la correlación entre más de dos poblaciones diferentes (Stahle & Wold, 1989) y el PCA permite simplificar la complejidad de espacios muestrales con muchas dimensiones (Wold, Esbensen, & Geladi, 1987)

### ***3.5.3.2. Segundo experimento (Capítulo 5)***

El análisis del segundo experimento se basó en las indicaciones de Starks y Brown Trinidad (Starks & Brown Trinidad, 2007) para el análisis de entrevistas en un marco teórico fundamentado, que incluye los siguientes pasos: codificación abierta (examinar,

comparar, conceptualizar y categorizar datos); codificación axial (ensamblaje de datos en grupos basados en relaciones y patrones dentro y entre las categorías identificadas en los datos); y codificación selectiva (en el que se identifica y describe el fenómeno central, o “categoría central”, en los datos). Con ello se construyó un mapa entre parámetros condicionales y causales entre códigos relacionados con la percepción de los vídeos.

### ***3.5.3.3. Tercer experimento (Capítulo 6)***

Finalmente, para el último experimento, se siguieron los siguientes pasos para el análisis de datos: inicialmente se analizaron las variables dependientes y se normalizaron para evitar interferencias y resultados no representativos, para ello se relativizaron las variables dependientes con respecto a las influyentes. A continuación, se realizó un análisis de valores atípicos, que propició el uso de técnicas de estadística robusta para analizar los resultados (Mair & Wilcox, 2020). Se verificó que la utilización de la estadística robusta estaba justificada mediante el contraste con la metodología estadística standard para los estudios comparativos de uso entre tipo y contenido de los vídeos. Después de encontrar algunos resultados no concluyentes, se usaron técnicas de Clustering y PCA para realizar un análisis más profundo. Por otro lado, se plasmaron gráficamente las interacciones del estudiantado por día, para observar, en qué momentos durante los semestres se generaban picos de interacciones.

## **3.6. Evaluación del análisis de los resultados**

Una vez obtenidos los datos necesarios y después de realizar un análisis de estos, se han obtenido conclusiones para cada uno de los experimentos en los capítulos mencionados. En el Capítulo 7 se ponen en común los resultados obtenidos en los tres experimentos y se contrastan para dar respuesta a la última pregunta de investigación. En el Capítulo 7 se dan unas conclusiones generales del trabajo de tesis.

## **3.7. Difusión el conocimiento**

En el último apartado del Capítulo 1 se muestran las publicaciones realizadas para difundir el conocimiento adquirido durante la elaboración de esta tesis.



# Capítulo 4

## Percepciones de los estudiantes

---

En este capítulo, se expone el primero de los tres principales experimentos de los que trata esta tesis y que se definieron en el capítulo 1.

Merece la pena recordar que el uso de videos es el tipo de medio más común (Khan, 2017), y con un uso mayor en universidades como recurso educativo (Ardisara & Fung, 2018; Kleftodimos & Evangelidis, 2018; Zhou, 2020). Sin embargo, crear videos es una tarea muy desafiante, que requiere muchas horas de trabajo para solo unos minutos de video (Laaser & Toloza, 2017). Hay varios tipos de video, entre los que se puede destacar las conferencias grabadas, fáciles de crear para los profesores, pero que tienen un menor poder de captar la atención del estudiantado (Pirhonen & Rasi, 2017); los videos creados usando software de captura de pantalla y tabletas; o los videos creados con una cámara que graba únicamente las manos de la persona docente y una pizarra, a los que se han llamado Vhands.

Los videos Vhands proporcionan a el estudiantado un vínculo emocional con el profesor (Victor García, Perez-Navarro, & Conesa, 2018; Víctor García et al., 2015; Antoni Perez-Navarro, Garcia, & Aymerich, 2016). La captura de pantalla y los Vhands pueden ser fáciles de crear para los profesores, sin embargo, es importante saber si estos videos tienen algún impacto en el estudiantado; y cómo los perciben estos.

Para aportar resultados independientes del entorno, el estudio se ha realizado en un curso de iniciación a la física, pero en dos escenarios diferentes: en la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) que es una universidad 100% en línea, y en la Escola Universitària Salesiana de Sarrià (EUSS) que es una universidad presencial. Este estudio es similar al realizado en una investigación para asignaturas de matemáticas en la Open University de Gran Bretaña (Loch, Jordan, Lowe, & Mestel, 2014).

Se ha elegido un curso de Física para ingenieros porque, como se ha puesto de relevancia en el Capítulo 2, ofrece un escenario estresante y desafiante para la mayoría del estudiantado (DeVore, Marshman, & Singh, 2017; Reddy, 2017). El desafío se acentúa aún más en el caso de las universidades 100% en línea, debido a las dificultades de la

educación a distancia (Cambruzzi, Rigo, & Barbosa, 2015; Fojtík, 2018) que conduce a una mayor deserción (Aydin & Er, 2019).

Así, el presente estudio analiza: Satisfacción (SAT); uso (U); utilidad percibida (UP); el tipo de video según el método de creación (TV) y el tipo de contenido, teoría o problemas (ToP).

El trabajo mostrado en este capítulo también analiza las diferencias entre asignaturas de física en diferentes entornos (en línea y en una universidad presencial) y finalmente, se analiza el desempeño y los resultados obtenidos en el curso analizado cuando se introducen los videos mencionados.

Para exponer el trabajo indicando, este capítulo se ha estructurado de la siguiente manera:

- a) *Hipótesis*, donde se muestran las hipótesis del trabajo.
- b) *Metodología*, donde se muestra el método de investigación utilizado en este capítulo.
- c) *Resultados*, donde se muestran los resultados.
- d) *Discusión*, donde se discuten los resultados de esta investigación.
- e) *Conclusiones*, donde se resumen las principales observaciones.

#### **4.1. Hipótesis**

Teniendo en cuenta los problemas abordados en la introducción, se han planteado las siguientes hipótesis:

**H41: Para una asignatura de física, la satisfacción con los videos es independiente del entorno (presencial o virtual).**

**H42: La satisfacción del estudiantado aumenta cuando aparece información no verbal en el video.**

**H43: La utilidad percibida tiene un efecto positivo en la satisfacción del aprendizaje.**

H43 corresponde a la aplicación propuesta por Nagy del TAM (Modelo de Aceptación de Tecnología) para el uso de videos en línea y la satisfacción del aprendizaje.

**H44: La presencia de videos de problemas aumenta la utilidad percibida de los videos.**

**H45: La utilidad percibida tiene un efecto positivo en el uso del video.**

Esta hipótesis corresponde exactamente a una de las de Nagy.

**H46: El estudiantado prefieren ver videos de resolución de problemas a videos teóricos.**

**H47: El estudiantado ven los videos como material complementario en lugar de como el recurso principal.**

La primera hipótesis propuesta (H41) analiza el impacto del entorno en la percepción del estudiantado. La segunda hipótesis (H42) trata de la satisfacción del estudiantado con los videos. La tercera hipótesis (H44) se centra en el efecto del contenido de los videos. Las hipótesis H43 y H45 evalúan el impacto de la utilidad percibida y se probarán comprobando si los resultados de Nagy se cumplen en el escenario propuesto. Finalmente, las hipótesis H46 y H47 están relacionadas con las preferencias del estudiantado y la relevancia de los videos en la experiencia de aprendizaje del usuario, en un curso de física.

## **4.2. Metodología**

El procedimiento para la creación de los vídeos y la población estudiada en este experimento se definieron en el Capítulo 3. Para obtener los datos sobre la percepción de utilidad del estudiantado, se creó un cuestionario. A continuación, se exponen el desarrolló el cuestionario y una ampliación de cómo se analizaron los datos recopilados con ella.

### **4.2.1. Desarrollo del cuestionario y validez del contenido**

El cuestionario fue adaptado del propuesto por Nagy. La Tabla 4-1, que se ha añadido a los anexos por ser demasiado larga, muestra el cuestionario de Nagy (columna 2) comparado con el propuesto en este trabajo (columna 3), y las siglas designadas en las sucesivas columnas según el curso académico.

Dado que la mayoría del estudiantado se encontraban en un entorno en línea, con un modelo pedagógico muy bien definido,<sup>1</sup> las preguntas debían adaptarse a dicho entorno,

---

<sup>1</sup> <https://www.uoc.edu/portal/es/metodologia-online-qualitat/model-educatiu/index.html>

así como a las características del modelo en línea, teniendo en cuenta también el contexto de estudiantes presenciales. Por otro lado, es importante tener en cuenta que este trabajo se enfoca en elementos más específicos que el de Nagy con respecto al uso de videos, ya que también se estudia el efecto que tienen el tipo de video y su contenido. La tabla también muestra el nombre de la variable para cada pregunta y para cada asignatura. Para identificar a qué asignatura pertenece una variable, se agrega “\_TI” de Telecomunicaciones en la UOC, “\_Inf” de Informática en la UOC y “\_EUSS” de Ingeniería Industrial en EUSS. En aquellas variables en las que se necesita distinguir entre temas, aparecen los siguientes identificadores: “Mec” es para “Mecánica”, “Elc” es para “Electroestática”, “Mgn” es para “Magnetoestática” y “Cir” es para “Circuitos”. Finalmente, la letra mayúscula "T" es para videos de teoría y "P" es para videos de problemas. Así, por ejemplo, “SNV\_MgnP\_TI” corresponde a la variable SNV de Magnetoestática (“Mgn”) en videos de problemas (“P”) en la asignatura de física del grado de Tecnologías de Telecomunicación de la UOC (“TI”). Al final del cuestionario, el estudiantado tuvo la oportunidad de agregar cualquier comentario.

#### **4.2.2. Análisis de los datos**

La fiabilidad de constructo del cuestionario se examinó utilizando un alfa de Cronbach con límite de 0,7. Para validar la hipótesis H41: “La satisfacción con los videos en una asignatura de física es independiente del entorno.”, se analizan las diferencias con respecto al entorno.

En particular, se comparan las respuestas a todas y cada una de las preguntas del estudiantado de la asignatura TI y las del estudiantado de Inf y EUSS. Las preguntas cuantitativas se compararon mediante una t de Student con  $\alpha = 0,05$  (test-t).

Las preguntas cualitativas se compararon mediante un análisis  $\chi^2$ .

Para verificar que no hay efecto en los resultados, en cuanto al tema, debido a la diferente percepción del número de videos por cada tema (mecánica, electroestática, magnetoestática o circuitos), se realizaron dos análisis: un ANOVA y un análisis de componentes principales (PCA). Con ello se puede comprobar si el estudiantado tiene diferentes percepciones con respecto a la cantidad de videos en diferentes temas, y además comprobar si la cantidad de videos y el entorno afectan los resultados, en cuanto al tipo de video, el contenido o el tema.

Los siguientes pasos fueron verificar las hipótesis de la H42 a H45. La hipótesis H42: “La utilidad percibida tiene un efecto positivo significativo en la satisfacción del aprendizaje.”, busca una relación entre las variables SAT y UP de la Tabla 4.1; la hipótesis H43: “La utilidad percibida tiene un efecto positivo significativo en el uso de video.”, busca una relación entre las variables UP y U de la Tabla 4.1; la hipótesis H44: “La satisfacción del estudiantado aumenta cuando aparece información no verbal en el video”, busca una relación entre las variables SAT y TV de la Tabla 4.1; y la hipótesis H45: “La presencia de videos de problemas aumenta la utilidad percibida de los videos.”, que es un elemento específico de las asignaturas de física, busca una relación entre las variables ToP y UP de la Tabla 4.1. Estas cuatro hipótesis se verifican a través de un modelo estructural desarrollado según el modelo estructural de Nagy. El modelo se construye con los resultados de la asignatura T1, variables SAT\_T1, TV\_T1, PU\_T1, ToP\_T1 y U\_T1, pues gracias a la validación de la hipótesis H41 se puede tomar una sola asignatura como representativo.

Para ello se realizó una regresión multi-variante y tres regresiones lineales. Para los cálculos se ha utilizado el programa *R*, con la extensión *R commander*.

Finalmente, se han analizado los resultados del estudiantado en la asignatura para ver el verdadero impacto de los videos en su desempeño.

### **4.3. Resultados**

La Figura 4-1 muestra el modelo estructural construido a partir del de Nagy, en esta se ve el modelo: a) de Nagy, b) de las hipótesis presentadas: SAT es Satisfacción, y corresponde a la variable SAT\_T1; La Figura 4.1 a) muestra el modelo estructurado de Nagy (Nagy, 2018) correspondiente a las burbujas SAT, UP y U, y la Figura 4.1 b) muestra el modelo propuesto en este capítulo.

En la Tabla 4.2. Se muestra el resultado de comparar las respuestas a todas y cada una de las preguntas del estudiantado de la asignatura T1 y las del estudiantado de Inf y EUSS mediante una *t* de Student con  $\alpha = 0,05$  (test-*t*). Las columnas *t* y *p* corresponden a estos valores del test-*t*.

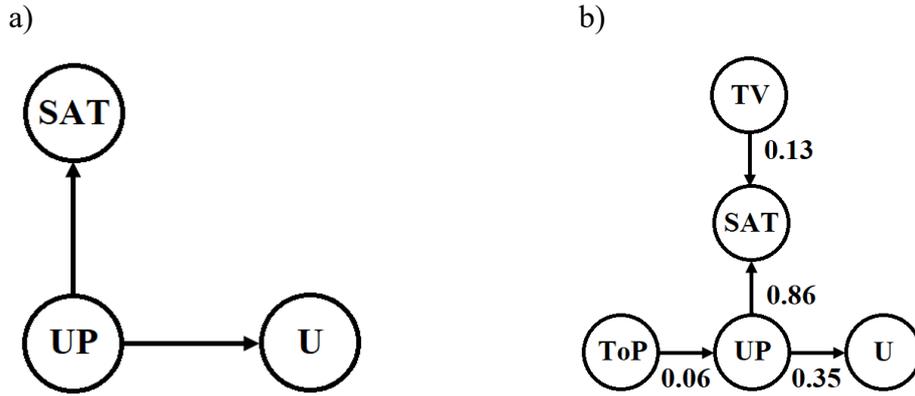


Figura 4.1. Modelo estructural. a) de Nagy, b) de las hipótesis presentadas: SAT es Satisfacción, y corresponde a la variable SAT\_Tl; TV es la realización del video, y corresponde a la variable TV\_Tl: sin ninguna parte del profesor, con las manos del profesor, con el cuerpo de la cabeza del profesor; UP es utilidad percibida y corresponde a la variable UP\_Tl; ToP es “teoría o problemas” y corresponde a la variable ToP\_Tl; y U es para uso y corresponde a la variable U\_Tl.

Tabla 4.1. Comparación entre variables de Telecomunicación y variables de Ingeniería Informática e Ingeniería Industrial a través de una t de Student.

Telecomunicaciones	Ingeniería informática	t	p	Telecomunicaciones	Ingeniería informática	t	p
PU_TL	PU_Inf	-0,16	0,88	PU_Tl	EUSS_PU	-1,43	0,17
SAT_TL	SAT_Inf	-0,26	0,80	SAT_Tl	SAT_EUSS	1,29	0,22
NV_MECT_TL	NV_CirT_Inf			NV_MecT_Tl	NV_MecT_EUSS	1,07	0,30
NV_MECP_TL	NV_CirP_Inf			NV_MecP_Tl	NV_MecP_EUSS	3,15	0,01
NV_ELCT_TL	NV_ElcT_Inf	1,37	0,18	NV_ElcT_Tl	NV_ElcT_EUSS	0,60	0,56
NV_ELCP_TL	NV_ElcP_Inf	1,41	0,17	NV_ElcP_Tl	NV_ElcP_EUSS	0,98	0,34
NV_MGNT_TL	NV_MgnT_Inf	0,42	0,68	NV_MgnT_Tl	NV_MgnT_EUSS	1,16	0,26
NV_MGNP_TL	NV_MgnP_Inf	1,18	0,25	NV_MgnP_Tl	NV_MgnP_EUSS	1,55	0,14
RV_TL	RV_Inf	0,00	1,00	RV_Tl	RV_EUSS	0,37	0,72
SNV_ELCT_TL	SNV_ElcT_Inf	-1,13	0,27	SNV_MecT_Tl	EUSSNCirT	-0,27	0,79
SNV_ELCP_TL	SNV_ElcP_Inf	-0,82	0,42	SNV_MecP_Tl	EUSSNCirP	0,25	0,81
SNV_MGNT_TL	SNV_MgnT_Inf	-0,13	0,90	SNV_ElcT_Tl	SNV_ElcT_EUSS	-0,21	0,84
SNV_MGNP_TL	SNV_MgnP_Inf	0,27	0,79	SNV_ElcP_Tl	SNV_ElcP_EUSS	0,00	1,00
SNV_MECT_TL	SNV_CirT_Inf			SNV_MgnT_Tl	SNV_MgnT_EUSS	0,21	0,84
SNV_MECP_TL	SNV_CirP_Inf			SNV_MgnP_Tl	SNV_MgnP_EUSS	0,21	0,84

El resultado de la comparación de las preguntas cualitativas a través de un análisis  $\chi^2$  se muestra en la Tabla 4.3, donde las columnas  $\chi^2$  y p muestran los valores correspondientes del análisis  $\chi^2$ .

Tabla 4.2. Comparación entre las variables de Telecomunicación y las variables de Informática e Ingeniería Industrial mediante a  $\chi^2$ .

Telecomunicaciones	Ingeniería informática	$\chi^2$	p	Telecomunicaciones	Ingeniería informática	$\chi^2$	p
TV_TL	TV_Inf	3,89	0,14	TV_Tl	TV_EUSS	1,96	0,38
TOP_TL	ToP_Inf	3,49	0,17	ToP_Tl	ToP_EUSS	1,16	0,56

Los resultados del ANOVA para ver el efecto en los resultados, debido a la diferente percepción del número de videos por cada tema se muestran en la Tabla 4.4.

Tabla 4.3. Análisis de componentes principales de la satisfacción con la cantidad de videos de cada tema.

Tema del vídeo	Df	Sum Cuadrática	Media Cuadrática	F	Pr(>F)
Residuales	5	2,05	0,4107	0,546	0,741
	144	108,24	0,7517		

La Tabla 4.5 muestra, además, los resultados del PCA en la última columna y en la Tabla 4.6 se muestra la regresión lineal entre las variables:  $SAT_{Tl}$  y  $UP_{Tl}$ ,  $TV_{Tl}$ ;  $RV_{Tl}$  y  $TV_{Tl}$ ;  $UP_{Tl}$  y  $ToP_{Tl}$ ; y  $U_{Tl}$  y  $UP_{Tl}$ .

Tabla 4.4. Análisis de componentes principales de la satisfacción con la cantidad de videos de cada tema.

	Alfa de Cronbach	Componentes principales
Número de vídeos	SNV_ElcT_Tl	Factor 1 % Var. 0,837 Test de la hipótesis para que con un solo factor sea suficiente. Valor de p es 2,56E-10
	SNV_ElcP_Tl	
	SNV_MgnT_Tl	
	SNV_MgnP_Tl	
	SNV_MecT_Tl	
	SNV_MecP_Tl	

Tabla 4.5. Regresión lineal entre: SAT\_Tl y UP\_Tl, TV\_Tl; RV\_Tl y TV\_Tl; UP\_Tl y ToP\_Tl; y U\_Tl y UP\_Tl. La primera columna representa la variable independiente y la segunda la variable dependiente; la columna "Estimación" da los valores de la intersección y el coeficiente de la variable dependiente; "Std Error" da el error estándar del valor estimado; "Valor t" y "Pr (> t)" dan el valor t y la probabilidad de que el resultado se pueda obtener aleatoriamente en lugar de ser debido a la correlación.

Variable independiente	Variabes dependientes	Estimado	Error Estándar	Valor de t	Pr(> t )
SAT_Tl	(Intercept)	0,75	0,61	1,24	0,23
	UP_Tl	0,88	0,09	9,72	0,00
	TV_Tl	-0,22	0,14	-1,52	0,14
UP_Tl	(Intercept)	4,08	1,00	4,08	0,00
	ToP_Tl	0,13	0,38	0,33	0,74
U_Tl	(Intercept)	30923,00	0,46	6749,00	0,00
	UP_Tl	0,18	0,10	-1820,00	0,08

Los resultados de rendimiento de dos asignaturas de física en las que se han introducido videos se muestran en la Tabla 4.7 (para Inf) y la Tabla 4.8 (para Tl).

Tabla 4.6. Resultados del rendimiento de varios semestres de física en Ingeniería Informática. Los resultados en negrita corresponden al semestre en el que se presentó el video. Cada columna corresponde a un solo semestre: 20mnp corresponde al semestre p del año académico 20mn-20mn(n+1), de esa forma, 20161 corresponde al primer semestre del año académico 2016-2017.

Semestre	<b>Resultados de Ingeniería Informática (Inf)</b>						
	20131	20132	20141	20151	20152	20161	20162
<b>Suspensos</b>	14,74%	14,58%	17,00%	8,42%	<b>7,14%</b>	<b>0,90%</b>	<b>3,55%</b>
<b>Abandono</b>	40,00%	32,29%	39,00%	40,00%	<b>40,48%</b>	<b>40,54%</b>	<b>31,21%</b>
<b>Aprobados/Total</b>	45,26%	53,13%	44,00%	51,58%	<b>52,38%</b>	<b>58,56%</b>	<b>65,25%</b>
<b>Aprob./Present.</b>	75,44%	78,46%	72,13%	85,96%	<b>88,00%</b>	<b>98,48%</b>	<b>94,85%</b>
<b>Estudiantes totales</b>	95	96	100	95	126	111	141

En negrita están marcados los resultados de los semestres en los que se presentó el video, y solo el video, es decir, sin la inclusión de ningún otro elemento que pudiera influir en el rendimiento estudiantil, como los cuestionarios automáticos.

Tabla 4.7. Resultados de la ejecución de varios semestres en física en Telecomunicaciones. Los resultados en negrita corresponden al semestre en el que se presentó el video. Cada columna corresponde a un solo semestre: 20mnp corresponde al semestre p del año académico 20mn-20mn(n+1), de esa forma, 20161 corresponde al primer semestre del año académico 2016-2017.

<i>Semestre</i>	<i>Resultados de física de Tecnologías de Telecomunicación (Tl)</i>				
	<b>20121</b>	<b>20131</b>	<b>20141</b>	<b>20151</b>	<b>20161</b>
<i>Suspensos</i>	6,12%	8,00%	17,65%	33,85%	<b>5,71%</b>
<i>Abandono</i>	20,41%	22,00%	13,24%	24,62%	<b>25,71%</b>
<i>Aprobados/Total</i>	73,47%	70,00%	69,12%	41,54%	<b>68,57%</b>
<i>Aprob./Present.</i>	92,31%	89,74%	79,66%	55,10%	<b>92,31%</b>
<i>Estudiantes totales</i>	49	50	68	65	<b>70</b>

#### 4.4. Discusión

Si se observa los resultados de la Tabla 4.2 y que en la Tabla 4.3 el límite habitual para rechazar la hipótesis nula en un análisis  $\chi^2$  son valores de p inferiores a 0,05, la hipótesis nula no puede rechazarse (Scott M., 2013) y esto confirma que la satisfacción es independiente del entorno ( $H_4$  es validado). Por lo tanto, los resultados de una asignatura se pueden tomar como representativos de todas las asignaturas y los resultados se pueden generalizar a cualquier entorno. En este trabajo se toma la asignatura Tl como representante.

En la Tabla 4.4 se observa (con una  $F = 0,546$  y una  $\alpha = 0,05$ ) que no se puede rechazar la hipótesis nula. Por tanto, la satisfacción con la cantidad de videos es la misma, sin importar el contenido o el tema del video.

En la Tabla 4.5 se puede observar que un solo factor explica el 83,7% de la varianza, lo que es compatible con la conclusión de ANOVA de que la satisfacción con la cantidad de videos es la misma para todos los videos, independientemente del tema.

Por lo tanto, el estudiantado no tiene diferentes percepciones con respecto a la cantidad de videos en diferentes temas. Los pasos anteriores ayudaron a verificar que ni la cantidad de videos ni el entorno afectan los resultados, en cuanto al tipo de video, el contenido o el tema. Estos resultados permiten ser generalizados a cualquier tema.

Por lo que a partir del análisis de las pruebas t y Chi-cuadrado se puede observar que la respuesta del estudiantado en las tres asignaturas satisface la hipótesis nula de que todas

las respuestas corresponden a la misma población y, por tanto, los resultados obtenidos pueden considerarse independientes del entorno o de la titulación.

Esto satisface la hipótesis H41: “La satisfacción con los videos en una asignatura de física es independiente del entorno”.

El análisis ANOVA confirma que la satisfacción con la cantidad de videos es independiente del tema o del entorno.

La media de satisfacción con el número de videos está entre 2,64 (videos de teoría de la mecánica) y 2,96 (video de teoría de la electrostática) y la desviación estándar está entre 0,84 y 0,9, lo que significa que el estudiantado no está satisfechos ni insatisfechos con la cantidad de videos.

La satisfacción con los videos (variable SAT) es de 4,16 sobre 5, con una desviación estándar de 1,1, lo que significa que el estudiantado está satisfechos o muy satisfechos con los videos.

En cuanto a la utilidad percibida (variable UP), la calificación es de 4,4 sobre 5 con una desviación estándar de 1, lo que significa que el estudiantado percibe los videos como muy útiles.

La media de la frecuencia de visualización de los videos es 2,28 con una desviación estándar de 0,54. Eso significa que el estudiantado vio videos principalmente semanalmente (75%).

Cuando se analizan los resultados con respecto al contenido del video (variable ToP), la media de la variable que muestra el contenido del video preferido por el estudiantado es 2,5 con una desviación estándar de 0,58, lo que significa que al 64% le gustan ambos, los videos de teoría y resolución de problemas, es decir, el estudiantado prefiere tener ambos tipos de videos.

Finalmente, cuando se les pregunta sobre la forma en que se han creado los videos (variable TV), la media es 2,24 con una desviación estándar de 0,66, lo que significa que el 52% del estudiantado prefieren los videos con las manos, y el 88% del estudiantado en línea prefieren videos en que aparecen los profesores y, si pueden elegir, prefieren los videos con las manos.

Si se analiza la satisfacción, en el modelo estructurado presentado en la Figura 4.1, la realización del vídeo (variable TV) explica solo el 13% de la satisfacción del estudiantado. Sin embargo, no se puede rechazar la hipótesis nula (el tipo de video no afecta la satisfacción del estudiante) ya que, como se muestra en la Tabla 4-6, se obtiene  $p = 0,142$ .

Por tanto, no se puede probar la hipótesis H44: “La satisfacción del estudiantado (SAT) aumenta cuando aparece información no verbal en el video (TV)”.

Sin embargo, la misma regresión multivariante muestra que nuestros resultados son compatibles con H42, es decir, la utilidad percibida (UP) tiene un efecto positivo significativo en la satisfacción con el aprendizaje (SAT), que concuerda con el artículo de Nagy.

Respecto a la hipótesis H43: “La utilidad percibida (UP) tiene un efecto positivo significativo en el uso de video (U).”, con  $\alpha = 0,05$ , no se puede rechazar la hipótesis nula de que no existe relación entre UP y U. Este es un resultado diferente al obtenido por Nagy's. Sin embargo, en esta investigación los videos no fueron el único recurso disponible y el estudiantado siempre tiene diferentes formas para acceder a un mismo contenido: al profesor o material de texto con las mismas explicaciones que los videos. Por lo tanto, el estudiantado no necesita volver al video para repasar los conceptos.

Finalmente, respecto a la hipótesis H45: “La presencia de videos de resolución de problemas (ToP) aumenta la utilidad percibida (UP) de los videos.”, se observa en la Tabla 4.6 que existe una relación lineal entre ambos parámetros. Sin embargo, con un valor típico de  $\alpha = 0,05$  no se puede rechazar la hipótesis nula, es decir, que la preferencia por un tipo de video u otro afecta la utilidad percibida.

En los resultados mostrados en las Tablas 4.7 y 4.8, la física en EUSS no se analiza, ya que en el período en que se introdujeron los videos, hubo muchos otros cambios en la asignatura que afectaron los resultados. Ambas tablas muestran el porcentaje de estudiantes que suspenden o no toman el examen; y la tasa que aprueba frente a los que toman el curso, o frente al número total de estudiantes.

El porcentaje de estudiantes que aprueban la asignatura frente al total que rinde el examen cambia cuando se introduce el vídeo. En el caso de Inf, los semestres antes de presentar el video la media de superación de los que realizan el examen rondaba el 88% y, cuando

se introdujeron los videos, aumentó hasta casi el 99%. Es importante señalar que para el primer semestre de 2015-2016 no todas las partes de la asignatura tenían videos disponibles. Esto sucedió en el primer semestre de 2016-2017 y el porcentaje aumentó de media hasta casi el 97%.

En el caso de TI, los videos se introdujeron más tarde. Sin embargo, la media de estudiantes que aprueban la asignatura sobre los que rinden el examen es del 55% antes de introducir los videos, y sube hasta el 92% después de agregar los videos. Aun así, los datos de semestres anteriores fluctúan en torno al valor medio y en el semestre 20121 se encuentra el mismo porcentaje. Quizás la razón de esta fluctuación sea que en los primeros semestres de TI hubo un número menor de estudiantes. A medida que aumenta el número de estudiantes, los porcentajes se acercan más a Inf. De estos datos se podría concluir que para aquella parte del estudiantado que siguen la asignatura, los videos pueden ayudarlos a mejorar sus posibilidades de aprobar el examen, y, por ende, la asignatura.

#### **4.5. Conclusiones**

En este capítulo se ha analizado la satisfacción percibida y el uso de videos considerando el entorno (en línea o presencial), el tipo de video (tableta o grabado “solo con las manos”) y el contenido del video (tema, teoría o problemas). El experimento se ha realizado en tres asignaturas equivalentes de Física de tres titulaciones diferentes (Ingeniería Industrial, Telecomunicación e Informática) de dos universidades diferentes, una presencial (EUSS) y otra 100% en línea (UOC). Todos los cursos tuvieron el mismo profesor, que fue quien creó los videos.

Para evitar un posible efecto de la cantidad de videos con la satisfacción, se ha verificado que el estudiantado estuviera igualmente satisfecho con la cantidad de videos, independientemente del tema o si fueran de teoría o problemas. La primera conclusión encontrada es que las respuestas del estudiantado son independientes de la asignatura realizada y del entorno utilizado (presencial o totalmente virtual).

El estudiantado está muy satisfecho con los videos y los perciben como muy útiles. Aunque manifiestan encontrar especialmente útiles a los videos de resolución de problemas, esta preferencia no afecta a la utilidad percibida ni a la cantidad de veces que ven cada video. No se encontró una relación clara entre la utilidad percibida y el número de videos, contrariamente a investigaciones previas (Nagy, 2018). Esto puede deberse a

que en este experimento los videos no son el material principal y, por lo tanto, el estudiantado también tiene acceso a materiales en texto o clases presenciales con el mismo contenido que en los videos.

Finalmente, el estudiantado prefiere videos en los que puedan ver al profesor (manos, rostro o medio cuerpo). Esta preferencia es un poco más importante en estudiantes en entornos virtuales que en estudiantes presenciales. Sin embargo, no hay un efecto concluyente con la satisfacción, lo que significa que es mucho más importante para el estudiantado tener el video que el tipo de video.

Por otro lado, los resultados muestran que incluir videos en una asignatura de física aumenta la probabilidad de aprobar la asignatura. Por tanto, como conclusión, el estudiantado perciben el vídeo para impartir el conocimiento de física como un elemento muy útil y quedan muy satisfechos con él, aunque lo perciben como material complementario a los documentos escritos. Esta percepción se ve confirmada por los resultados de los cursos que mejoran cuando se introduce el video.

A modo de resumen se indican las hipótesis finalmente validadas en este capítulo/experimento:

- H41: “La satisfacción con los videos en una asignatura de física es independiente del entorno”.
- H42, “La utilidad percibida (UP) tiene un efecto positivo significativo en la satisfacción con el aprendizaje (SAT)”.

Las hipótesis que no se han podido validar son:

- H43: “La utilidad percibida (UP) tiene un efecto positivo significativo en el uso de video (U)”.
- H44: “La satisfacción del estudiantado (SAT) aumenta cuando aparece información no verbal en el video (TV)”.
- H45: “La presencia de videos de resolución de problemas (ToP) aumenta la utilidad percibida (UP) de los videos”.

Los resultados de este capítulo están publicados en:

Pérez-Navarro, Antoni, García, V., & Conesa, J. (2021). Students' perception of videos in introductory physics courses of engineering in face-to-face and online environments. *Multimedia Tools and Applications*, 80(1), 1009–1028. DOI: 10.1007/s11042-020-09665-0. IF: 2.313, Q1 (JCR).

# Capítulo 5

## Análisis de entrevistas

---

En este capítulo se presenta el análisis de las entrevistas semiestructuradas llevadas a cabo durante la realización del trabajo de campo mostrado en el capítulo 4. Como recordatorio, en el capítulo anterior se vio la importancia de generar videos que sean útiles para el estudiantado.

En este capítulo se analiza la percepción que el estudiantado tienen sobre los videos de las mismas asignaturas que se han analizado en el capítulo anterior, pero centrándonos en las asignaturas de física del entorno de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC). Para ello, en este capítulo se optará por un estudio cualitativo para profundizar en la percepción del estudiantado, y entender los resultados obtenidos en el capítulo 4.

El enfoque cualitativo adoptado utiliza la perspectiva de la teoría fundamentada (Starks & Brown Trinidad, 2007). La percepción del estudiantado se obtuvo mediante el análisis de entrevistas semiestructuradas, según el espectro de Wengraf (Hernández Carrera, 2014), siguiendo una aproximación hipotético-inductiva.

Se trata de una investigación exploratoria para comprender la interacción entre el estudiantado y el video en los cursos de introducción a la física desde el punto de vista del estudiantado. Hasta donde se ha investigado, esta es la primera vez que se utilizaron las entrevistas como método para conocer las actitudes y percepciones del estudiantado con respecto a los videos en un curso en línea de física. Según (Bulmer, 1976), esta aproximación cualitativa implica una comprensión empática y tiene la capacidad de representar pensamientos, sentimientos y motivaciones del estudiantado (Hernández Carrera, 2014).

En resumen, en este capítulo se presenta el desarrollo, análisis y resultados del segundo experimento para complementar el experimento anterior a través de entrevistas. Para ello, este capítulo está organizado de la siguiente forma:

- a) *Hipótesis*, con las hipótesis lanzadas en este trabajo.
- b) *Metodología*, donde se expone la metodología y materiales empleados en este estudio,
- c) *Resultados*, donde se muestran los resultados de este trabajo.
- d) *Discusión*, donde se presenta la matriz conceptual/causal y el árbol de mapeo y se discute el conocimiento recopilado y se analiza si los resultados son compatibles con las hipótesis
- e) *Conclusión*, donde se indican las conclusiones obtenidas tras la realización del segundo experimento.

## 5.1. Hipótesis

Las hipótesis analizadas en este capítulo son:

**H<sub>51</sub>**. El estudiantado en línea prefiere los videos a los documentos de texto.

**H<sub>52</sub>**. El estudiantado en línea prefiere videos con elementos humanos.

**H<sub>53</sub>**. El estudiantado en línea prefiere las manos como elemento humano para aparecer en los videos.

**H<sub>54</sub>**. El estudiantado en línea prefiere videos de problemas.

**H<sub>55</sub>**. El estudiantado en línea consume videos vinculados a actividades, entregas o exámenes.

**H<sub>56</sub>**. El estudiantado en línea interactúa con el video cuando lo consumen (es decir, el estudiantado usa los botones reproducir, detener, pausar, avanzar y retroceder mientras mira el video).

Las tres primeras hipótesis se centran en el recurso preferido por el estudiantado.

La hipótesis H<sub>54</sub> se relaciona con el tipo de contenidos que prefieren el estudiantado (videos de teoría o videos de resolución de problemas). La hipótesis H<sub>55</sub> está relacionada con la organización y planificación del curso y la hipótesis H<sub>56</sub> trata sobre la forma en que el estudiantado consume videos. Sin embargo, dado que la investigación tendrá una parte exploratoria, está abierta a encontrar resultados más allá de estas hipótesis.

## 5.2. Metodología

En el Capítulo 3 se indicó el tipo de videos utilizados, por lo que en esta sección se expone la población estudiada, cómo se recolectaron los datos y los métodos seguidos para realizar el análisis.

### 5.2.1. Población bajo análisis

Es importante indicar de nuevo, que este experimento se extiende solo a estudiantes de la UOC, por lo que sólo han participado estudiantes de las asignaturas: Física I, que forma parte del grado de Telecomunicaciones de la UOC (“TI”) y Fundamentos de Físicos de la Informatica, que forma parte del grado de Informática de la UOC (“Inf”). La Tabla 5.1 muestra los temas cubiertos en cada curso. En este punto es adecuado recordar que el número de estudiantes entrevistados fueron 7 estudiantes de TI y 7 estudiantes de Inf (n=14).

*Tabla 5.1. Contenidos de cada curso involucrado en el experimento.*

	<b>TI</b>	<b>Inf</b>
<b>Mecánica</b>	x	
<b>Teoría de circuitos</b>		x
<b>Electroestática</b>	x	x
<b>Magnetoestática</b>	x	x

### 5.2.2. Recopilación de datos

Como se ha comentado igualmente en el Capítulo 3, la recolección de datos se realizó mediante un cuestionario y mediante entrevistas semiestructuradas. El cuestionario se analizó desde una perspectiva cuantitativa en el capítulo anterior. Permitted el reclutamiento del estudiantado entrevistados siguiendo un esquema de muestreo teórico (Hernández Carrera, 2014), ya que la última pregunta del cuestionario era la posibilidad de ser entrevistado; por lo tanto, se recluta a la parte del estudiantado que estaban abiertos a brindar información.

Las entrevistas se realizaron siguiendo la estructura que se da en el Anexo A.1. La entrevista tiene una primera parte de aproximación indirecta al entorno y a los recursos disponibles para hacer que el estudiantado entrevistado se sienta más cómodos y también para ver si los videos aparecen espontáneamente dentro del discurso del estudiantado.

La segunda parte fue diseñada para profundizar más en los vídeos, tratando de descubrir si le gustan a el estudiantado, si los encuentran útiles y por qué. Esta parte abordó las hipótesis H<sub>51</sub>, H<sub>52</sub>, H<sub>53</sub> y H<sub>56</sub>. La siguiente parte de la entrevista trató de descubrir la relación entre los videos y otros elementos del curso (hipótesis H<sub>55</sub>). Luego, la entrevista se centró en la distinción entre teoría y problemas (hipótesis H<sub>54</sub>) y en el comportamiento

del estudiantado con el video (hipótesis H<sub>56</sub>). Finalmente, la entrevista buscó las opiniones del estudiantado sobre otras posibles innovaciones y buscó cualquier otro elemento que el estudiantado quisieran agregar.

Se entrevistó a nueve estudiantes. Se piensa que no se necesitaron más entrevistas porque con este número se llegó a la saturación, es decir, aumentar el número de entrevistados no generaría un aumento significativo de nueva información, en la mayoría de los temas. Todas las entrevistas fueron grabadas y todas menos dos se realizaron por teléfono porque, debido al modelo de la UOC, los entrevistadores y el estudiantado viven en lugares muy distantes. Siguiendo las indicaciones dadas por Starks & Brown Trinidad (Starks & Brown Trinidad, 2007), el entrevistador actuó como oyente, es decir, se presenta a sí mismo como oyente y pide a los participantes que den cuenta de su experiencia.

### **5.2.3. Análisis de los datos**

El análisis de datos se basó en las indicaciones de Starks y Brown Trinidad (Starks & Brown Trinidad, 2007) para el análisis de entrevistas en un marco teórico fundamentado que incluye los siguientes pasos: codificación abierta (examinar, comparar, conceptualizar y categorizar datos); codificación axial (reensamblar datos en grupos basados en relaciones y patrones, dentro y entre las categorías identificadas en los datos); y codificación selectiva (identificar y describir el fenómeno central, o “categoría central”, en los datos). Se utilizó el coeficiente de Kappa Cohen para la concordancia en la codificación de los dos primeros evaluadores. En los siguientes párrafos se describe cómo se siguió este proceso en la investigación actual.

Las entrevistas se transcribieron y analizaron en varios pasos. Primero, dos investigadores diferentes realizaron una codificación exploratoria para cada entrevista. Después de esta primera codificación, se creó una lista de códigos. Luego, cada entrevista se dividió en fragmentos de tal manera que cada fragmento contenía un solo concepto. La división en fragmentos fue realizada por dos investigadores hasta que se llegó a un consenso y un tercer investigador resolvió los desacuerdos. A continuación, dos investigadores diferentes codificaron cada entrevista usando la lista de códigos y la separación en fragmentos. Por lo tanto, cada entrevista se codificó siguiendo los mismos fragmentos y con los mismos códigos, lo que permitió la comparación de la codificación. A los investigadores se les permitió agregar un código en el caso de que ninguno encajara. Los

tres investigadores que realizaron la codificación fueron Víctor García Hernández, Jordi Conesa Caralt y Antoni Pérez-Navarro. Para realizar la fragmentación de las entrevistas y la codificación abierta se utilizó Atlas.Ti 8.4.4®.

Luego se analizó la codificación y se obtuvo un gráfico conceptual con los resultados. Se ignoraron los códigos que no tenían nada que ver con los videos y el curso en sí, como los que dicen: "Prefiero el aprendizaje en línea". La matriz condicional/causal se creó mediante el software Diagrams.net.

A partir del gráfico conceptual, se realizó una codificación axial con el fin de encontrar los elementos claves que explican la actitud del estudiantado de física frente a los videos. Luego, La codificación axial se realizó mediante Microsoft Excel®. Este programa permitió generar también un mapa de mapeo para mostrar gráficamente la importancia relativa de los diversos códigos.

### **5.3. Resultados**

Las entrevistas se dividieron en fragmentos (la más corta tenía 25 fragmentos y la más larga tenía 65 fragmentos). Se utilizaron 153 códigos diferentes. Se codificaron un total de 432 fragmentos con esos códigos. El coeficiente de Kappa Cohen para la concordancia en la codificación de los dos primeros evaluadores fue 0,5, lo que corresponde a una concordancia moderada según la tabla de Landis y Koch de fuerza de acuerdo kappa (Landis & Koch, 1977). Aunque este es un valor moderado, y se consideró que es aceptable teniendo en cuenta la gran cantidad de fragmentos y códigos. Aun así, una tercera persona resolvió los desacuerdos hasta que se llegó a un consenso. Después de la codificación, utilizando los códigos que aparecieron en al menos dos entrevistas y que se referían a los objetivos de la investigación actual, se creó un gráfico de matriz condicional/causal que se puede ver en la Figura 5.1. En esta figura, se muestran los factores analizados: 1) Tipo de vídeos, 2) Utilidad de los vídeos, 3) Consumo de los vídeos, 4) Calidad de los vídeos, 5) Uso de los vídeos para impartir física y 6) si los vídeos son atractivos para los estudiantes, y los condicionante en cada uno de ellos que pueden hacer que los estudiantes vean al vídeo como un recurso educativo importante. Es importante mencionar que las frases, en muchos casos están traducidas del catalán.

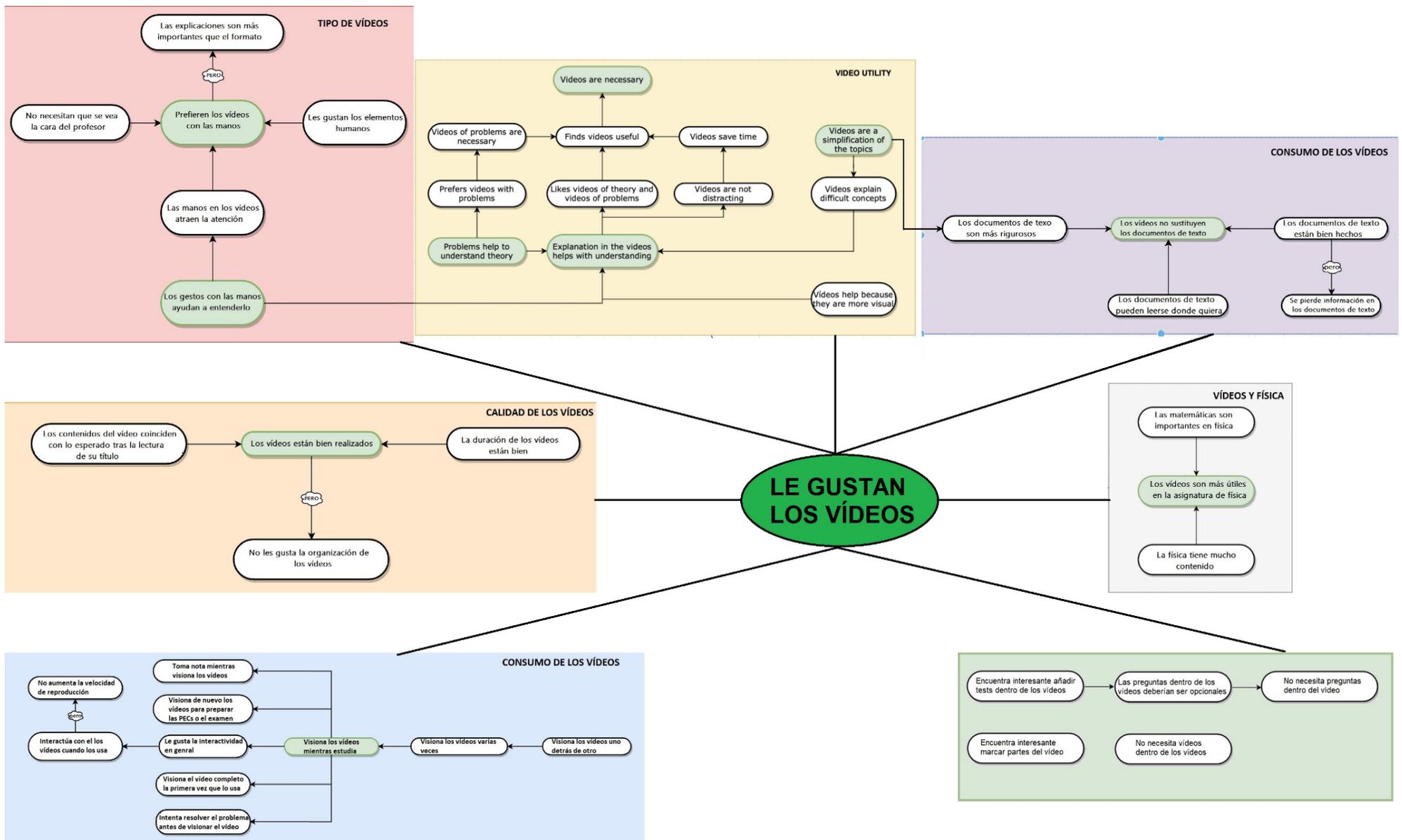


Figura 5.1. Matriz condicional / causal entre códigos relacionados con la percepción del video. Los nodos verdes representan aquellos en los que entran y salen varias flechas.

Los códigos del diagrama se han agrupado en los ejes representados como cuadros de color: los que hacen referencia al tipo de video (rosa); aquellos que se centran en la utilidad de los videos para el estudiantado (amarillo); aquellos en los que se comparan videos con documentos de texto (violeta); los que se refieren a la calidad del video (marrón claro); los que hacen referencia a la forma en que el estudiantado consume videos (azul); los que se refieren a las especificidades de la fisica (gris); y finalmente, los que hacen referencia a las futuras mejoras que podrían incluirse dentro de los videos (verde).

Como punto central, hay un código compartido por todos los entrevistados que es que les gustan los videos. Esta es la razón por la que "Les gustan los vídeos" actúa como un código central, y todos los demás elementos en los cuadros ayudan a explicar por qué. En los siguientes apartados, se explica en detalle cada eje.

### 5.3.1. Utilidad de los vídeos

La Figura 5.2 muestra una ampliación del eje "utilidad de los videos" de la Figura 5.1. En ella se puede observar las características que el estudiantado encuentra útil en los vídeos. El estudiantado entrevistado encontró que los videos les ayudaron a comprender.

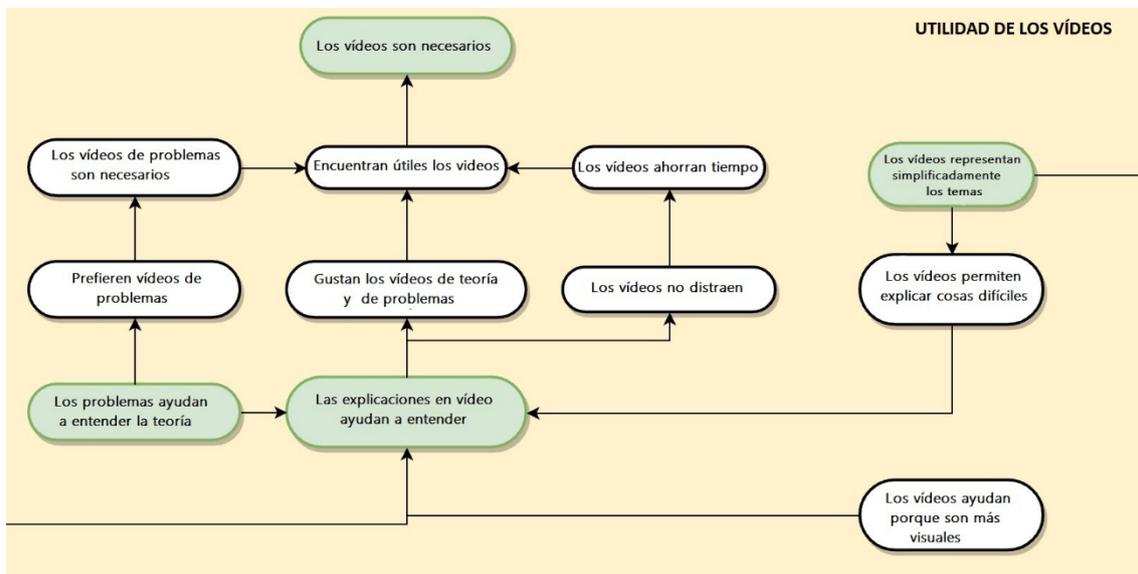


Figura 5.2. Ampliación de la caja: "Utilidad de los vídeos".

Una de las respuestas obtenidas fue: "Leer sin saber de qué están hablando requiere un gran esfuerzo. Cuando ya has visto el video ya sabes de lo que estás hablando y la lectura

es más rápida y fluida porque ya sabes de qué están hablando. Si ya tienes la información antes, cuando la lea voy a armar un rompecabezas”.

Otro estudiante dijo: "Cuando dije: 'No entiendo esto', el video me ayudó a entenderlo". Según los comentarios del estudiantado, la razón principal por la que las explicaciones de los videos les ayudan a comprender los temas es que consideran que los videos son una simplificación de los temas.

Algunos estudiantes dijeron que los videos son recursos fáciles: "los videos son recursos fáciles, para tontos". También dicen que los videos permiten explicar cosas difíciles: “los videos fueron muy útiles, con esas pelotas<sup>1</sup>, simples pero muy claros”; y que son más visuales: “Lo que más me gustó de los videos es la imagen que va apareciendo como un esquema”.

Algunos estudiantes dijeron explícitamente que prefieren videos de resolución de problemas y que estos son necesarios. Sin embargo, en general, al estudiantado les gustaron tanto los videos de teoría como los videos de problemas, como se puede ver en la frase: “Los de teoría y los de resolución de problemas son igualmente útiles y necesarios”.

En cuanto al tiempo, el estudiantado encontró que los videos no distraen y ahorran tiempo, como se puede ver en el comentario: “Los videos no han quitado tiempo; al contrario, me han dado tiempo”.

Por todas estas razones, el estudiantado encontró los videos útiles y necesarios. Un estudiante dijo: "Si se eliminaran los videos, pensaría que el curso ha empeorado". De hecho, en la investigación mostrada en el capítulo anterior, se observó que cuando se introducían videos en un curso, los resultados mejoraban.

### **5.3.2. Tipo de videos**

La Figura 5.3 muestra una ampliación del eje sobre el “Tipo de videos” de la Figura 5.1.

Uno de los elementos que facilitan la comprensión según los comentarios del estudiantado son los gestos con las manos. “Las manos ayudaron. Hubo gestos que me ayudaron a entender el concepto. Están todos los gestos que son lo que buscas en la conversación. Tú

---

<sup>1</sup> El estudiantado se refiere a pelotas y elementos que se usaron en algunos videos.

también buscas los gestos”. Lo que hace que los gestos con las manos ayuden a comprender es que atraen la atención.

Por ejemplo, un comentario fue: “Los videos de la mano se consumen de manera diferente. Me concentré más porque miras hacia dónde va la mano porque la mano enfoca la atención en el área donde enfocas. La sigues porque crees que si se mueve es por una razón”.

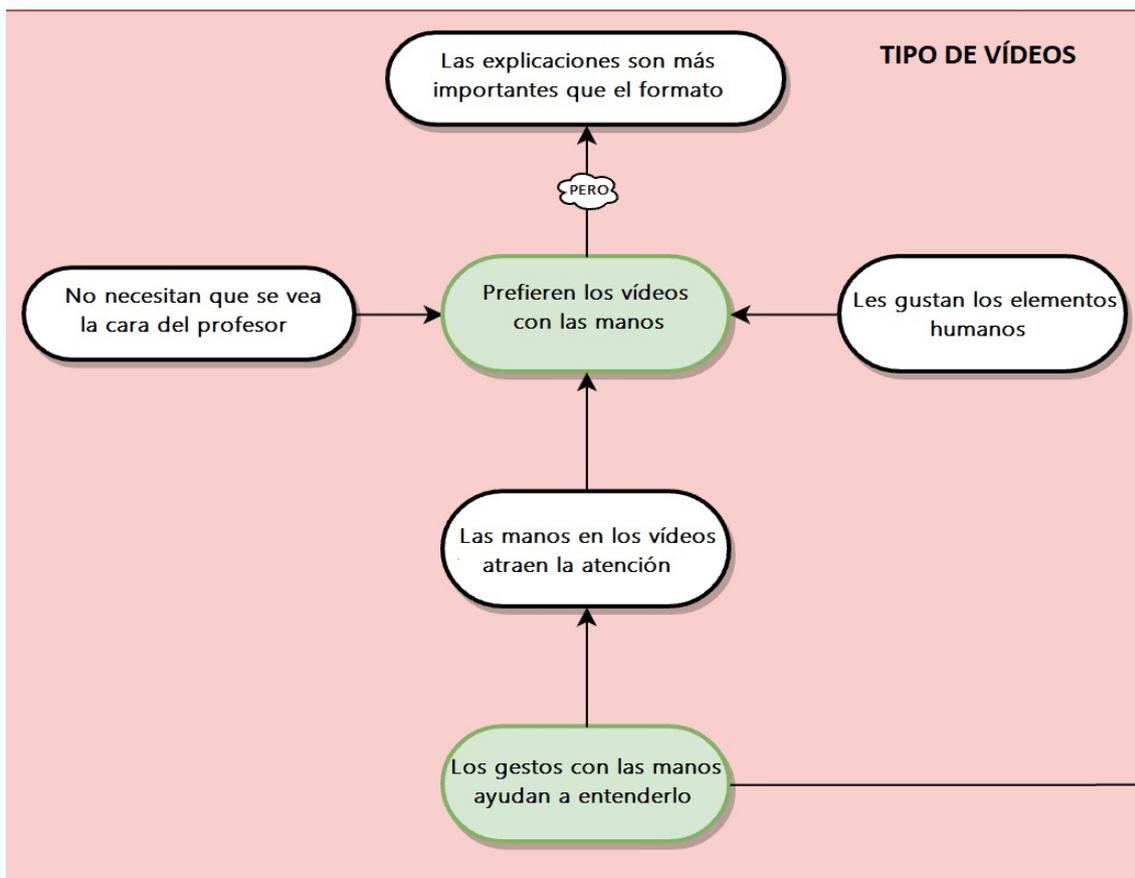


Figura 5.3. Ampliación de la caja: "Tipo de videos".

Sin embargo, un estudiante sugirió que otro puntero también podría ayudar. “También podría prescindir de las manos si fueran reemplazadas por un puntero o un punto de referencia”. Sin embargo, en algunos casos las manos son la única forma, como, por ejemplo, cuando se muestra la dirección del campo magnético.

El estudiantado también declaró que les gustan los elementos humanos. “Me gusta la voz del profesor que está haciendo el video”, dijo uno. Sin embargo, algunos estudiantes también manifestaron que no necesitan ver el rostro del profesor en el video. “Donde sale

el profesor, ocupa un trozo de pantalla. No quiero ver tu cara, quiero ver la pizarra ", dijo un estudiante.

El estudiantado prefiere los videos "solo con manos". Sin embargo, según algunos estudiantes, mostrar el rostro del docente a veces atraía la atención o aumentaba el contacto humano. "Me gustaría tener más contacto visual con la persona que está haciendo esa presentación", dijo un estudiante. "No mostrándolo durante todo el video, pero ocasionalmente teniendo contacto con el docente. . . puede aparecer al principio y luego salir y, si hay algo a destacar, aparecer y explicar la pregunta y volver al video". Un estudiante también vinculó el rostro del profesor con la parte emocional, diciendo: "Si en algún momento aparece alguien es agradable. Quizás no en términos de aprendizaje, sino en términos de emoción ".

Muchos estudiantes compararon los videos con otros videos utilizados en los cursos de matemáticas, creados con una herramienta llamada LivVeScribe®, que permitía al profesor escribir en un papel y grabar la voz mientras escribía. A algunos estudiantes no les gustó este tipo de video; otros dijeron que eran aceptables. Sin embargo, no se percibieron tan útiles como los Vhands.

Por último, es importante señalar que algunos estudiantes creían que las explicaciones son más importantes que el formato: "Le doy más importancia al aprendizaje y también a si el video realmente está dando un contenido".

### **5.3.3. Calidad de los videos**

La Figura 5.4 muestra una ampliación del eje sobre la "calidad de video" de la Figura 5.1. Otro elemento que ayuda a explicar por qué a el estudiantado les gustan los videos es que los consideran bien hechos. Los contenidos eran lo que esperaban encontrar, y un estudiante dijo: "Eran lo que necesitabas específicamente, teniendo en cuenta lo que se hizo en el curso". La duración de los videos también fue buena: "Los videos de Física duraron entre 2 y 10 min.



Figura 5.4. Ampliación de la caja: "Calidad de los videos".

Sin embargo, al estudiantado no les gustó la organización de los videos. “Lo que menos me gustó, quizás, es la herramienta donde se subían los videos. Mejoraría el ambiente de presentación”, dijo un estudiante. Ese comentario provino de estudiantes que usaron el sistema PRESENT@. Este sistema fue desarrollado por la UOC para presentar trabajos de fin de grado y no fue diseñado para organizar varios videos.

Cabe destacar que algunos estudiantes consideraron los videos tan claros que no necesitaron hacer ninguna pregunta: “no es necesario hacer preguntas sobre los videos”. El comentario se refiere tanto a preguntas en el foro de la asignatura, como a preguntas al profesorado como a comentarios sobre los videos en el propio PRESENT@. De hecho, sólo hubo un comentario en el PRESENT@ que fue para indicar que un video se había subido por error.

### 5.3.4. Consumo de los videos

La Figura 5.5 muestra una ampliación del eje sobre el “Consumo de video” de la Figura 5.1.

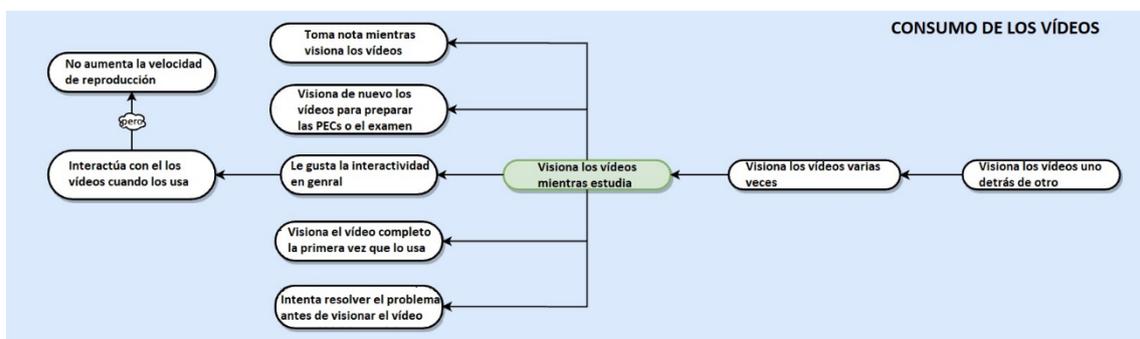


Figura 5.5. Ampliación de la caja: "Consumo de los videos".

El estudiantado vio los videos hasta el final en la primera visualización: “por si acaso las preguntas y dudas que aparecían se resolvieran más adelante en el video”. Los vídeos se visualizan en orden: “Sigo el orden establecido por la guía del curso y los veo uno tras otro según el tiempo disponible en cada momento”; y los videos se ven varias veces, “al menos dos veces por video (una primera toma y una revisión) pero en las partes más complicadas del curso, hasta cuatro veces”.

Por otro lado, los videos se consumen como un elemento más de estudio y generalmente se ven mientras se estudia. Por ejemplo, un comentario fue: “No veía los videos con frecuencia, los veía cuando estudiaba el módulo”. La visualización de los videos también estuvo relacionada con la entrega de actividades o exámenes. Un estudiante dijo: “Como ya vi los vídeos, revisé los vídeos cuando tenía que realizar una actividad”. Las actividades eran lo que se llama PEC. Un comportamiento importante es que el estudiantado toma notas mientras miran el video: “Bueno, por ejemplo, yo tomo notas, si hay algo que me interesa, lo escribo, siempre lo hago”. Y con respecto a los videos de problemas, los usan como una herramienta de apoyo que puede darles retroalimentación y pistas cuando sea necesario. Suelen intentar solucionar el problema antes de ver el video, y en caso de que no sepan cómo continuar, ven la parte del video hasta ese punto. Un estudiante da una razón para ese comportamiento: “Porque me da la opción de parar. Resolver el problema por mí mismo y luego ver qué tan lejos llego yo solo. Cuando llego a un hito, puedo detenerme y ver el video para ver mi desempeño”.

Es importante señalar que al estudiantado les gustaron las capacidades de interactividad de los videos, como la posibilidad de detenerse y saltar directamente a varias partes del video. Por lo general, interactuaban con los videos mientras los veían: “Utilizo el botón de retroceso y hago una pausa para volver a una parte que no se entendió bien o para tomar notas”, dijo un estudiante. Hay más interacciones al revisar los videos porque en la primera visualización el estudiantado suele mirar el video hasta el final. Según un comentario, “En las siguientes revisiones, sí, vas más a lo específico y vas a puntos específicos. . . porque tú ya conoces el contenido. . . vas al lugar que crees que quieres ver, o que estás buscando. . . o haces una búsqueda aleatoria porque sabes que lo que estás buscando está en esa zona. . . luego llega un momento en el que dices 'no me está aportando nada' y empiezas a avanzar y saltarte cosas para ver si aparece algo que no captaste”.

Finalmente, en general, el estudiantado no cambia la velocidad del video cuando lo visualizan.

### 5.3.5. Video versus texto

La Figura 5.6 muestra una ampliación del eje "consumo de video" de la Figura 5.1. Los videos son el recurso que más le gustó al estudiantado: “En física los materiales son buenos, pero con los videos es increíble”, una respuesta fue. “Los recursos que más me gustaron son los videos”, dijo otro. Sin embargo, según el estudiantado, los videos no pueden sustituir a los documentos de texto: “Los videos no pueden reemplazar a los documentos de texto”, o “El papel te da conocimiento. Te lo explica todo”.

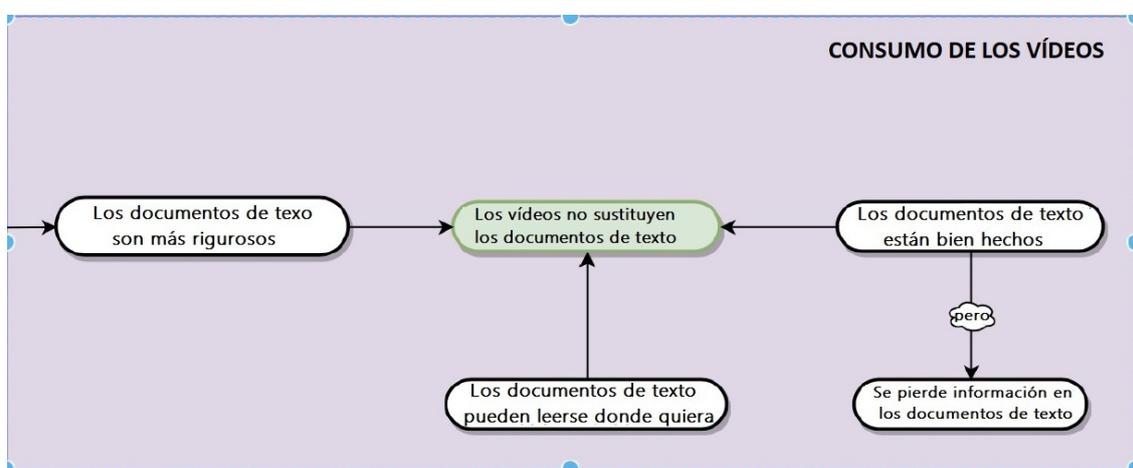


Figura 5.6. Ampliación de la caja "Consumo de los videos".

Una de las razones que pueden explicar este sentimiento es que los documentos de texto son más rigurosos. “Los videos son un complemento ya que los materiales de texto son mucho más rigurosos”, dijo un estudiante. A otros les gustaron los documentos de texto porque es más fácil acceder a ellos y se pueden leer en cualquier lugar, mientras que los videos requieren más recursos: “Tomo el documento y lo leo en el metro. El video necesita más recursos”, dijo un estudiante.

El texto también tiene la ventaja de que es más fácil de revisar. “Si tiene una pregunta específica, entonces no verás un video de 10 minutos”, dijo un estudiante. De hecho, un estudiante sugirió agregar la transcripción del video con un resumen de los puntos importantes.

Un solo estudiante dijo que, “dado que el texto de física estaba tan bien explicado, quizás los videos no fueran necesarios”. De hecho, el estudiantado piensa que los documentos de texto están bien hechos: “En el curso, los documentos de texto son muy buenos”. Es importante tener en cuenta que los documentos de texto se preparan para el e-learning con algunas especificidades como recordar contenidos simples que se espera que el estudiantado sepa, pero que tal vez hayan olvidado.

Se puede pensar que la razón por la que el texto no puede ser sustituido por los videos podría deberse a la falta de videos. Sin embargo, los videos cubrieron todos los temas del curso y el estudiantado percibieron que tenían suficientes videos: “la cantidad de videos fue más que suficiente en el curso de Física”. Así, se puede decir que las diferencias entre texto y videos no se deben a la falta de videos.

### 5.3.6. Vídeos y física

La Figura 5.7 muestra una ampliación del eje sobre "video y física" de la Figura 5.1.

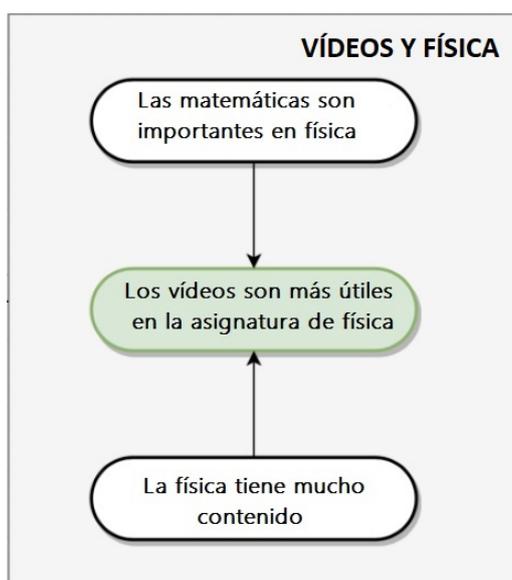


Figura 5.7. Ampliación de la caja: "Videos y Física".

Para analizar la relación entre los videos y los cursos de Física, es importante señalar que el estudiantado dice que les gusta el curso. El estudiantado tampoco encontró que los videos son más útiles en los cursos de Física: “Específicamente para el curso de Física, realmente aprecio los videos”.

Las razones, según ellos, son que las matemáticas son importantes en la Física: “A nivel matemático, estaba perdido. Y viéndolo en los videos...”. Además, comentan que Física tiene muchos contenidos, “Quizás es el curso que tiene mucho contenido”.

En los cursos de física de la UOC, el estudiantado dispone de materiales de texto, vídeos, pruebas de Moodle y ejercicios resueltos. El estudiantado puede sentirse abrumados por tener demasiados recursos, aunque la planificación semanal ayudó. Un estudiante dijo: “Seguí estrictamente la pauta propuesta para ver los videos según el módulo”. Cuando se sugirió eliminar algunos recursos un estudiante dijo: “No, es mejor tener los recursos y decidir”. Es importante señalar que no se esperaba que el estudiantado usara todos los recursos, sino solo aquellos que se ajustan a su forma de aprender.

### **5.3.7. Propuestas de video**

Se le preguntó al estudiantado sobre algunas innovaciones que se espera que se introduzcan en videos futuros, como pruebas dentro de videos, marcar algunas partes de los videos o incluir videos dentro de los videos para hacer aclaraciones.

En cuanto a las pruebas/preguntas dentro de los videos, aunque algunos estudiantes las encontraron interesantes, todos dijeron que deberían ser opcionales. Se comentó que "Estarían bien, pero si pudiera omitirlos". Incluir videos dentro de los videos es otra innovación que algunos estudiantes percibieron como innecesaria, aunque encontraron que vincular videos con respuestas a las pruebas/preguntas era una opción interesante. “Sería interesante que los videos estuvieran vinculados para que te dirijan a otros videos en función de las respuestas de las pruebas”. Algunos estudiantes dijeron que la razón para rechazar estos cambios es que saben cuánto tiempo dura el video antes de iniciarlo, y si se agregan elementos, el tiempo necesario para ver el video cambia.

Por el contrario, el estudiantado encontró una opción interesante el marcar partes del video: “Encuentro útil incorporar y compartir información en el video”, dijo un estudiante. Sin embargo, es importante tener en cuenta que PRESENT@ permitió marcar partes del video y el estudiantado no lo usó.

#### **5.4. Discusión**

El estudiantado entrevistado consideró los videos como el recurso más valorado en los cursos de física, donde se dispuso de varios recursos como documentos de texto y pruebas de Moodle.

El estudiantado también percibió los videos como un recurso que les ayudó a comprender más fácilmente porque el lenguaje y las explicaciones eran más simples y visuales que en los documentos de texto. Estos resultados son compatibles con la investigación cuantitativa del capítulo anterior. Sin embargo, los documentos de texto no pueden ser sustituidos por los vídeos según el estudiantado entrevistado, ya que los documentos de texto son más rigurosos, más completos y pueden consumirse en cualquier lugar. Por lo tanto, los videos se utilizan como un recurso para comprender los temas y los pasos difíciles, por lo que pueden verse como un lubricante para adquirir mejor los conocimientos y habilidades descritos en los documentos de texto, que se perciben como el recurso más importante.

Por otro lado, el estudiantado valoró los Vhands por la capacidad de la mano para apuntar y enfocar, pero también para realizar algunas mímicas, como en el caso de la dirección del campo magnético. La mano también se valora por aportar un elemento humano al video.

Además, la mayoría del estudiantado percibieron las manos como un elemento humano suficiente que proporciona un vínculo emocional con el educador. Este vínculo social es algo que el estudiantado entrevistado valora, ya que son estudiantes en línea (a distancia). Por lo tanto, el estudiantado prefirió videos con las manos. Es importante señalar que los videos se perciben como bien hechos, con los contenidos esperados y la duración adecuada.

En cuanto a la forma en que el estudiantado veía los videos, generalmente usaban videos mientras estudiaban y tomaban notas mientras miraban el video. Esto es lo que hace el estudiantado de formación presencial cuando asisten a clases. Por tanto, se puede percibir que el vídeo desempeña el papel que desempeñan los profesores en las clases presenciales. La diferencia es que el estudiantado puede ver el video varias veces y pueden interactuar con el video y usarlo como una herramienta de apoyo a su aprendizaje

auto-dirigido, que es algo muy valorado. Como era de esperar, el estudiantado vio videos mientras se preparaban para una actividad o un examen.

Algo muy específico de muchos cursos de instrucción científica como la física es la diferencia entre teoría y resolución de problemas. Esta distinción también está en los vídeos y, aunque el estudiantado dijo que por lo general veían los vídeos completamente la primera vez, también dijeron que cuando veían vídeos de problemas, generalmente intentaban resolver el problema antes de ver el vídeo. En realidad, este es el objetivo de los problemas y es importante ver que, aunque tienen la resolución en el vídeo, el estudiantado aún intenta resolverlos. Por tanto, el uso de videos no interfiere con el rol pedagógico de la resolución de problemas.

El estudiantado también percibe la especificidad de la física, y dicen que los videos fueron útiles por el papel que juegan las matemáticas y la cantidad de contenidos del curso.

Finalmente, el estudiantado dijo que les gustó la posibilidad de agregar comentarios dentro del video. A pesar de ello, el estudiantado no usó la posibilidad de incluir comentarios en el PRESENT@, salvo el que indicaba que un vídeo se había subido por error. El estudiantado dijo que solo aceptarían pruebas o exámenes dentro de los videos si fueran opcionales, pero, aun así, no las percibieron como necesarias. Sin embargo, los comentarios sobre propuestas futuras son una indicación de cómo se deben introducir esas innovaciones para que el estudiantado las acepte.

Por otro lado, después de la codificación abierta que se muestra en la sección de resultados, se desarrolló la codificación axial para agrupar las categorías y encontrar los elementos más importantes relacionados con los videos en el aula (Hernández Carrera, 2014; Seid, 2016). Teniendo en cuenta los resultados de la codificación abierta que se muestran en la matriz condicional/causal de la Figura 5.1, se propusieron las categorías que se muestran en la Tabla 5.2.

Cada categoría que se muestra en la segunda columna influye en el eje temático que se estudia sobre el vídeo y que influye en la percepción del mismo. En la última columna se expone la frecuencia relativa con la que se da cada una de ellas.

Tabla 5.2. Categorías propuestas relacionadas con los grupos de la matriz condicional / causal y con la frecuencia relativa de aparición.

Eje temático	Categoría	Frecuencia Relativa
<b>Tipo de vídeo</b>	Elementos humanos	47
	Manos	14
	Señalar elementos / atraer la atención	13
	Explicaciones	2
<b>Utilidad de los vídeos</b>	Comprensión	41
	Hora	11
	Vídeo útil y necesario	5
	Problemas	21
	Teoría	12
	Visual	4
<b>Vídeo versus texto</b>	Los vídeos no pueden sustituir el texto	10
	El documento es útil y necesario	11
	Rigor	1
	Es complementario	6
<b>Consumo de los vídeos</b>	Varios consumos	13
	Relacionado con las entregas	12
	Interacción	25
	Toma notas	3
<b>Física</b>	Matemáticas	2
	Conceptos difíciles	1
	Contenido	1
	Calidad	1
	Otros recursos	22

Es importante señalar que algunos códigos de la matriz condicional/causal se pueden encontrar en varias categorías. Por ejemplo, diciendo que “las manos actúan como elemento señalador y atraen la atención” correspondería a “manos” y a “elementos señaladores/llamar la atención”.

Por otro lado, existe una categoría especial que son las "manos". Esta categoría se refiere a códigos relacionados con los Vhands, pero las manos son un elemento humano y, por lo tanto, también se cuentan como tal. La razón para separar explícitamente las manos se debe a la hipótesis H<sub>53</sub>: “El estudiantado en línea prefieren las manos como elemento humano para aparecer en los vídeos”.

Las categorías se agrupan en los ejes que se muestran en la Figura 5.1. No se tuvo en cuenta la categoría de las propuestas de video ya que se refieren a ideas futuras y, por lo tanto, el estudiantado realmente no las probó.

La Figura 5.8 muestra la importancia relativa de las categorías.

La hipótesis H<sub>51</sub>: “El estudiantado en línea prefiere el video a los documentos de texto en los cursos de física.”, es difícil de validar. El estudiantado prefirió los videos porque les ayudó a comprender conceptos. La idea de que los videos les ayuden a comprender la física y las matemáticas en física se encuentra en la categoría de “comprensión” y, como se puede ver, es una de las más importantes.

Sin embargo, también es importante la idea de que los videos no pueden sustituir el texto debido a que el texto es completo y riguroso. De hecho, el estudiantado encontró los videos tan útiles y necesarios como los documentos de texto. Por lo tanto, el estudiantado percibió que los videos complementaban sus documentos de física.

En este punto se puede estudiar la validez de las hipótesis.

Respecto a la Hipótesis H<sub>52</sub>: “El estudiantado en línea prefiere videos con elementos humanos.”, el estudiantado en línea prefirió videos con elementos humanos. De hecho, se puede ver en la Figura 5.8 que los elementos humanos son los que tienen mayor frecuencia. El estudiantado en línea a menudo mencionó el contacto humano y la cercanía. Por todo ello, nuestros resultados son compatibles con la hipótesis H<sub>52</sub>.

También se observa que las manos son un elemento importante para el estudiantado en los videos, lo cual es compatible con la Hipótesis H<sub>53</sub>: “El estudiantado en línea prefiere las manos como elemento humano para aparecer en el video.”. La razón, como se puede deducir de la Figura 5.1, podría deberse a su papel como elemento humano y su papel como elemento señalador que llama la atención. Tener un elemento señalador o algo capaz de llamar la atención en los videos es algo muy valorado por el estudiantado.

Con respecto a la Hipótesis H<sub>54</sub>: “El estudiantado en línea prefiere videos de problemas.”, el estudiantado prefirió videos de problemas donde los problemas aparecieron con una frecuencia alta en la entrevista, pero solo un poco por encima de la teoría. Así, los resultados no son compatibles con esta hipótesis ya que parece que en física tanto la teoría

como los problemas juegan un papel importante para el estudiantado, como se muestra en la sección de resultados.

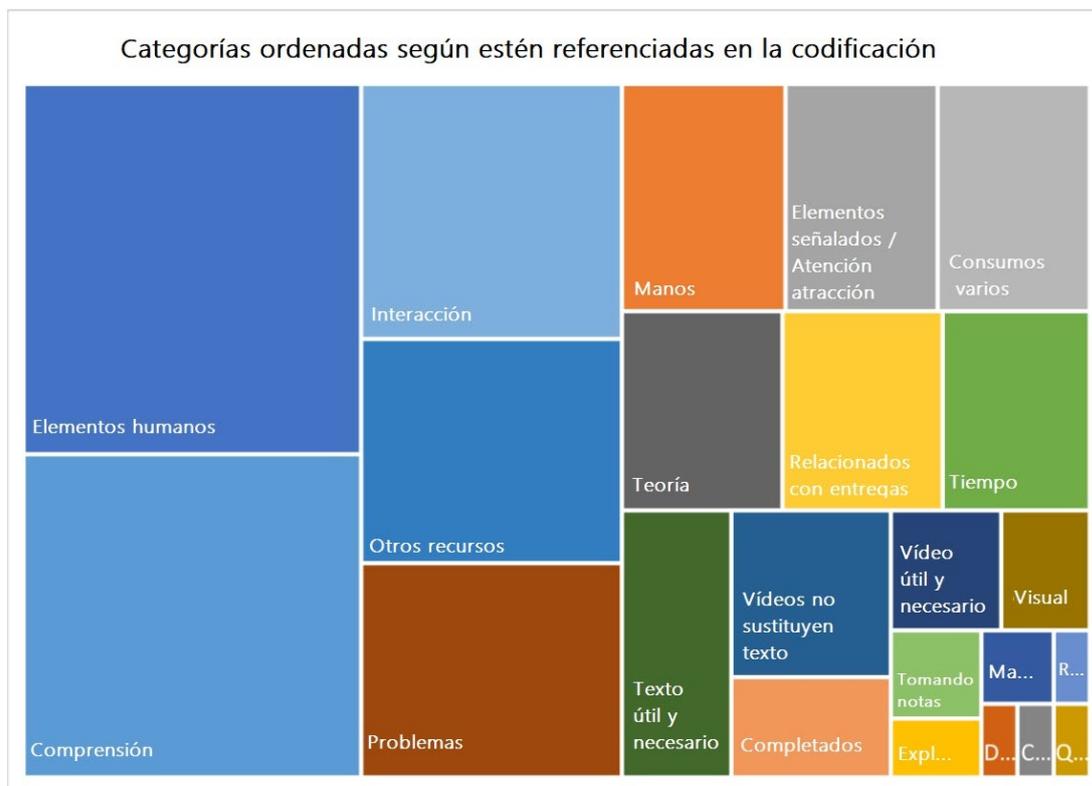


Figura 5.8. Árbol de mapeo de la importancia relativa de cada categoría.

La hipótesis H<sub>55</sub>, que “El estudiantado en línea consume videos vinculados a la entrega de actividades o exámenes”, es compatible con los resultados.

La hipótesis H<sub>56</sub>, que “El estudiantado de física en línea interactúa con los videos al consumirlo.”, es compatible con los resultados, y es algo que se destaca muchas veces durante las entrevistas.

A partir de estas hipótesis, se encuentra que el estudiantado habla muchas veces sobre otros recursos que tienen disponibles en el curso, como documentos de texto, ejercicios resueltos de otros años y pruebas de Moodle. Así, aunque los videos cubrieron todos los temas del curso, el estudiantado los consumió dentro del entorno y repositorio de los recursos disponibles en el curso.

Otro elemento que se ha encontrado es el papel que juegan los videos es el tiempo. El estudiantado percibió que, aunque ver videos lleva tiempo, ahorran tiempo porque los conceptos de física se entienden más rápido.

Finalmente, un elemento que muestra que el estudiantado sintió que los videos funcionan como un elemento de aprendizaje es que los consumieron varias veces, y esta categoría aparece con una alta frecuencia.

## **5.5. Conclusiones**

En este capítulo se ha analizado las percepciones y actitudes que tienen el estudiantado de una universidad en línea con respecto a los videos en un curso de física, específicamente, videos donde las manos del profesor aparecían escribiendo en una pizarra y videos donde no aparecían las manos. El método seguido ha sido un análisis de entrevistas desde una perspectiva de teoría del terreno.

Así, se han realizado entrevistas semiestructuradas hasta la saturación para validar las hipótesis, pero también para buscar nuevos conocimientos que ayuden a explicar la relación entre estudiantes y videos en el aula.

Se descubrió que los videos se perciben como un recurso adicional disponible en física y el estudiantado los usan combinados con el resto de los recursos disponibles. Los videos son el recurso que prefieren porque facilitan y aceleran la comprensión de los conceptos de la física y ofrecen una alta interactividad. Un indicador de que consideran útiles los videos es que los vieron varias veces.

Sin embargo, el estudiantado consideró que el recurso más importante eran los documentos de texto debido a su integridad, rigor y facilidad de revisión. Por tanto, de estos resultados se deduce que un curso de física no se puede estructurar solo en torno a videos.

El estudiantado en línea encuentra que los elementos humanos también son muy importantes en un entorno en línea. De hecho, descubren que las manos en el video desempeñan este papel humano. Pero las manos en el video también juegan el papel de ser un elemento importante para llamar la atención, señalando hacia dónde deben mirar el estudiantado, por ejemplo. Por lo tanto, los Vhands pueden introducir un elemento humano con un papel activo dentro del video.

En cuanto al curso de física, incluye teoría y resolución de problemas y, por lo tanto, el estudiantado tiene disponibles videos de teoría y videos de resolución de problemas. El estudiantado consume ambos y encuentran que ambos son importantes. Por otro lado, el

consumo de videos está relacionado con entregas y exámenes y el estudiantado vieron los videos con más frecuencia cuando tenían estos hitos.

Así, de este estudio se concluye que los videos juegan un papel clave en los cursos de física en línea, aunque se consideran un complemento de otros materiales. Por lo tanto, deben complementarse con otros recursos, como documentos de texto, según las preferencias del estudiantado.

Los videos con las manos son más adecuados que los videos con la cara del profesor, ya que pueden abordar dos necesidades: 1) la provisión de un elemento humano para crear un vínculo entre el estudiantado y el profesor; y 2) un elemento señalador (mímico) que centra la atención del estudiantado o les permite relacionarse con elementos relevantes.

A modo de resumen se indican las hipótesis finalmente validadas en este capítulo/experimento:

- H<sub>52</sub>: “El estudiantado en línea prefiere videos con elementos humanos”.
- H<sub>53</sub>, “El estudiantado en línea prefiere las manos como elemento humano para aparecer en los videos”.
- H<sub>55</sub>, “El estudiantado en línea consume videos vinculados a actividades, entregas o exámenes”.
- H<sub>56</sub>, “El estudiantado en línea interactúa con el video cuando lo consumen (es decir, el estudiantado usa el botones reproducir, detener, pausar, avanzar y retroceder mientras mira el video)”.

La hipótesis que no se han podido validar es:

- H<sub>51</sub>: “El estudiantado en línea prefiere los videos a los documentos de texto”.

La hipótesis que se ha rechazado es:

- H<sub>54</sub>: “El estudiantado en línea prefiere videos de problemas.”

Los resultados de este capítulo están publicados en:

Pérez-Navarro, A., Garcia, V., & Conesa, J. (2021). Students' Behavior and Perceptions Regarding Complementary Videos for Introductory Physics Courses in an Online Environment. *Applied Sciences*, 11(2), 523. DOI: 10.3390/app11020523. IF: 2,474, Q2 (JCR).



# Capítulo 6

## Interacciones con los vídeos

---

Las interacciones del estudiantado con videos educativos pueden ser una fuente de conocimiento y pueden ayudar a comprender el comportamiento del estudiantado y detectar los temas más conflictivos, aquellos recursos que se pueden mejorar, los aspectos en los que el estudiantado tienen más dificultades, etc. (Buchner, 2018; Yassine, Kadry, & Sicilia, 2020). Por ello, estas interacciones pueden ayudar a descubrir cómo mejorar la transmisión del conocimiento (Altinpulluk, Kilinc, Firat, & Yumurtaci, 2020).

En el presente capítulo se analiza el mismo curso de introducción a la Física en los grados de Informática y de Tecnologías de Telecomunicación de la UOC. Sin embargo, en lugar de analizar la percepción del estudiantado, se analiza su comportamiento. El análisis se ha realizado estudiando las interacciones del estudiantado con los videos educativos con el fin de comprender mejor cómo son consumidos y comprobar si existe algún tipo de vínculo entre lo que el estudiantado percibió y lo que realmente hicieron.

Para ello, en el trabajo actual se analizan los patrones de consumo de los videos y si estos son compatibles con la percepción del estudiantado encontrada en trabajos anteriores: ¿los videos se ven principalmente cerca de un hito en el curso (examen o entrega de una actividad) ?; ¿existen diferentes patrones de consumo entre la resolución de problemas y los videos teóricos ?; videos de diferentes temas (Mecánica, Circuitos, Electroestática y Magnetoestática) ¿tienen diferentes patrones de consumo?

Más allá de estos elementos, también se analizan los datos para comprobar si existen comportamientos diferentes según la duración de los vídeos.

En definitiva, en este capítulo se presenta el desarrollo, análisis y resultados del tercer experimento para monitorizar las interacciones reales que realizan los estudiantes con los vídeos propuestos. Para ello este se ha dividido en los siguientes apartados:

- a) *Hipótesis*, con las hipótesis lanzadas en el tercer experimento para poder contrastar los resultados del capítulo anterior.
- b) *Metodología*, donde se indica cómo se han recogido y analizados los datos, la muestra estudiada y la tipología de vídeos usados.
- c) *Resultados*, donde se muestran los resultados del experimento llevado a cabo en este capítulo.
- d) *Discusión*, donde se analizan y se discuten los resultados
- e) *Conclusión*, donde se indican las conclusiones obtenidas en el desarrollo de este capítulo.

## 6.1. Hipótesis

Las hipótesis para el trabajo presentado en este capítulo son:

**H61.** La duración del video afecta la forma en que el estudiantado interactúa con él.

**H62.** El estudiantado mira videos principalmente un período antes de una fecha límite (una entrega de actividad o un examen).

**H63.** El estudiantado ve videos de resolución de problemas más que videos teóricos.

**H64.** El estudiantado interactúa de una manera diferente (diferentes frecuencias en el uso de “inicios”, “pausas” y / o “búsquedas”) cuando usan videos de teoría que cuando usan videos de resolución de problemas.

**H65.** El estudiantado interactúa de forma diferente (distintas frecuencias en el uso de “inicios”, “pausas” y / o “búsquedas”) según el tema enseñado en los videos.

En este trabajo se comprueba si los datos registrados confirman la percepción del estudiantado.

## 6.2. Metodología

### 6.2.1. Datos recopilados

Los datos recogidos y analizados para contrastar la hipótesis propuesta fueron los indicados en la *Tabla 6.1*. En la columna “Datos” se muestra el tipo de dato que se obtuvo de forma automática, en la columna “Descripción” se presenta una breve descripción del de cada dato y, por último, en la columna “Codificación”, una codificación del tipo de dato en caso que se haya visto necesario.

## 6.2.2. Tamaño y tipología de la muestra estudiada

Para el estudio realizado en este capítulo, se recogieron datos de estudiantes a lo largo de 5 semestres entre 2017 y 2020 del primer curso de dos asignaturas de física diferentes de la UOC: 1) Física I, incluida en el grado de Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación; y 2) Fundamentos Físicos de la Informática, incluida en el grado en Ingeniería en Informática.

El número de estudiantes matriculados en estas dos materias a lo largo de los semestres se puede ver en la Tabla 6.2. Cada año académico se divide en dos semestres y se indica de la siguiente manera 201X\_n, donde X corresponde al primero de los años académicos (2017 significa 2017-2018) y n corresponde al semestre (1 para el primer semestre y 2 para el segundo semestre). Física I solo se imparte el primer semestre de cada año académico.

*Tabla 6.1. Datos recogidos, sus descripciones y código en su caso analizados en este trabajo.*

Datos	Descripción	Código
<b>Número de reproducciones por video</b>	Número de veces que se ha consultado un mismo video durante el curso en los diferentes semestres, identificado en este trabajo.	nVis
<b>Interacciones por video</b>	La cantidad de veces que se presiona el botón reproducir (nPLY) o detener (nPAU) y la frecuencia con la que el video pasa hacia adelante o hacia atrás, es decir, la cantidad de búsquedas en cada video (nSKS).	nPLY nPAU nSKS
<b>Fecha y hora en que se reprodujeron los videos</b>	La fecha y hora en que se vieron los videos	---
<b>Fecha y hora de las interacciones</b>	La fecha y la hora en que se realizó cada tipo de interacción en cada video	---
<b>Duración de cada video</b>	La duración de cada video	vLen
<b>Contenido de cada video</b>	Dos opciones: Video de teoría o video de resolución de problemas.	---
<b>Tema de cada video</b>	Según el tema enseñado en esos videos: Circuitos, Mecánica, Electroestática y Magnetoestática.	---
<b>Fechas de entrega de trabajos de clase</b>	Las fechas en las que el estudiantado debían entregar sus Pruebas de Evaluación Continua (PECs).	---
<b>Fecha de los exámenes</b>	Fechas de entrega de los exámenes Las fechas seleccionadas para el examen final.	---

La Tabla 6.3 muestra un resumen de las características de los videos utilizados en este trabajo, la información se ha obtenido de los elementos registrados que se han indicado en la Tabla 6.1: interacciones, duración, contenido y tema de cada video. A partir de la duración, se muestra la media y la duración máxima y mínima de cada tipo de video (teoría o problemas) agrupados por tema (Mecánica, Teoría de Circuitos, Electroestática y Magnetostática).

*Tabla 6.2. Número de estudiantes implicados en el estudio agrupados por semestre y asignatura.*

<i>Año_Semestre</i>	<i>Fundamentos físicos de la informática</i>	<i>Física I</i>	<i>Total</i>
<i>2017_1</i>	157	59	216
<i>2017_2</i>	153	--	153
<i>2018_1</i>	167	71	238
<i>2018_2</i>	134	--	134
<i>2019_1</i>	197	93	290

*Tabla 6.3. Características de los videos estudiantes.*

	<b>Número Teo/Prbl</b>	<b>Media Duración (s) Teo/Prbl</b>	<b>Max Duración (s) Teo/Prbl</b>	<b>Min Duración (s) Teo/Prbl</b>	<b>Suma Duración (s) Teo/Prbl</b>	<b>Número de interacciones Teo/Prbl</b>
<b>Mecánica</b>	15/6	311/491	499/1105	205/239	2934/5080	12189/3295
<b>Circuitos</b>	6/10	169/339	300/622	77/196	1121/3652	10895/20730
<b>Electroestática</b>	6/11	280/488	393/885	133/192	1785/6083	16800/33918
<b>Magnetoestática</b>	9/9	322/315	600/591	164/203	5214/2055	11957/21583
<b>TOTAL</b>	36/36	307/469	600/1105	77/184	11054/16870	51841/79526

### 6.2.3. Métodos utilizados para recopilar datos

Para la recogida de datos del uso del vídeo se ha realizado un análisis pasivo de las interacciones del estudiantado. Para ello, en lugar de utilizar un archivo de registro del servidor de transmisión (Greiff et al., 2016) o datos genéricos del navegador de usuarios (Shi et al., 2014), los datos se registraron a través la extensión para la herramienta de video de la UOC, PRESENT@ ya expuesta anteriormente y llamado Analis@. Esta herramienta ofrece funcionalidad de hipervideo a través de la tecnología H5P. H5P

proporciona mecanismos para rastrear el uso de video e hipervideo mediante la tecnología xAPI (<https://xapi.com/>). Por lo tanto, cualquier acción que realice un usuario en un video se almacena en una base de datos de Learning Record Store (LRS) que luego se explota con herramientas de análisis de datos para generar un informe de seguimiento disponible para los docentes.

Este complemento se agregó a los videos proporcionados a lo largo de los cursos entre 2017 y 2020 para recopilar la interacción del estudiantado con los videos durante los cursos. Se usa este plugin y no otro, porque se trabaja en un entorno privado que solo se compartía con estudiantes matriculados en la universidad y la privacidad era una de las principales preocupaciones.

De esta forma, en el trabajo expuesto en este capítulo, se recolectaron datos (como se muestra en la Tabla 6.1) a través de las interacciones del estudiantado con los videos, sin influir en el estudiantado de ninguna manera.

Estas interacciones se recopilaban de forma anónima para garantizar que en ningún momento se pudiera reproducir las interacciones realizadas por un estudiante en particular.

El resto de los datos necesarios para el propósito de este estudio (fechas de entrega, contenido y contenido y tema de cada video) fueron recolectados manualmente durante el desarrollo del semestre.

#### **6.2.4. Métodos utilizados para analizar los datos recopilados**

Para analizar los datos recopilados, en primer lugar, se verificaron las dependencias de las variables comprobando si se podía establecer algún tipo de correlación entre los diferentes datos. Por lo tanto, se analiza la influencia del número de reproducciones de los videos, considerada una variable dependiente, y la duración con respecto al número total de interacciones. Primero se verificó que el número de reproducciones es una variable influyente, y entonces se graficó el promedio del número total de interacciones dividido por el número de reproducciones en esos videos  $[(nPLY + nPAU + nSKS) / nVis]$  con respecto a la duración de cada video.

Para evitar el efecto de la duración de los videos y el número de visualizaciones en el número de interacciones, se normalizó el número variable de interacciones de cada tipo por el número de reproducciones y duración de los videos en segundos. Así se obtuvo el número de interacciones por reproducción y por segundo:

$$nXXX\_Norm = \frac{\left(\frac{\text{Número de interacciones}}{\text{Número de reproducciones}}\right)}{\text{Duración del video (s)}} \quad (1)$$

donde XXX representa la interacción analizada: inicios (PLY), pausas (PAU) y búsquedas (SKS). La fórmula para cada interacción es:

$$nPLY\_Norm = \frac{\left(\frac{\text{Número de inicios (play)}}{\text{Número de reproducciones}}\right)}{\text{Duración del video (s)}} \quad (2)$$

$$nPAU\_Norm = \frac{\left(\frac{\text{Número de pausas}}{\text{Número de reproducciones}}\right)}{\text{Duración del video (s)}} \quad (3)$$

$$nSKS\_Norm = \frac{\left(\frac{\text{Número de búsquedas}}{\text{Número de reproducciones}}\right)}{\text{Duración del video (s)}} \quad (4)$$

En este análisis preliminar se obtuvo la información necesaria para contrastar la primera hipótesis **H61**: “La duración de un video afecta la forma en que el estudiantado interactúan con él.”. propuesto en este trabajo. Se realizó mediante dos análisis de regresión: 1) Número total de interacciones ( $nINT = nPLY + nPAU + nSKS$ ) versus Número de reproducciones ( $nVis$ ) y 2)  $nINT / nVis$  versus duración del video. Posteriormente, se estudió el tipo de distribución seguido de los datos normalizados y los valores atípicos encontrados.

El siguiente paso fue analizar el número de reproducciones de videos realizadas por el estudiantado, por día, durante los semestres estudiados. Por tanto, se podría comprobar si el consumo de videos es más intenso cerca de las Tareas de Evaluación Continua (CAT) y los exámenes, lo que es un indicador de su potencial utilidad para el estudiantado y permite contrastar la hipótesis **H62**: “El estudiantado ve videos principalmente un periodo antes de una fecha límite (una entrega de actividad o un examen).”.

A continuación, para comprobar **H63**, es decir, que existía diferencia significativa en la frecuencia de uso de videos en función de su contenido (teoría o resolución de problemas), se realizó un estudio estadístico inferencial comparando las reproducciones de cada tipo de video. Para ello, se ha utilizado una metodología estadística robusta (Andersen, 2007; Yuen, Princen, Ilingworth y Kittler, 1990). Se ha utilizado la misma metodología para

contrastar **H<sub>64</sub>** “La interacción del estudiantado con videos de teoría es diferente a su interacción con videos de resolución de problemas.”. En ambos casos, los análisis se repitieron utilizando el texto  $t$  de Student normal para realizar una comparación.

Dado que los resultados con respecto a **H<sub>64</sub>** no fueron concluyentes, se ha aplicado un análisis de componentes principales (PCA) y un análisis de agrupamiento para obtener más información sobre los datos analizados. En agrupamiento, la distancia euclidiana se ha utilizado para los 3 tipos de interacciones normalizadas (nPLY\_Norm, nPAU\_Norm y nSKS\_Norm) y el número de reproducciones (nVis). Los análisis de clusters se realizaron ajustando la altura de corte con dos perspectivas diferentes: primero, considerando el número de clusters esperados, dos (videos teóricos y de resolución de problemas); luego, para tratar de obtener una distribución homogénea de videos en los grupos.

Finalmente, para comprobar si el tema del video afecta la forma en que el estudiantado interactúan con ellos (**H<sub>65</sub>**: "La interacción del estudiantado con los videos es diferente con videos de diferentes temas."), se realizó un estudio de PCA y caracterización con el fin de para poder observar cómo se clasificaron los videos por tema (Circuitos, Mecánica, Electrostática y Magnetismo).

### **6.3. Resultados**

#### **6.3.1. Resultados preliminares para el análisis de datos brutos**

6.3.1.1. Influencia de la cantidad de reproducciones de los videos en la cantidad de interacciones.

El número total de interacciones registradas en un video podría estar relacionado con el número de reproducciones y la duración de ese video.

Para confirmar eso, se ha representado el número total de interacciones realizadas por video frente al número de reproducciones de ese video (Figura 6.1) y la duración de los videos (Figura 6.2). Ambas gráficas se han representado en formato de diagrama de barras y la línea roja de ambas gráficas representa la regresión lineal de los puntos máximos de las barras.

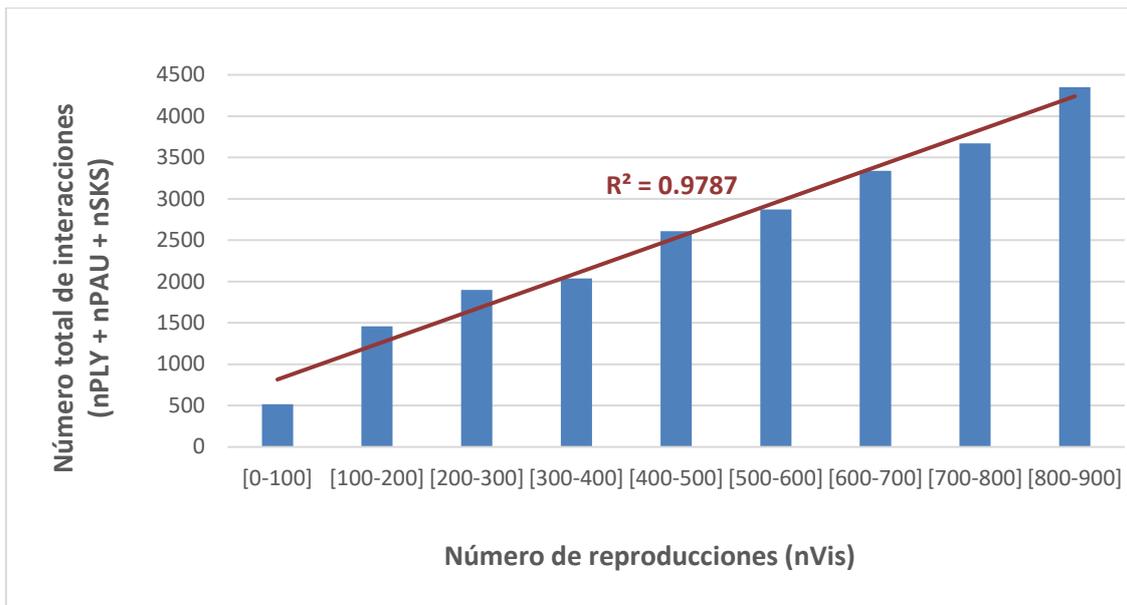


Figura 6.1. Promedio del número total de interacciones ( $nPLY + nPAU + nSKS$ ) con relación al número de reproducciones ( $nVis$ ) para todos los videos estudiados en este trabajo durante los 5 semestres. La variable  $nVis$  se toma por rangos.

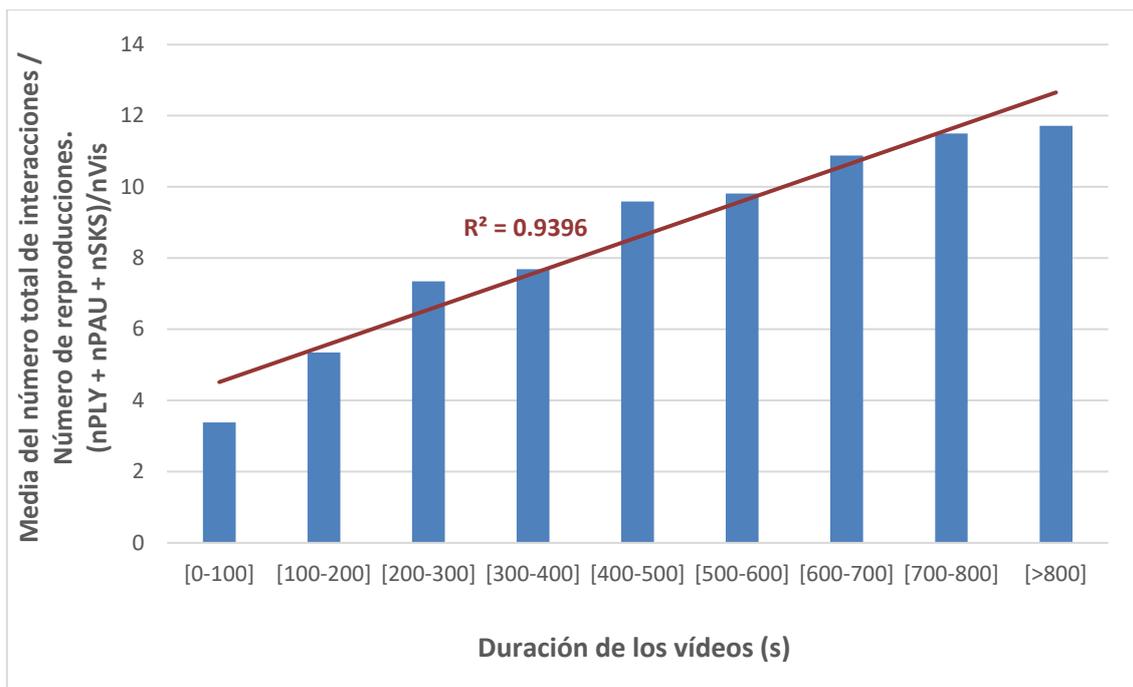


Figura 6.2. Promedio del número total de interacciones ( $nPLY + nPAU + nSKS$ ) dividido por el número de reproducciones ( $nVis$ ) con relación a la duración de los videos para todos los videos estudiados en este trabajo durante los 5 semestres. La duración variable de los videos se toma en segundos por rango.

La Figura 6.1 muestra una relación positiva entre el número de interacciones y el número de reproducciones, es decir, los videos que se han visualizado más veces tienen más interacciones, como se esperaba.

### 6.3.1.2. Influencia de la duración de los videos en la cantidad de interacciones

Al igual que en el caso anterior, la cantidad de interacciones también podría verse afectada por la duración del video.

Entonces, una vez eliminada la influencia del número de reproducciones, la Figura 6.2 muestra que el número promedio de interacciones es mayor en videos más largos.

Como se comentó en el apartado de metodología, para evitar el efecto de la duración de los videos y el número de visualizaciones en el número de interacciones, se normalizó la variable número de interacciones como se indica en las ecuaciones (2) a (4).

En el anexo A.2, se muestra un resumen medio de los datos obtenidos una vez normalizados para todos los cursos cursados.

Utilizando los datos ya normalizados de esta manera, se estudió la distribución de los datos.

### 6.3.1.3. Estudio de la distribución de los datos normalizados

Las Figuras 6-3 y 6-4 muestran los diagramas de caja aplicados a los datos recopilados.

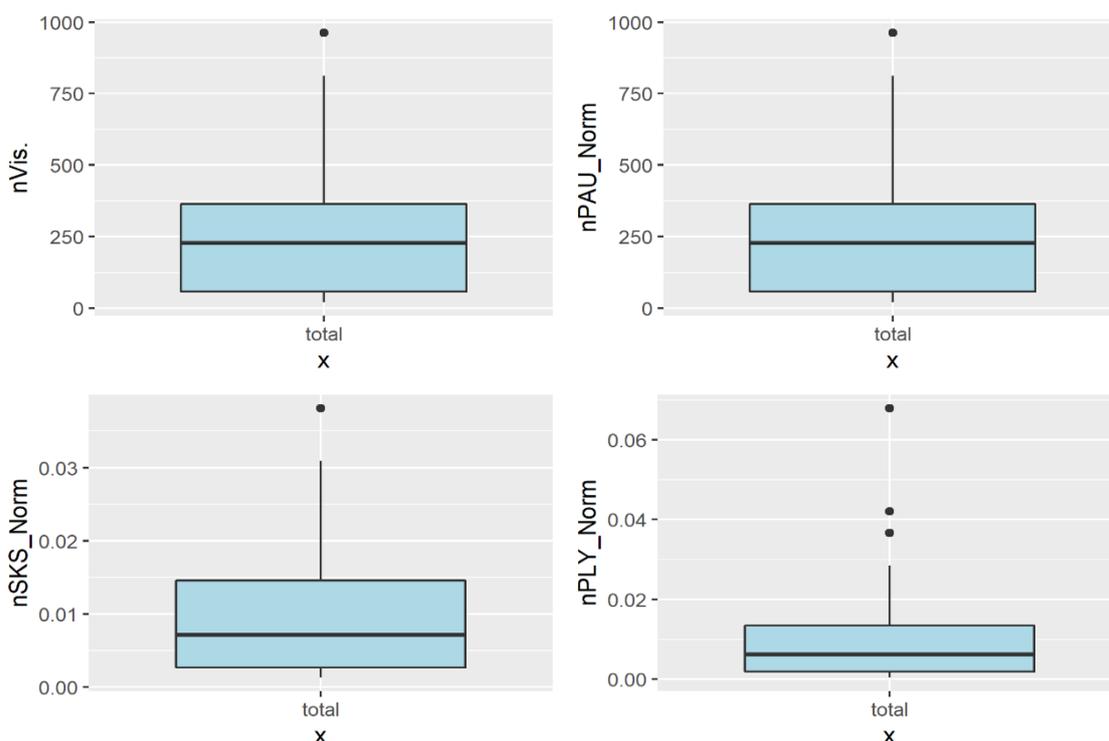


Figura 6.3. Diagramas de caja para el conjunto de datos total de las características siguientes: número de reproducciones ( $nVis.$ ), Número de pausas relativizadas con respecto al número de reproducciones y duración del video ( $nPAU\_Norm$ ), número de búsquedas realizadas relativizadas con respecto al número de reproducciones y duración del video ( $nSKS\_Norm$ ) y el número de inicios (reproducciones) realizadas en relación con el número de reproducciones y la duración del video ( $nPLY\_Norm$ ).

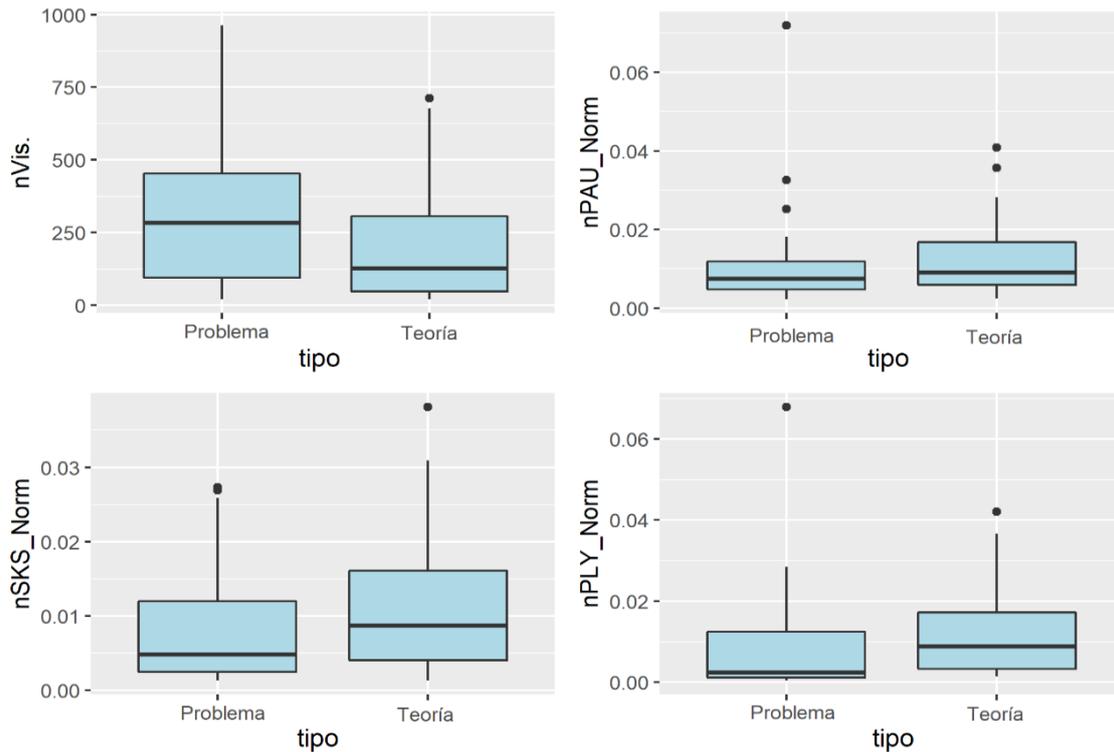


Figura 6.4. Mismo gráfico que la Figura 6.3 pero agrupados por tipo de video: videos de teoría y resolución de problemas.

En las Figuras 6.3 y 6.4 primero se ha considerado todos los datos como un conjunto para cada variable (nVis, nPAU\_Norm, nPLY\_Norm y nSKS\_Norm) y luego, se han considerado agrupados por videos de teoría y videos de resolución de problemas para los diferentes semestres. Las figuras tipo caja y bigotes, permite ver el rango inter-cuartil, la dispersión y puntos atípicos que pudieran existir.

Como puede apreciarse en las Figuras 6.3 y 6.4, los datos no presentan una distribución normal y muestran varios valores atípicos. Estos valores atípicos no se pueden eliminar porque hay muchos de ellos y eliminarlos da como resultado nuevos valores atípicos que podrían conducir a una eliminación en cascada. Por lo tanto, se utilizaron técnicas estadísticas robustas (Mair & Wilcox, 2020) para analizarlos y minimizar el resultado de los valores atípicos en los resultados estadísticos.

### 6.3.2. Resultados sobre datos normalizados

En esta sección se exponen los resultados obtenidos utilizando los datos presentados en las secciones anteriores.

6.3.2.1. El efecto de la duración del video en la forma en que el estudiantado interactúan con ellos.

Como se muestra en la Figura 6.2 del apartado anterior, la duración del vídeo influye en el número de interacciones realizadas. En esta sección también se ha verificado el número de interacciones normalizadas de cada tipo dividido por la duración del video. Primero, se mostró el número de interacciones para el total de videos (Figura 6.5).

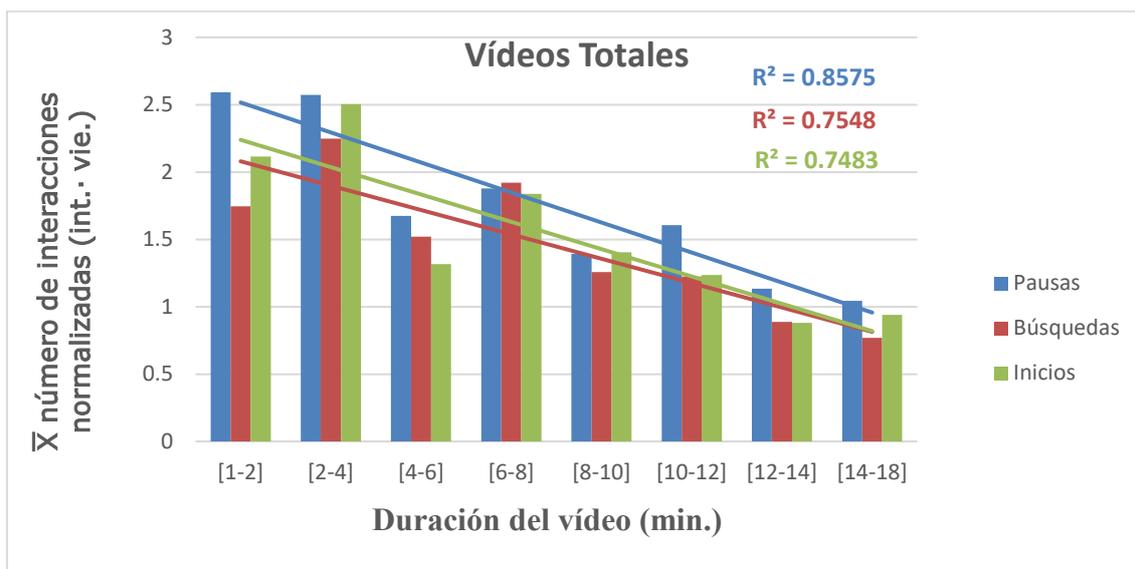


Figura 6.5. Representación gráfica del número medio de interacciones:  $nPAU_{Norm}$ ,  $nSKS_{Norm}$  y  $nPLY_{Norm}$  de todo el semestre estudiado versus cada rango de duración para todos los videos.

Seguidamente, se separaron por videos de teoría y de resolución de problemas (Figura 6.6 y Figura 6.7).

Las Figuras 6.5, 6.6 y 6.7 están dispuestas en forma de barras y se ha realizado una regresión con los puntos máximos para buscar correlaciones. Las barras azules representan el número de interacciones “Pausa”; las rojas el número de interacciones “Búsqueda”, es decir, cuando el usuario del vídeo arrastra la barra de duración del vídeo; y las verdes las interacciones “Inicios”, es decir, cuando el usuario le da a “Play”, todas normalizada.

En las Figuras 6.8, 6.9, 6.10, 6.11 y 6.12 se muestra el número de reproducciones que han iniciado el estudiantado en los videos disponibles en los cursos de Física durante cinco semestres, dos en el curso 2017/2018, 2 del curso 2018/2019 y uno del curso 2019/2020, y se representa frente a los días del semestre.

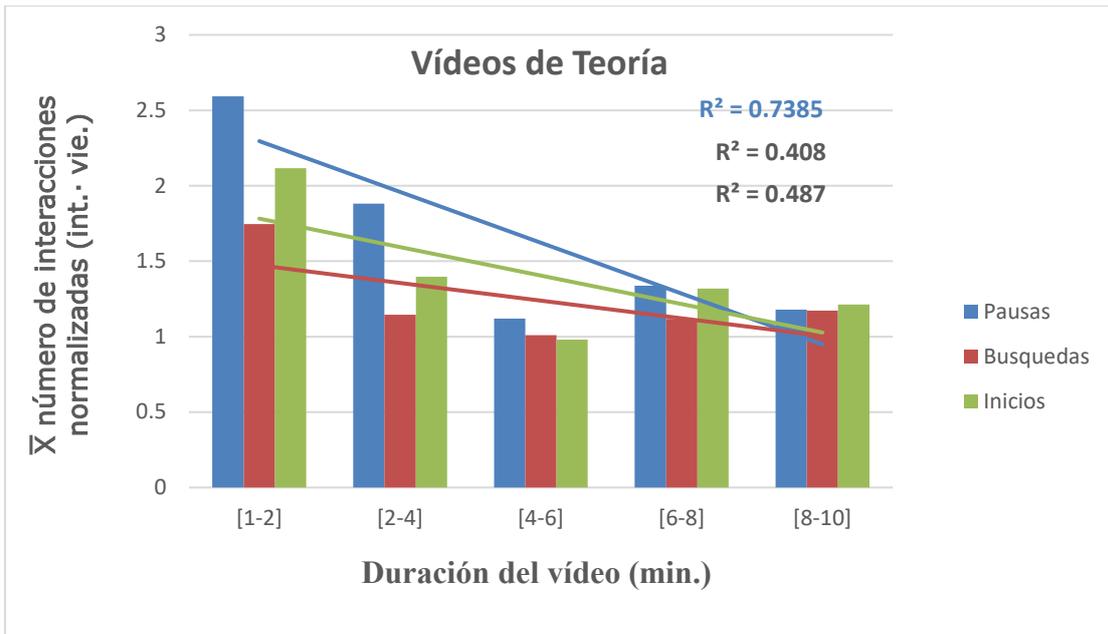


Figura 6.6. Representación gráfica del número medio de interacciones:  $nPAU\_Norm$ ,  $nSKS\_Norm$  y  $nPLY\_Norm$  de todo el semestre estudiado versus cada rango de duración para los vídeos teóricos.

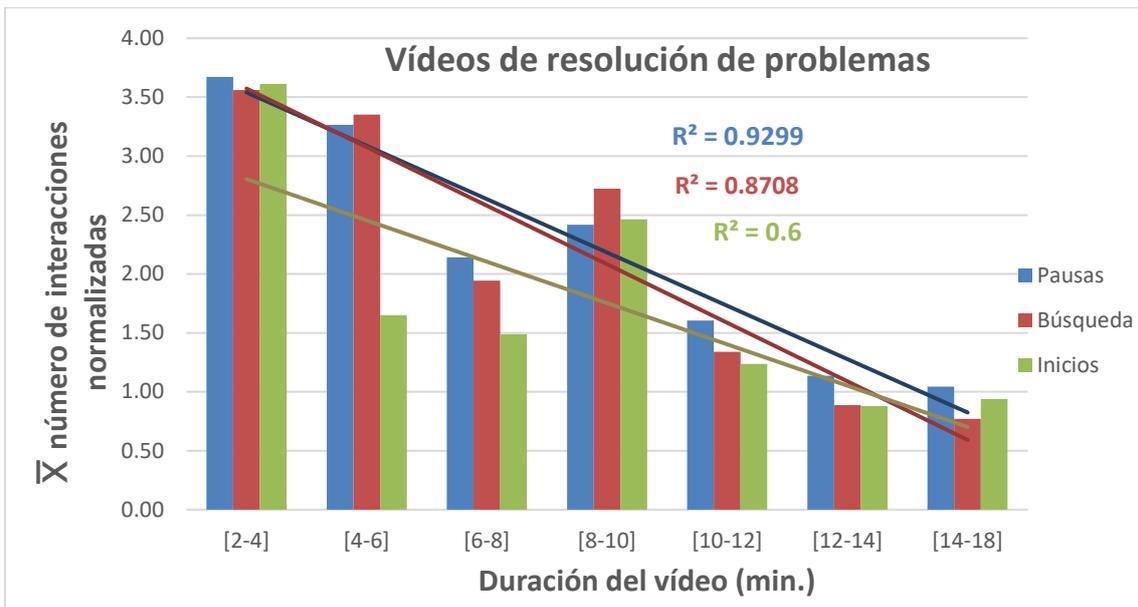


Figura 6.7. Representación gráfica de la media de  $nPAU\_Norm$ ,  $nSKS\_Norm$  y  $nPLY\_Norm$  de todo el semestre estudiado versus cada rango de duración para los vídeos de resolución de problemas.

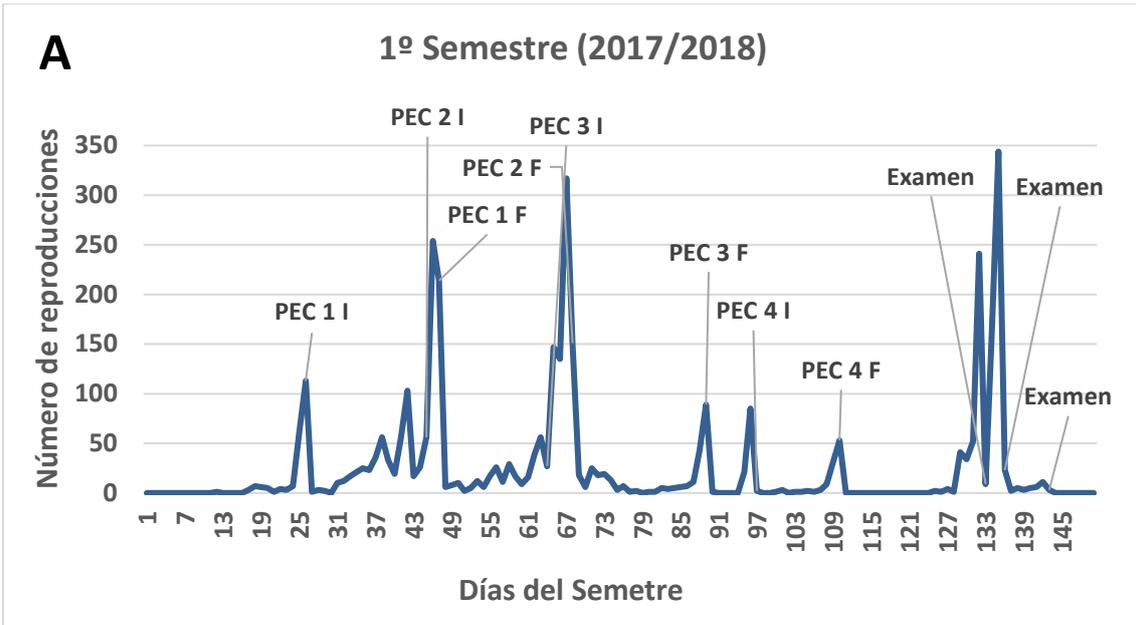


Figura 6.8. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas. Para el primer semestre (2017/2018).

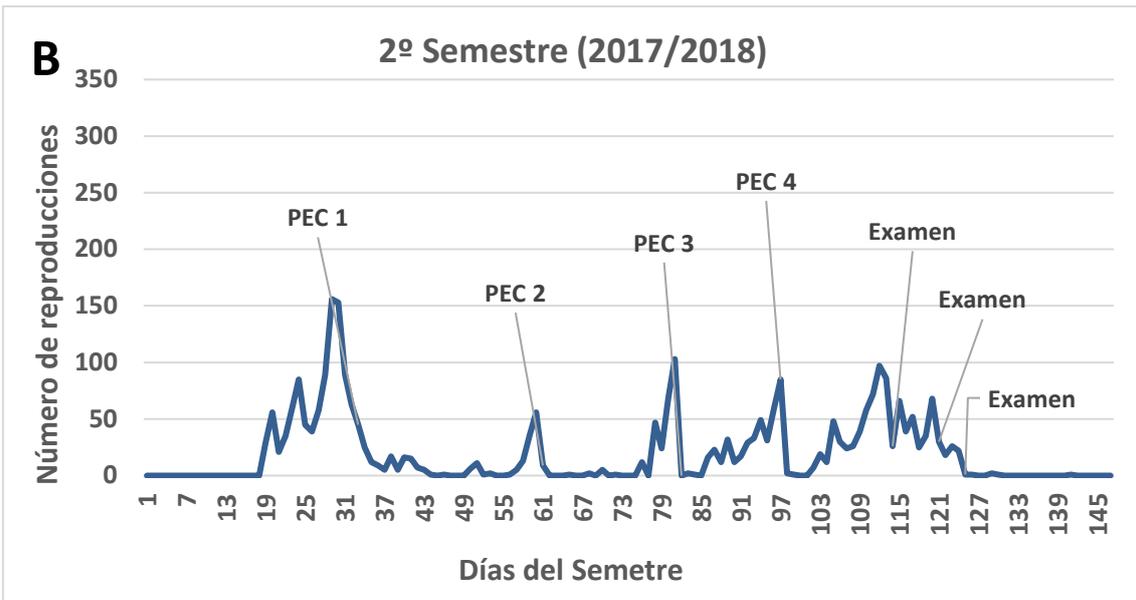


Figura 6.9. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas. Para el segundo semestre (2017/2018).

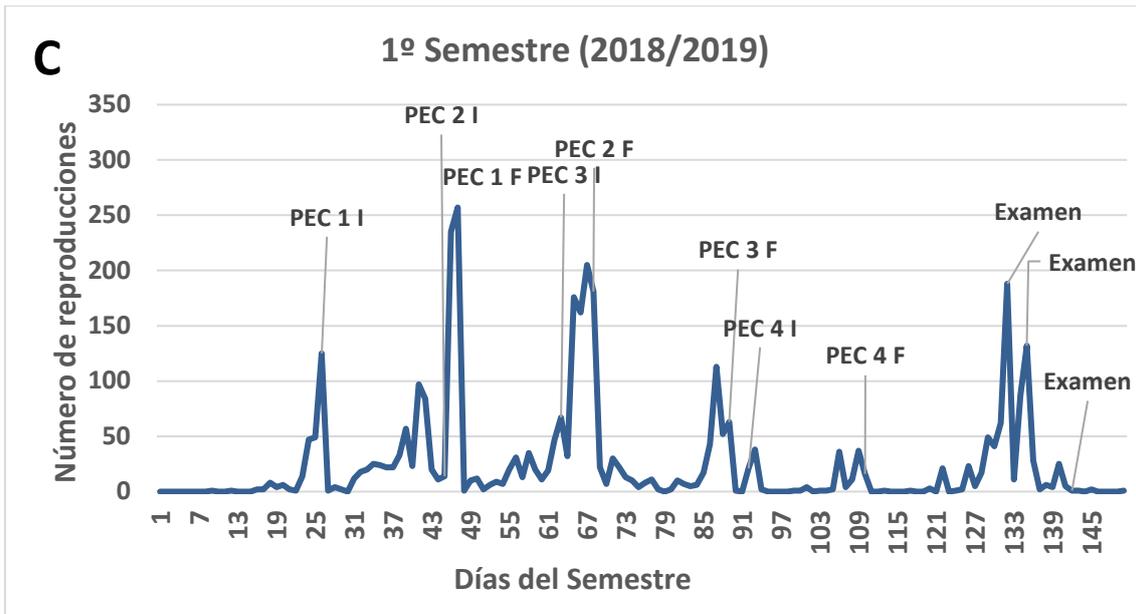


Figura 6.10. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas. Para el primer semestre (2018/2019).

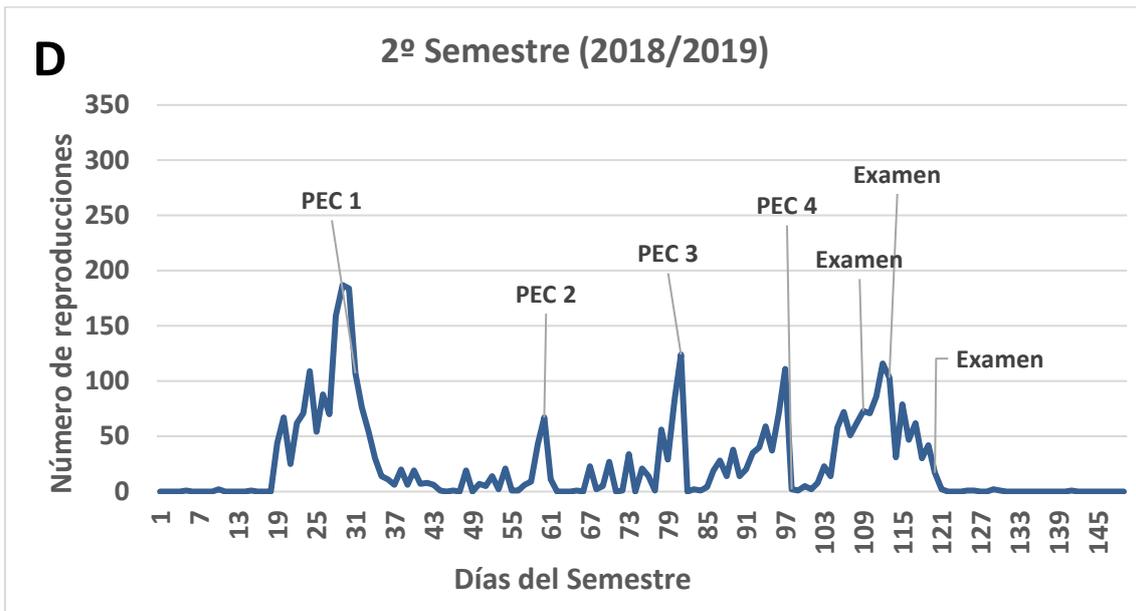


Figura 6.11. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas. Para el segundo semestre (2018/2019).

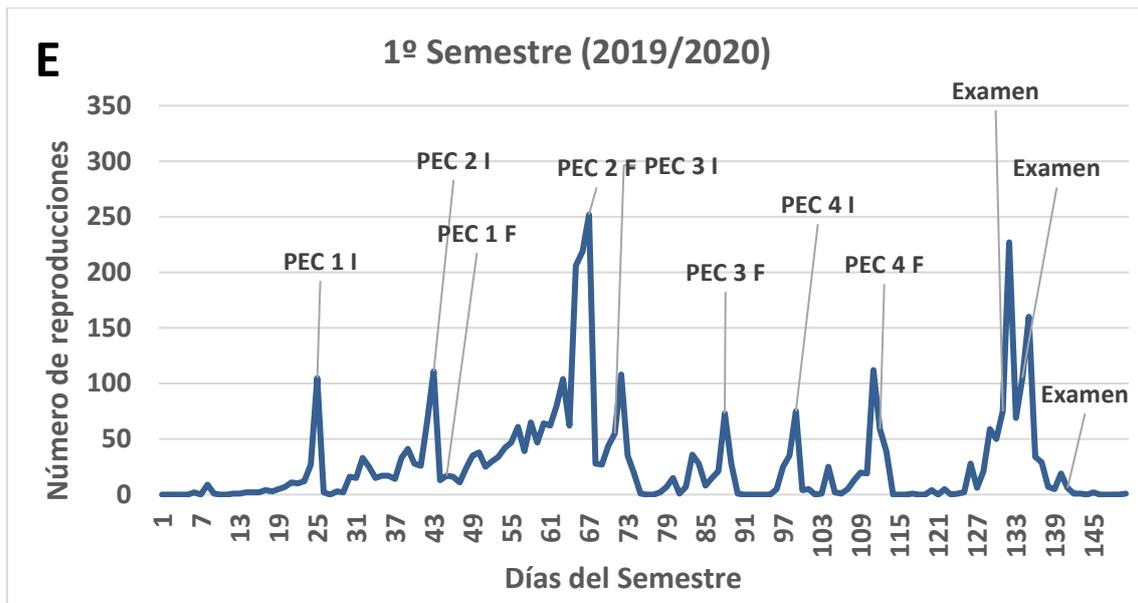


Figura 6.12. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas. Para el primer semestre (2019/2020).

En las Figuras 6.8, 6.9, 6.10, 6.11 y 6.12 se han marcado los periodos en el que los estudiantes tenían que entrar las tareas establecidas y los días de exámenes.

Cabe destacar que en los primeros semestres de cada año se han involucrado dos cursos: “Fundamentos de física de la informática” y “Física I” mientras que en los segundos semestres solo se impartió el curso “Fundamentos de física de la informática”. En la gráfica se han marcado los periodos en los que el estudiantado ha tenido que realizar las Pruebas de Evaluación Continua (PEC) y el examen final.

### 6.3.2.2. Número de reproducciones iniciadas por tipo de video.

Para comprobar si el contenido de los videos, de teoría o de resolución de problemas, tiene alguna influencia en el número de reproducciones (nVis), primero se obtuvieron estadísticas generales de la frecuencia de visualización (Número de reproducciones / Número de videos) de los vídeos atendiendo a su contenido (Teoría o Resolución de problemas). En la Tabla 6.4 se puede ver la media, la desviación estándar (DE) y los tres primeros cuartiles (Q1, Q2 y Q3 de estos datos.

Tabla 6.4. Medias, desviaciones estándar y cuartiles de las reproducciones de cada tipo de video dividido por el número de videos de ese tipo disponibles para el estudiantado por semestre clasificados por tipo de video.

Tipo de Vídeos	Media	DE	Q1	Q1	Q3
Vídeos de teoría	204,06	196,89	48,75	126,00	306,25
Vídeos de problemas	299,36	226,68	96,00	283,50	454,00

Posteriormente, se aplicó la t de Student robusta para comparar las medias de las reproducciones de los videos según el contenido, planteando las siguientes hipótesis:

- $H_{30}$  = El promedio de las reproducciones iniciadas en los videos de teoría es el mismo que el promedio de las reproducciones iniciadas en los videos de resolución de problemas.
- $H_{31}$  = El promedio de las reproducciones iniciadas en los videos de resolución de problemas es diferente al promedio de las reproducciones iniciadas en los videos de teoría.

La Tabla 6.5 muestra el resultado de aplicar la t-Student para el contraste de hipótesis promedio.

Tabla 6.5. Estudio estadístico del número de reproducciones de todos los videos en los 5 semestres estudiados comparados por contenido (teoría y resolución de problemas). La prueba t robusta de Student se ha aplicado mediante el método de Yuen emparejado (Abdullah & Othman, 2012) con un nivel de confianza del 95%.

Estimado (tmedia.y-tmedia.x)	t	Grados de libertad	Valor-p	Intervalo de Confianza
121,1818	2,7348	21	0,0124	[29,03, 213,33]

Es importante remarcar que la misma conclusión que se obtiene con el resultado que se muestra en la Tabla 6.5 se alcanza cuando se aplica la prueba t de Student estándar, es decir, considerando que los datos tendrían una distribución normal.

Dado que el resultado que muestra la Tabla 6.5 parece estar en contradicción con las percepciones del estudiantado mostradas en los capítulos anteriores, se realizó un conjunto de gráficos similares a la Figura 6.8, pero diferenciando entre videos de teoría y videos de problemas. En las Figuras 6.13, 6.14, 6.15, 6.16 y 6.17 se muestra esta

distinción y se representan a los vídeos de teoría con una gráfica de color azul y los vídeos de resolución de problemas de color rojo. Al igual que en las anteriores se ha marcado los días de entrega de las tareas y de realización de los exámenes.

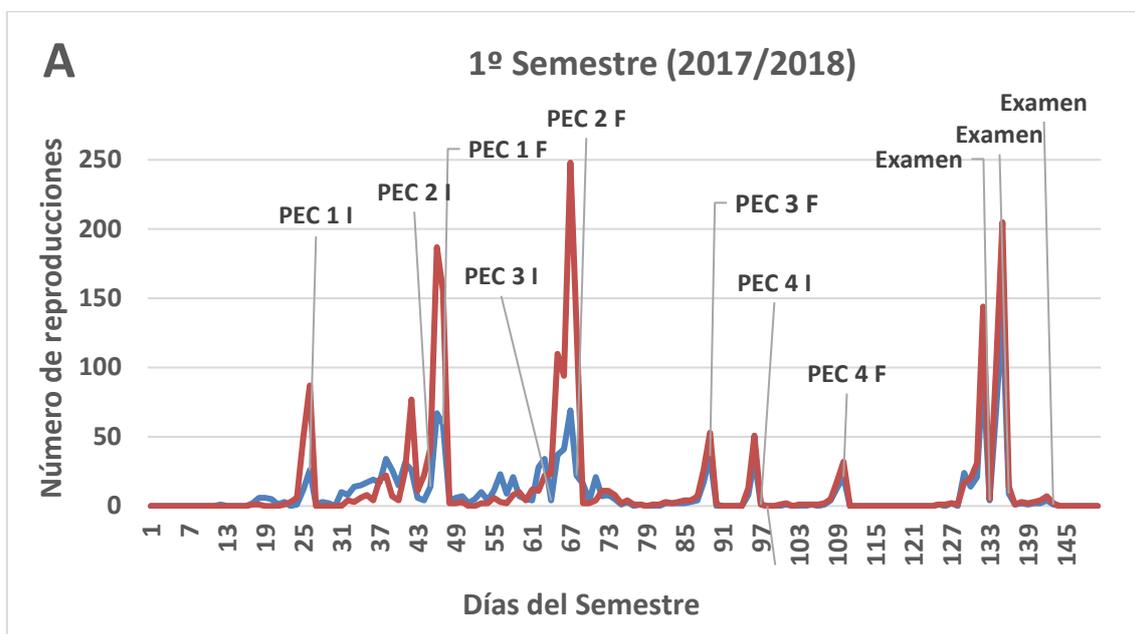


Figura 6.13. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas, dividiendo las interacciones por tipo de vídeos: teoría (color azul) y resolución de problemas (color rojo), para el primer semestre (2017/2018).

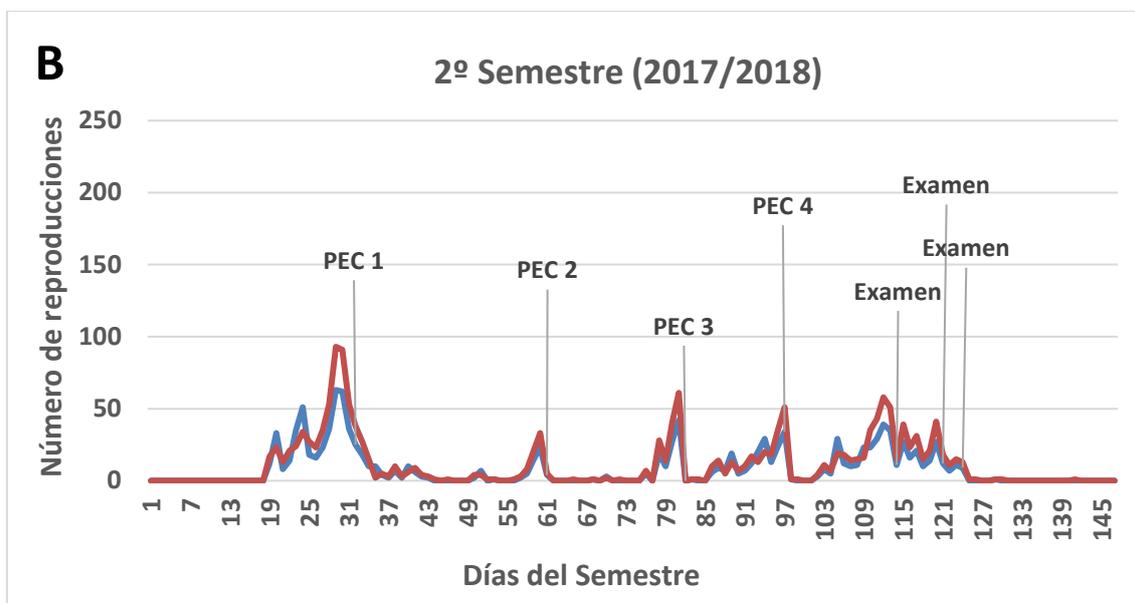


Figura 6.14. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas, dividiendo las interacciones por tipo de vídeos: teoría (color azul) y resolución de problemas (color rojo), para el segundo semestre (2017/2018).

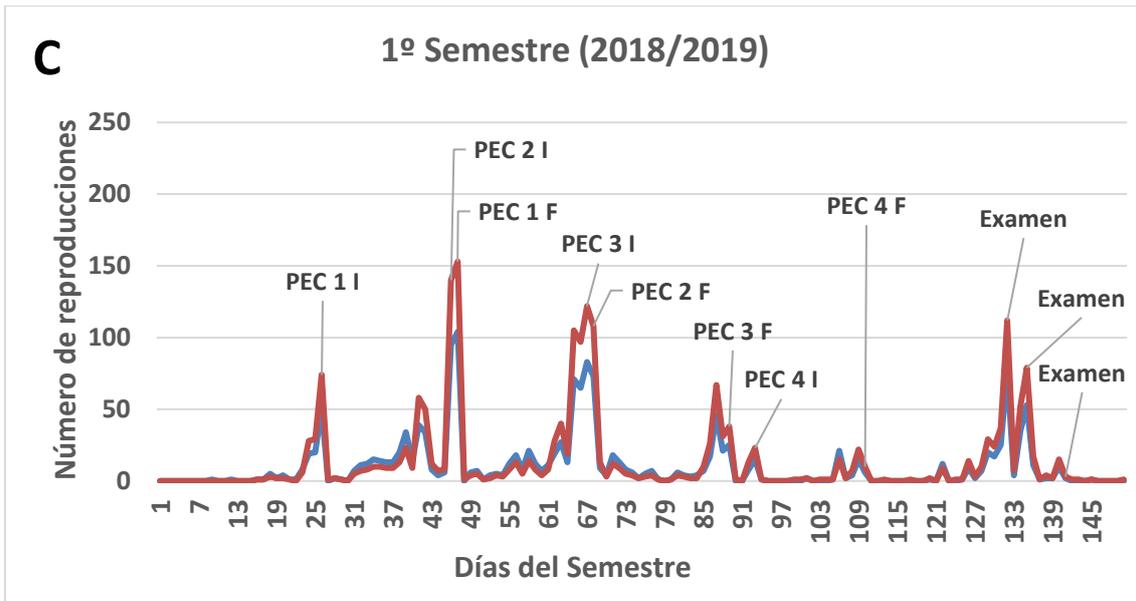


Figura 6.15. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas, dividiendo las interacciones por tipo de videos: teoría (color azul) y resolución de problemas (color rojo), para el primer semestre (2018/2019).

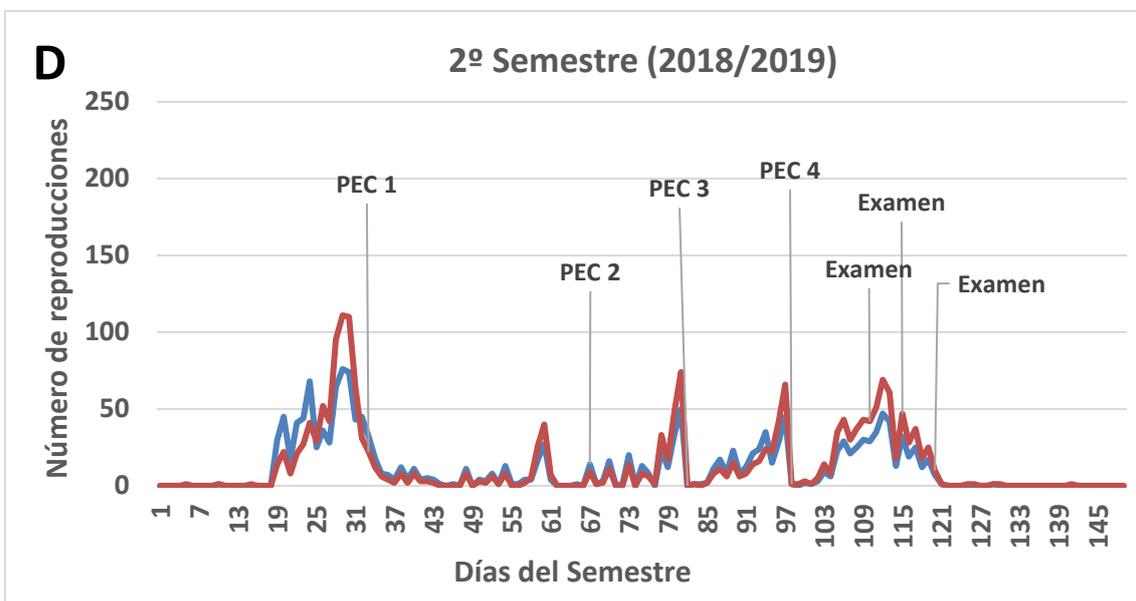


Figura 6.16. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas, dividiendo las interacciones por tipo de videos: teoría (color azul) y resolución de problemas (color rojo), para el segundo semestre (2018/2019).

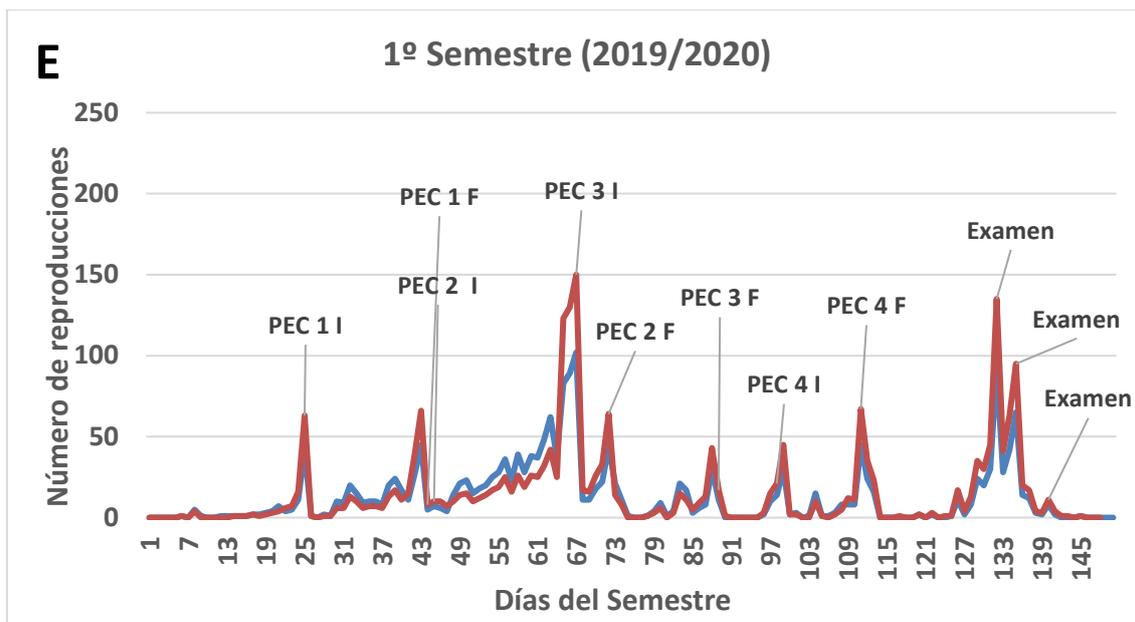


Figura 6.17. Representación del número de reproducciones por día de cada semestre para los 2 cursos y los estudios de las dos asignaturas, dividiendo las interacciones por tipo de videos: teoría (color azul) y resolución de problemas (color rojo), para el segundo semestre (2018/2019).

### 6-3.2.3. Número de interacciones realizadas en cada tipo de video.

Como en el apartado anterior, se procedió de la misma forma que para estudiar el número de visualizaciones, pero para comprobar, en este caso, si existían diferencias entre el número de interacciones de cada tipo de vídeo (teoría y resolución de problemas), Así, primero se obtuvo la estadística general que puede verse en la Tabla 6.6, que al igual que en la Tabla 6.5 muestra la media, desviación estándar y los cuartiles. Posteriormente, se hizo un estudio estadístico del número de reproducciones de todos los videos en los 5 semestres estudiados comparados por contenido (teoría y resolución de problemas). La prueba t robusta de Student se ha aplicado mediante el método de Yuen emparejado (Abdullah & Othman, 2012) con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 6.6. Medias, desviaciones estándar y cuartiles de las reproducciones de cada tipo de video dividido por el número de videos de ese tipo disponibles para el estudiantado por semestre clasificados por tipo de video.

Tipo de Interacción	Media	DE	Q1	Q2	Q3
Pausas	696,79	598,89	190,25	533,50	1027,00
Búsquedas	517,86	432,63	213,00	360,00	751,00
Inicios	609,89	537,20	184,75	418,50	810,50

Como en el párrafo anterior, la Tabla 6.7 muestra los resultados la prueba t de Student robusta para los tres tipos de interacciones estudiadas agrupadas también por tipo de contenido (resolución de problemas o teoría). Se toman las siguientes hipótesis:

- $H_{64_0}$  = El número medio de interacciones de cada tipo ("reproducir", "pausar" y "buscar") realizadas en los videos de teoría es el mismo que el número medio de estas interacciones realizadas en los videos de resolución de problemas.
- $H_{64_1}$  = El número medio de interacciones de cada tipo ("inicio", "pausa" y "búsqueda") realizadas en los videos de teoría es diferente del número medio de estas interacciones realizadas en los videos de resolución de problemas.

*Tabla 6.7. Número de interacciones en todos los videos en los 5 semestres estudiados comparados por contenido (teoría y resolución de problemas). Se aplicó la prueba t de Student robusta mediante el método de Yuen emparejado con un nivel de confianza del 95%.*

Interacción	estimado ( $t_{media.y}$ - $t_{media.x}$ )	t	Grados de libertad	Valor p	Intervalo de Confianza
nPLY_Norm	0,0053	2,9579	21	0,0075	[0,0016-0,009]
nPAU_Norm	0,0025	1,6671	21	0,1103	[-6e-04-0,0057]
nSKS_Norm	0,0036	2,1023	21	0,0478	[0-0,0071]

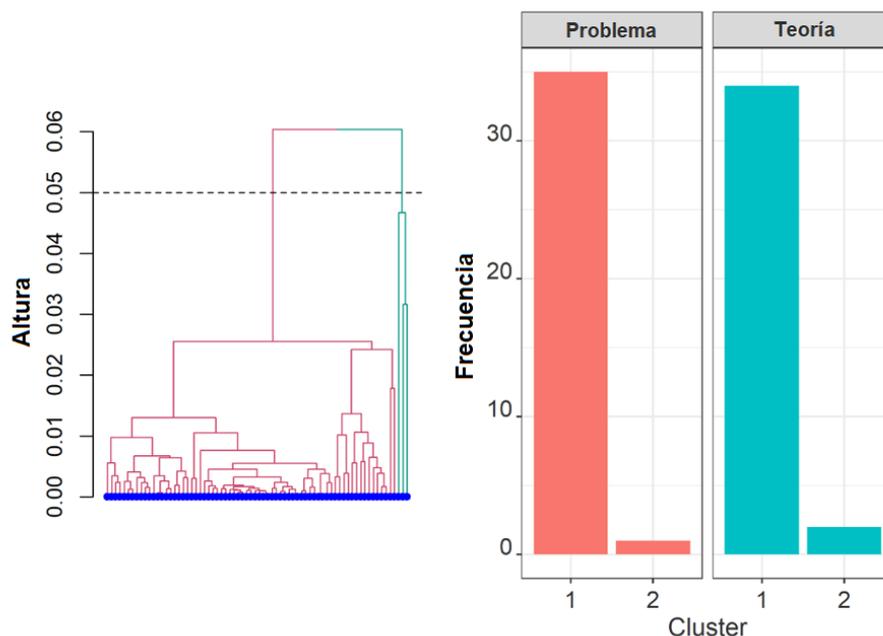
La Tabla 6.7 muestra que existen diferencias significativas entre el número de uso de **las pausas** entre los vídeos de teoría y de resolución de problemas, pero no así en los otros dos tipos de interacciones.

Como en el apartado anterior, es importante remarcar que esta misma conclusión se alcanza cuando se aplica la prueba t de Student estándar, es decir, considerando que los datos tendrían una distribución normal.

#### 6.3.2.4. Resultados de agrupar y clasificar los datos.

Dado que el resultado del párrafo anterior conduce a un análisis no concluyente, se realizó un estudio de agrupamiento de las interacciones por tipo de videos, con el fin de comprobar si se puede clasificar los videos de resolución de problemas y de teoría en diferentes grupos considerando el número de reproducciones y número de cada tipo de interacción. Por lo tanto, los resultados podrían apoyarse convenientemente en el análisis.

En la Figura 6.18 se muestra el resultado de la agrupación según su contenido, en función del número de interacciones de cada tipo y número de reproducciones que el estudiantado realiza con estos videos. Se ha seleccionado la altura del clustering de la Figura 6.18 para que sea la que dé dos grupos de videos, con el fin de comprobar si se pudiera realizar una agrupación entre videos teóricos y de resolución de problemas. Como se puede ver, solo hay 3 videos en el grupo 2.



*Figura 6.18. Caracterización de los datos a partir de número de interacciones de cada tipo y número de reproducciones que el estudiantado realizan con los videos. Altura de corte establecida para dividir dos grupos.*

Se hizo otra selección de altura basada en la cantidad de videos para verificar si se podía obtener dos grupos distintos más claros. Sin embargo, como se muestra en la Figura 6.19, se logran resultados similares porque, aunque hay dos grandes grupos, no parece que su naturaleza se trate del contenido de los videos (teoría o resolución de problemas), ya que la mayoría de los videos caen en el clúster 2. Además, se realizó un análisis sobre estos datos utilizando las mismas características, y los resultados se pueden ver en la Tabla 6.8. En esta tabla se observa la desviación estándar, la varianza y la varianza acumulada de los cuatros componentes principales obtenidos para los dos tipos de videos (teoría y resolución de problemas).

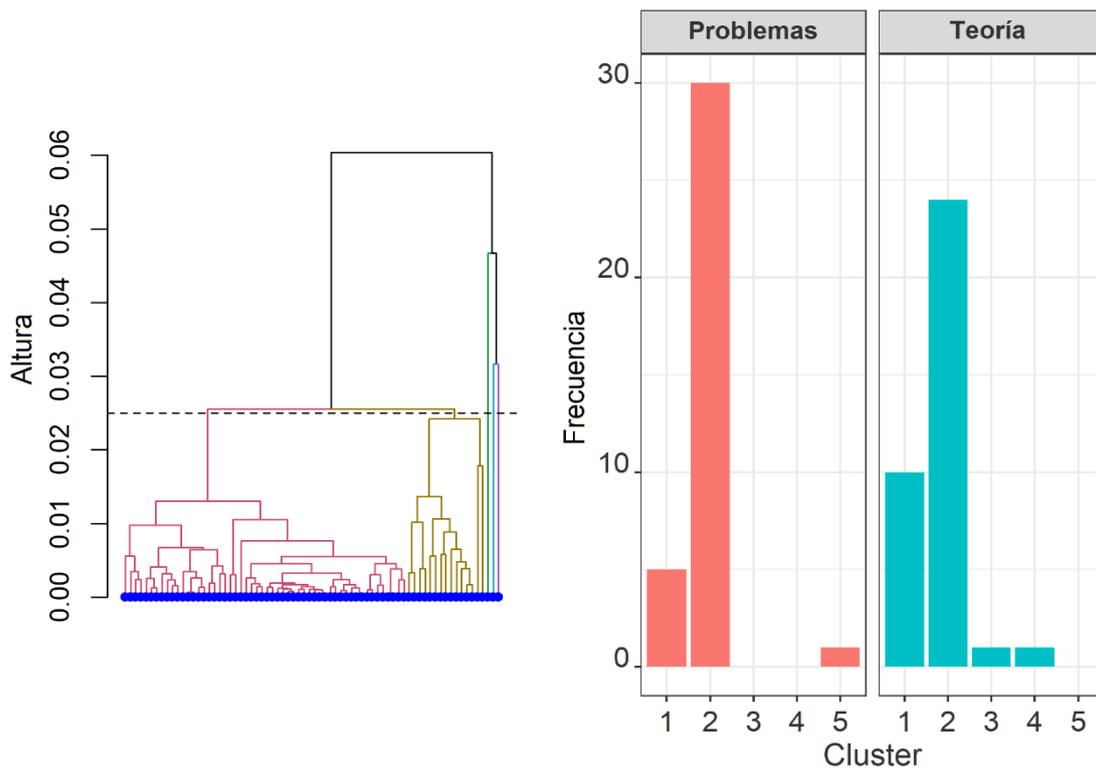


Figura 6.19. Caracterización de los datos a partir del número de interacciones de cada tipo y número de reproducciones que el estudiantado realizan con los videos. Altura de corte establecida para homogeneizar el número de videos en dos grupos.

Tabla 6.8. Datos obtenidos del PCA caracterizados por interacciones para la teoría y videos de resolución de problemas.

		PC1	PC2	PC3	PC4
Videos de teoría	DS	1,648	0,928	0,563	0,327
	% Varianza	0,679	0,215	0,079	0,027
	Acc. Varianza	0,679	0,894	0,973	1,000
Videos de problemas	DS	1,703	0,841	0,553	0,294
	% Varianza	0,725	0,177	0,076	0,022
	Acc. Varianza	0,725	0,902	0,978	1,000

### 6.3.2.5. Resultados del número de interacciones por tema.

En este apartado se analiza si es posible realizar una agrupación por tema tratado en los videos basándonos en el número de interacciones realizadas en ellos, y así observar diferencias de uso. Para ello, se ha utilizado la distancia euclidiana y ajustando la altura primero considerando que se están buscando cuatro grupos y luego tratando de obtener una distribución homogénea de videos en grupos. La Figura 6.20 muestra ambos tipos de clasificaciones. En la primera columna se observa la división de los temas en clústeres

cuando se corta a una altura de 0.28 (para dejar solo 4 clústeres), mientras en la segunda columna se escoge una altura apropiada para tener una mejor distribución de los temas.

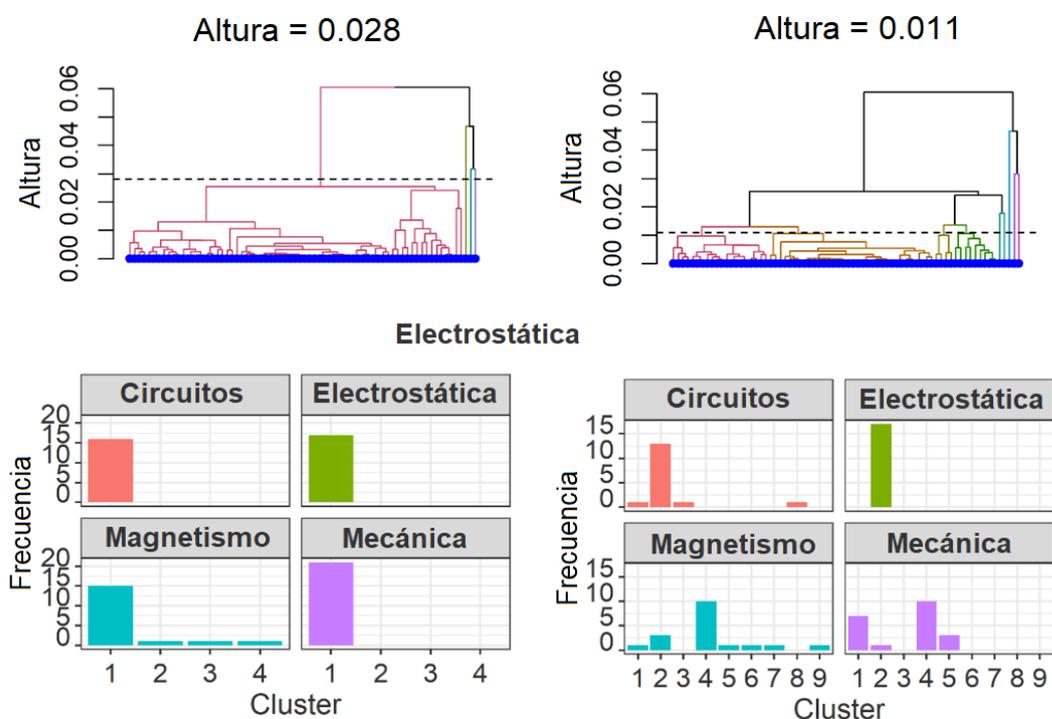


Figura 6.20. Dendrograma resultante de la agrupación de los videos, teniendo en cuenta exclusivamente las interacciones de cada tipo normalizadas por el número de reproducciones y la duración del video por temática de los videos.

Además, se realizó un análisis PCA (Análisis de componentes principales) sobre estos datos utilizando las mismas características, y los resultados se pueden ver en la Tabla 6.9 y la Figura 6.21.

Tabla 6.9. Datos obtenidos del PCA caracterizados por las interacciones para los videos por tema utilizando los datos originales.

		PC1	PC2	PC3	PC4
Circuitos	DS	1,497	1,001	0,691	0,530
	Varianza (%)	0,560	0,250	0,119	0,070
	Var. Acumulada	0,560	0,810	0,930	1,000
Electroestática	DS	1,427	0,994	0,833	0,530
	Varianza (%)	0,509	0,247	0,174	0,070
	Var. Acumulada	0,509	0,756	0,930	1,000
Mecánica	SD	1,629	1,000	0,577	0,117
	Varianza (%)	0,663	0,250	0,083	0,003
	Var. Acumulada	0,663	0,913	0,997	1,000
Magnetoelectrónica	DS	1,700	0,923	0,502	0,067
	Varianza (%)	0,723	0,213	0,063	0,001
	Var. Acumulada	0,723	0,936	0,999	1,000

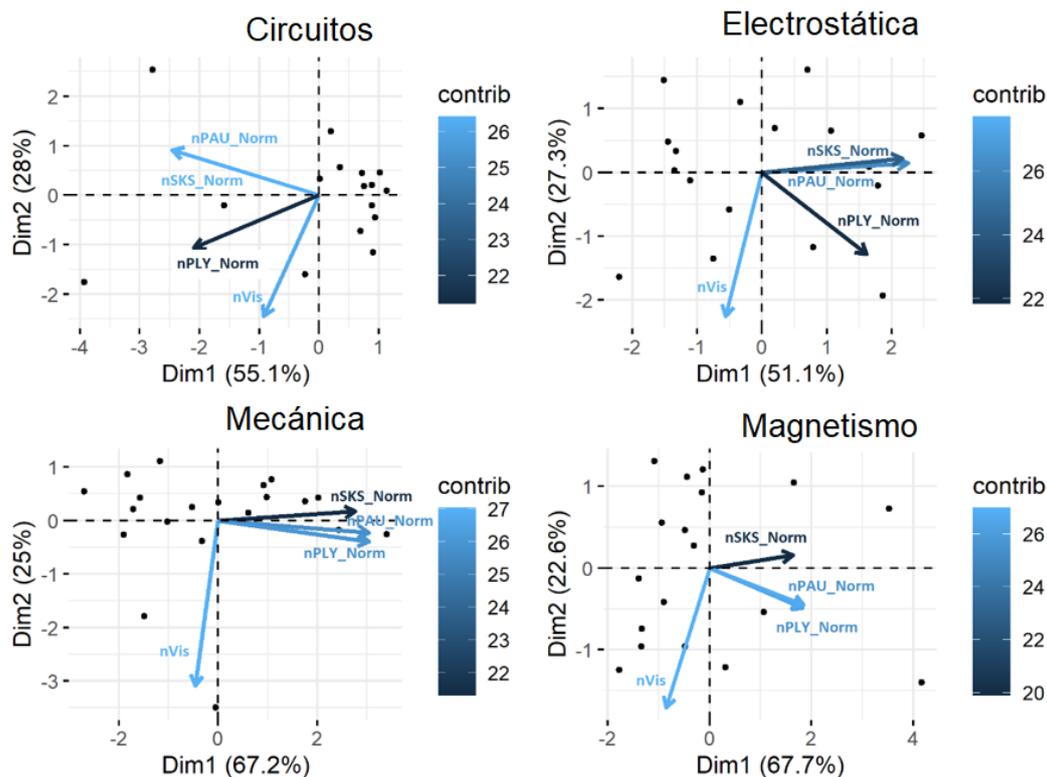


Figura 6.21. Representación gráfica de los dos primeros componentes con respecto a las interacciones con el video estudiado por tema utilizando los datos originales.

En la Tabla 6.9 se ve el mismo análisis que en la Tabla 6.8, pero con los temas transmitidos en vez de los tipos de vídeos. En la Figura 6.21 se puede observar la direccionalidad de los tipos de interacciones de cada tema al realizar el estudio PCA.

#### 6.4. Discusión

Como se mencionó en la sección “Metodología”, se tuvieron que tratar los datos recolectados para eliminar la dependencia de las variables en estudio y luego usar una metodología estadística robusta para lidiar con los valores atípicos encontrados. Sin embargo, como se ha comentado anteriormente, se aplicó también una metodología estadística standard (t de Student estándar) a modo comparativo. El que se obtengan un resultado equivalente aplicando ambas técnicas, da confianza y justifica la utilización de la estadística robusta.

La Figura 6.1 muestra una fuerte correlación positiva entre el número de reproducciones y el número de interacciones, es decir, cuanto mayor es el número de reproducciones, mayor es el número de reproducciones. Se podría considerar obvia esta afirmación, pero

ha sido confirmada por la correlación ( $R^2=0,98$ ), lo que da confianza en la coherencia de los datos recopilados.

El siguiente paso ha sido dividir el número total de interacciones de cada video por su número de visualizaciones. Esta normalización permite ver las interacciones por video independientemente del número de visualizaciones y la Figura 6.2 muestra una fuerte correlación positiva entre el número de interacciones y la duración del video, es decir, cuanto más largo es el video, más interacciones se encuentran.

Para hacer un análisis más profundo de cuándo se producen las interacciones, se normaliza al número de reproducciones y a la duración del video para evitar la influencia de estos dos elementos. La Figura 6.5 muestra una correlación negativa entre el número de interacciones y la posición en el video, es decir, se observa que la mayoría de las interacciones tienen lugar en los primeros minutos del video. Esto sucede para cualquier tipo de interacción (pausa, búsqueda o reproducción).

Estos resultados son compatibles con la hipótesis **H61**: “La duración del video afecta la forma en que el estudiantado interactúan con él.” Este hallazgo concuerda con análisis previos sobre la duración adecuada de un video educativo y es compatible con la relación del incremento de la carga cognitiva y la disminución de la atracción de atención a medida que aumenta la duración del video (Afify, 2020).

Con respecto a la hipótesis **H62**: “El estudiantado miran videos principalmente un período antes de una fecha límite (una entrega de actividad o un examen).”, la Figura 6.8 muestra que la mayoría de los videos fueron vistos junto a una fecha límite de una PEC o al lado de un examen. Se puede ver por la coincidencia entre picos de visualizaciones y fechas límite. Este resultado es compatible con **H62**.

El siguiente paso es validar las hipótesis **H63**: “El estudiantado ve videos de resolución de problemas más que videos teóricos.”, y **H64**: “El estudiantado interactúa de una manera diferente.” (diferentes frecuencias en el uso de "plays", "pausas" y/o "búsquedas") cuando se usan videos de teoría que cuando se usan videos de resolución de problemas. En cuanto al número de interacciones, las Figura 6.6 y Figura 6.7 muestran algunas diferencias entre ambos tipos de videos, aunque no son concluyentes.

En los siguientes párrafos se discutirán los demás elementos analizados para verificar o rechazar estas hipótesis.

Las Tabla 6.5 y Tabla 6.7 muestran las pruebas robustas de la *t* de Student realizadas para estudiar si hay alguna diferencia en las medias del número de reproducciones o el número de interacciones entre la teoría y los videos de resolución de problemas.

Como el valor de *p* es menor a 0,05 en el primer caso, se rechaza la hipótesis nula  $H_{63_0}$ , por lo que se puede afirmar que la frecuencia con la que el estudiantado ven videos de teoría y videos de resolución de problemas es diferente. La Figura 6.13 muestra que, de hecho, el número de reproducciones de los videos de resolución de problemas es mayor que el de los videos de teoría a lo largo de los semestres. Es importante señalar que, como se muestra en la Figura 6.13, parece que hay un cambio de tendencia de reproducción en días próximos a exámenes o PEC, donde el estudiantado prefiere ver videos de resolución de problemas. Por tanto, en este trabajo se debe aceptar la hipótesis  $H_{63}$ . Para la hipótesis  $H_{64}$  solo se puede rechazar parcialmente la hipótesis nula  $H_{64_0}$ , ya que no se cumple únicamente para el caso de la interacción “pausa” por lo que la media del número de veces que se da esta interacción no puede considerarse igual para los videos de teoría que para los de resolución de problemas, pero para el resto de las interacciones, es decir “búsqueda” e “inicio”, la hipótesis nula no puede descartarse.

Dado que a partir de la prueba *t* robusta realizada, no se puede hacer ninguna generalización sobre las diferencias del número total de interacciones para los videos de teoría y de resolución de problemas, se realizaron varios análisis de agrupamiento para clasificar los videos de teoría y resolución de problemas en dos grupos diferentes (clusters) según el número de reproducción y el número de interacciones de cada tipo. Primero, se seleccionó una altura de corte para obtener exactamente dos grupos (Figura 6.18) y luego se seleccionó la altura de corte para obtener una distribución homogénea entre los grupos (Figura 6.19). En ambos casos, se puede ver que la mayoría de los videos de teoría y resolución de problemas se incluyeron en el grupo 2, por lo que no se pudo obtener una distinción clara entre esos videos.

Como siguiente paso, se realizó un PCA con respecto a las interacciones en esos videos. Como se muestra en la Tabla 6.8 y considerando que se redondea al primer dígito decimal, para ambos casos, videos de teoría y resolución de problemas, se observa que el 70% de la varianza se debe al componente 1 (0,7) y el 20% al componente 2 (0,2).

Así, se puede afirmar que no existen diferencias significativas entre el número de reproducciones ni la forma de interactuar con los videos de teoría y los videos de resolución de problemas, por lo que se rechaza la hipótesis **H64**: “El contenido del video, resolución de problemas o teoría, no hace que el estudiantado interactuara de forma diferente entre ellos.”.

Finalmente, el último paso fue intentar validar la hipótesis **H65**: “El estudiantado interactúa de forma diferente (distintas frecuencias en el uso de ‘inicios’, ‘pausas’ y / o ‘búsquedas’) según el tema enseñado en los videos.”. Para observar si hay alguna diferencia entre los temas, se realizó un análisis de PCA y de agrupamiento considerando el área enseñada en esos videos. La Figura 6.20 muestra que al intentar cortar el dendrograma resultante a una altura para lograr 4 clusters (uno por tema), se produce un clustering donde la mayoría de los videos están en el cluster 1, lo que indica que no hay diferencia entre ellos; sin embargo, al cortar el dendrograma para obtener una distribución más homogénea, se coloca la mayoría de los videos de Circuitos y Electroestática en el cluster 2, mientras que la mayoría de los videos de Magnetoestática están en el cluster 4 y la mayoría de los videos de Mecánica se distribuyen entre los clusters 1 y 4. La Figura 6.21 también muestra un cambio de comportamiento en el uso de los videos entre los temas, y en la Tabla 6.9 se puede ver que el componente 2 representa el 93.6% y el 91,3% de la varianza acumulativa para Mecánica y Magnetoestática, respectivamente, mientras que el componente 3 representa el 93.0% de la varianza acumulada para Circuitos y Electroestática. Este cambio de comportamiento podría deberse a la propia idiosincrasia de los propios temas, donde necesitan más capacidad de pensamiento de abstracción (Faulconer, Griffith, Wood, Acharyya, & Roberts, 2018; Tiruneh, De Cock, Weldeslassie, Elen, & Janssen, 2017). Estos resultados muestran que existen algunas diferencias entre temas y por tanto son compatibles con la hipótesis **H65**.

## **6.5 Conclusiones**

Al analizar los datos recogidos de las interacciones del estudiantado, la primera conclusión que se obtiene es que la duración de los videos afecta el número de interacciones que el estudiantado realizan con ellos (relación directa) y a la frecuencia de las interacciones (relación inversa).

Por otro lado, observando la relación frecuencia/periodo de las visualizaciones de los vídeos, se ha podido comprobar que el estudiantado utiliza los videos como un recurso educativo valioso para preparar y abordar sus PEC y exámenes en materia de Física.

Además, se han encontrado diferencias significativas en la frecuencia de uso de videos de teoría con respecto a los vídeos de resolución de problemas. Por lo que se puede concluir que el estudiantado usa de forma más activa los vídeos de resolución de problemas que los de teoría. Sin embargo, no se han encontrado diferencias significativas en la forma de interactuar con los videos de teoría con respecto a los vídeos de resolución de problemas. Por lo que se puede concluir que el estudiantado usa de forma similar estos dos tipos de videos.

Por último, se ha observado un cambio significativo de comportamiento para el caso del tema de circuitos y un leve cambio para el de mecánica. Por tanto, se puede concluir que las diferentes interacciones explican la varianza y podrían significar un cambio en el comportamiento del estudiantado con los vídeos según su temática.

A modo de resumen se indican las hipótesis finalmente validadas en este capítulo/experimento:

- H<sub>61</sub>: “La duración del video afecta la forma en que el estudiantado interactúan con él”.
- H<sub>62</sub>, “El estudiantado mira videos principalmente un período antes de una fecha límite (una entrega de actividad o un examen).”.
- H<sub>63</sub>, “El estudiantado ven videos de resolución de problemas más que videos teóricos.”.
- H<sub>65</sub>, “El estudiantado interactúa de forma diferente (distintas frecuencias en el uso de “inicios”, “pausas” y / o “búsquedas”) según el tema enseñado en los videos”.

La hipótesis que ha sido rechazada es:

- H<sub>64</sub>: “El estudiantado interactúa de una manera diferente (diferentes frecuencias en el uso de “inicios”, “pausas” y / o “búsquedas”) cuando usan videos de teoría que cuando usan videos de resolución de problemas”.

Los resultados de este capítulo se han mandado para ser considerara su publicación en:

García, V., Pérez-Navarro, Antoni & Conesa, J. (2021). Video with hands: An Analysis of usage and interactions of undergraduate science students for acquiring physics knowledge. IF: 2,313, Q1 (JCR). Enviado para su valoración el mayo de 2021.



# Capítulo 7

## Contraste de experimentos

---

En los capítulos anteriores se ha introducido y analizado el uso un tipo de video educativo “videos solo con las manos” o Vhands para la enseñanza-aprendizaje de asignaturas de física en primeros años de universidad.

En el Capítulo 4 se ha analizado cómo el estudiantado percibe los vídeos propuestos. El resultado de este análisis muestra que fueron muy bien valorados por el estudiantado y considerados como un recurso clave en asignaturas de iniciación a la física en estudios de ingeniería. Esta valoración positiva se da tanto en una universidad presencial (EUSS) como en una universidad en línea (UOC). Una de las principales conclusiones de ese capítulo es que los videos eran el recurso más valorado del curso y que su uso podía incrementar el rendimiento del estudiantado. Sin embargo, también se ha podido comprobar que el estudiantado considera los videos como un complemento a los materiales de texto. De hecho, los materiales en texto están considerados el material principal. Además, contrario a lo que se podía esperar, el estudiantado indica que usan los vídeos de teoría y los de resolución de problemas de forma similar y con la misma frecuencia para conseguir sus objetivos.

En el capítulo 5 se profundizado en los motivos que llevan al estudiantado a percibir y usar los vídeos de esta forma. Se encontró que el estudiantado valoró los elementos humanos en los videos (valoraron muy positivamente a los Vhands) y encontraron útil la capacidad de interactuar con el video, y por ello lo consideran el recurso más valioso. Sin embargo, el estudiantado considera a los videos como material complementario porque ayudan a comprender conceptos, pero no a profundizar en esos conceptos. Sin embargo, sí utilizan ampliamente este recurso para adquirir los conceptos que necesitan para abordar sus pruebas PEC y sus exámenes. El estudiantado no percibió diferencias significativas en el uso de los vídeos de problemas con respecto a los de teoría porque los consideraban igualmente importantes, aunque complementarios. Los vídeos de teoría les

daba la base y los de problemas la forma en que debían aplicar estos conceptos, y ambos eran necesarios para alcanzar sus objetivos.

Así, de los capítulos IV y 5, se analizó la percepción del estudiantado desde una perspectiva cuantitativa y cualitativa, y se dedujo que: 1) el estudiantado está muy satisfechos con los videos y los perciben como muy útiles; 2) el estudiantado afirma que encuentran igualmente útiles tanto los videos de problemas como los de teoría; y 3) manifiestan que utilizan este recurso para abordar sus actividades y exámenes.

En el Capítulo 6 se realizó un análisis sin la participación activa del estudiantado en la recolección de datos, ya que esta recolección se tomó de registros generados de forma automática a través de las interacciones que realizaba el estudiantado con los vídeos. Es decir, cuando accedían a ellos, y cuantas veces usaban los botones: “Inicio”, “Pausa” y “Búsqueda” en cada uno de ellos. Las principales conclusiones que se obtuvieron tras el análisis de estos registros fueron que la duración de los vídeos y la temática impartida en ellos (Magnetostática, Electrostatica, Mecánica y Circuitos) afectaron al uso que el estudiantado hacía de ellos, pero no así el tipo de vídeo: teoría o resolución de problemas. Por otro lado, se comprobó que el estudiantado usaba con mayor frecuencia relativa los vídeos de resolución de problemas que los de teoría y que accedían a ellos con más frecuencia en periodos cercanos a pruebas PEC o exámenes.

En este capítulo se pone en común los resultados de los tres experimentos llevados a cabo analizando en cada sección y obteniendo conclusiones de conjunto, en este se estudia si los resultados obtenidos en el Capítulo 6 son compatibles con los resultados encontrados en los capítulos IV y 5, para ello este se divide en:

- a) *Resultados generales*, donde se expone un resumen de los resultados de todas las hipótesis propuestas en los tres experimentos.
- b) *Discusión*, donde se discuten y se revisan todos los resultados de una forma global.
- c) *Conclusiones*, en la que se expone las conclusiones globales del conjunto de experimentos llevados a cabo.

### **7.1. Resultados generales**

En la Tabla 7.1 se resumen todas las hipótesis tratadas en esta tesis y si se ha podido validar o no cada una de ellas. Esta tabla servirá de guía para poner en común algunas hipótesis que se tratan en los diferentes experimentos capítulos. En la columna “Experimento” se presenta el número de experimentos realizados, en la columna

“Hipótesis” se presentan las hipótesis lanzadas en cada experimento y en la columna “Resultado” se indica si se ha podido validar o no cada hipótesis o se ha rechazado.

Tabla 7.1. Resumen de todas las hipótesis tratadas en esta tesis y su resultado.

<i>Experimento</i>	<b>Hipótesis</b>	<b>Resultado</b>
<b>1</b>	<b>H41:</b> Para una asignatura de física, la satisfacción con los videos es independiente del entorno (presencial o virtual).	<b>Cierta</b>
	<b>H42:</b> La satisfacción del estudiantado aumenta cuando aparece información no verbal en el video.	<b>Cierta</b>
	<b>H43:</b> La utilidad percibida tiene un efecto positivo en la satisfacción del aprendizaje.	<b>No descartada</b>
	<b>H44:</b> La presencia de videos de problemas aumenta la utilidad percibida de los videos.	<b>No descartada</b>
	<b>H45:</b> La utilidad percibida tiene un efecto positivo en el uso del video.	<b>No descartada</b>
	<b>H46:</b> El estudiantado prefieren ver videos de resolución de problemas a videos teóricos.	<b>No cierta</b>
	<b>H47:</b> El estudiantado ven los videos como material complementario en lugar del recurso principal.	<b>Cierta</b>
<b>2</b>	<b>H51.</b> El estudiantado en línea prefiere los videos a los documentos de texto.	<b>No descartada</b>
	<b>H52.</b> El estudiantado en línea prefiere videos con elementos humanos.	<b>Cierta</b>
	<b>H53.</b> El estudiantado en línea prefiere las manos como elemento humano para aparecer en los videos.	<b>Cierta</b>
	<b>H54.</b> El estudiantado en línea prefiere videos de problemas.	<b>No cierta</b>
	<b>H55.</b> El estudiantado en línea consume videos vinculados a actividades, entregas o exámenes.	<b>Cierta</b>
	<b>H56.</b> El estudiantado en línea interactúa con el video cuando lo consumen (es decir, el estudiantado usa el botones reproducir, detener, pausar, avanzar y retroceder mientras mira el video).	<b>Cierta</b>
<b>3</b>	<b>H61.</b> La duración del video afecta la forma en que el estudiantado interactúan con él.	<b>Cierta</b>
	<b>H62.</b> El estudiantado mira videos principalmente un período antes de una fecha límite (una entrega de actividad o un examen).	<b>Cierta</b>
	<b>H63.</b> El estudiantado ven videos de resolución de problemas más que videos teóricos.	<b>Cierta</b>
	<b>H64.</b> El estudiantado interactúa de una manera diferente (diferentes frecuencias en el uso de “inicios”, “pausas” y / o “búsquedas”) cuando usan videos de teoría que cuando usan videos de resolución de problemas.	<b>No Cierta</b>
	<b>H65.</b> El estudiantado interactúa de forma diferente (distintas frecuencias en el uso de “inicios”, “pausas” y / o “búsquedas”) según el tema enseñado en los videos.	<b>Cierta</b>

## 7.2. Discusión

Para ello se sigue el orden mostrado en la esta tabla. Se comienza con la hipótesis **H41**: “Para una asignatura de física, la satisfacción con los videos es independiente del entorno (presencial o virtual).”. La confirmación de esta hipótesis permitió seguir con los sucesivos experimentos llevados a cabo solo en uno de los entornos, y poder argumentar, de forma razonable que los resultados puedan ser extrapolado al otro entorno.

Con respecto a la hipótesis **H42**: “La satisfacción del estudiantado aumenta cuando aparece información no verbal en el video”, del primer experimento, está relacionada con la hipótesis **H52**: “El estudiantado en línea prefieren videos con elementos humanos.” y con la hipótesis **H53**: “El estudiantado en línea prefieren las manos como elemento humano para aparecer en los videos.” del segundo experimento. Las tres hipótesis fueron confirmadas, por lo que se puede argumentar que es importante tener en cuenta el factor humano en los vídeos. Además, los resultados obtenidos muestran que solo con mostrar las manos del profesor ya se tiene en cuenta ese factor humano y el estudiantado lo percibe como un elemento importante que mejora su aprendizaje de la materia impartida.

Las hipótesis **H43**: “La utilidad percibida tiene un efecto positivo en la satisfacción del aprendizaje” y **H45**: “La utilidad percibida tiene un efecto positivo en el uso del video.”. del experimento 1 no pueden descartarse, por lo que podría ser cierta. Esto podría influir en como el estudiantado perciben el vídeo con respecto a otros recursos. De hecho, la hipótesis **H51**: “El estudiantado en línea prefieren los videos a los documentos de texto.” del experimento 2 tampoco ha podido ser descartada. Sin embargo, el estudiantado percibe los vídeos como complemento al documento en papel, lo que se demuestra con la confirmación de la hipótesis **H47**: “El estudiantado ven los videos como material complementario en lugar del recurso principal.”.

Con respecto a la hipótesis **H44**: “La presencia de videos de problemas aumenta la utilidad percibida de los videos.” y la hipótesis **H46**: “El estudiantado prefieren ver videos de resolución de problemas a videos teóricos” están relacionadas con la hipótesis **H54**: “El estudiantado en línea prefieren videos de problemas.” del experimento 2. La primera hipótesis no puede ser descartada, con lo cual es posible que el tener vídeo de problemas en una materia que se requiere aplicar los conceptos teóricos a problemas concretos aumente la percepción de utilidad de estos, pero, sin embargo, no los consideran más importante que los vídeos de teoría. Esta percepción del estudiantado contrasta con el resultado de la hipótesis **H43**: “El estudiantado ven videos de resolución de problemas

más que videos teóricos.” del experimento 3, ya que los resultados obtenidos eran compatibles con ella. La percepción del estudiantado sobre la frecuencia de uso de los videos de problemas con respecto a los de teoría no refleja lo que se observa con los datos de interacciones. Esto puede deberse a que el estudiantado usa ambos videos con una alta frecuencia, por lo que esto puede afectar a su apreciación.

La hipótesis **H55**: “El estudiantado en línea consumen videos vinculados a actividades, entregas o exámenes.” del experimento 2 está relacionada con la hipótesis **H62**: “El estudiantado miran videos principalmente un período antes de una fecha límite (una entrega de actividad o un examen).” del experimento 3. Ambas se han confirmado como ciertas, por lo que se puede pensar que el estudiantado percibe que los videos son útiles para resolver actividades o superar pruebas de evaluación.

La hipótesis **H56**: “El estudiantado en línea interactúan con el video cuando lo consumen (es decir, el estudiantado usa el botones reproducir, detener, pausar, avanzar y retroceder mientras mira el video).” es aceptada en el experimento 2 y confirmada por los datos de interacción el experimento 3.

La confirmación de la hipótesis **H61**: “La duración del video afecta la forma en que el estudiantado interactúan con él.” ayudó a confirmar una correlación que se intuía como cierta, pero que era necesaria comprobar.

La hipótesis **H64**: “El estudiantado interactúan de una manera diferente (diferentes frecuencias en el uso de “inicios”, “pausas” y/o “búsquedas”) cuando usan videos de teoría que cuando usan videos de resolución de problemas.” fue descartada. Se encontraron inicialmente algunas diferencias en el uso del botón pause, pero los posteriores análisis indicaron que esta diferencia no era lo suficientemente significativa. Es conveniente indicar que el rechazo de esta hipótesis no está en contradicción con la aceptación de la hipótesis **H63**, ya que hay que recordar que el número de interacciones está relativizado al número de visualizaciones de los videos. El rechazo de esta hipótesis apoya los resultados obtenidos cuando el estudiantado perciben que usan los videos de teoría y problemas de la misma forma y puede justificar que haya diferencia entre la percepción del estudiantado y los resultados de la frecuencia de uso entre videos de problemas y teoría.

Por último, se confirmó la hipótesis **H65**: “El estudiantado interactúan de forma diferente (distintas frecuencias en el uso de “inicios”, “pausas” y / o “búsquedas”) según el tema enseñado en los videos.”, por lo que, aunque no se aprecia diferencias muy grandes entre

estas interacciones, sí son lo suficientemente significativas para poder dividir las por temática, en especial entre las asignaturas de magnetostática y circuitos, con electrostática y mecánica.

### **7.3. Conclusiones**

La principal conclusión en este capítulo es que las percepciones del estudiantado con respecto a la forma y frecuencia de uso de los vídeos no siempre coinciden con el uso real observado. En concreto, se puede concluir que la forma de uso (número de interacciones que el estudiantado realiza con los vídeos) para los vídeos de teoría y de resolución de problemas percibido por el estudiantado, coincide con las interacciones recogidas y observadas de los vídeos. Sin embargo, la percepción del estudiantado de que usan con la misma frecuencia los vídeos de teoría y de problemas no refleja lo observado con las interacciones, que marcan una frecuencia mayor de uso de los vídeos de problemas que los de teoría. Por otro lado, la percepción del estudiantado referente a la utilidad de los vídeos como recurso útil para adquirir conocimientos y habilidades que les permitan abordar sus pruebas y exámenes se refleja en el significativo aumento del uso de los vídeos en épocas cercanas a la realización de las PEC y los exámenes.

# Capítulo 8

## Resultados finales

---

En este capítulo se exponen la discusión y conclusiones finales de este trabajo de tesis. En este capítulo se analiza hasta qué punto se han satisfecho los objetivos y preguntas de investigación planteadas en esta tesis. Además, se indican las limitaciones de los experimentos llevados a cabo en esta tesis y algunas de las potenciales líneas de trabajos futuros siguiendo esta tesis. Para ello, este capítulo se divide en:

- a) *Discusión final de tesis*, en la que se analiza la consecución de los objetivos de la tesis.
- b) *Conclusiones finales*, donde se exponen los principales hallazgos derivados del trabajo de investigación.
- c) *Limitaciones*, donde se presentan las principales limitaciones de este trabajo.
- d) *Perspectivas futuras*, donde se muestran algunos ejemplos de continuación de los trabajos que se han llevado a cabo en esta tesis.

### 8.1. Discusión final de la tesis

El objetivo general planteado en esta tesis fue el de analizar el impacto del uso de recursos de aprendizaje en formato vídeo en el proceso de aprendizaje en un entorno complejo, la educación de la física a nivel universitario.

Para ello se plantearon 4 objetivos con sus consiguientes 4 preguntas de investigación. En este apartado, se analiza cada una de estas, y se discute el grado de cumplimiento/respuesta que se le ha dado.

El primer objetivo fue: *Conocer cómo perciben el estudiantado los vídeos educativos proporcionados* y para ello se lanzó la siguiente pregunta de investigación: *¿Qué percepción tienen el estudiantado de los vídeos?* Tras los resultados de los experimentos

realizados en los capítulos 4 y 5, el estudiantado analizado percibe los vídeos como un elemento importante para su formación, pero no esencial. El estudiantado continúa viendo el material en papel como la principal fuente de información y ven el vídeo como un recurso muy importante y útil para su formación, pero complementario a los recursos en papel.

El segundo objetivo fue: *Conocer los aspectos particulares por los que el estudiantado percibe de esta manera los vídeos.* y para ello se lanzó la siguiente pregunta de investigación: *¿Qué aspectos influyen en la percepción que el estudiantado tiene de los vídeos?*. Tras los resultados del experimento realizado en el capítulo 5, los elementos que el estudiantado percibieron como más relevantes para indicar que los vídeos eran útiles fueron: 1) los elementos de interacción (parar, repetir, pausar y avanzar y retroceder hacia la información deseada). El estudiantado indicó que la flexibilidad para parar y tomar notas o volver hacia atrás o hacia delante que permiten los vídeos era especialmente útil durante su aprendizaje, 2) incluyen elementos humanos que les ayuda a dirigir el foco hacia lo importante y también proporcionan información. En general, el estudiantado percibió a los vídeos propuestos Vhands como útiles porque el ver solo las manos del personal docente les permitía centrarse en la información mostrada y dirigir su atención a lo realmente importante, 3) es un recurso que les permite repasar la información de una forma rápida y sencilla antes de un examen o tarea. El estudiantado indicó que esa facilidad de acceso y repaso de los contenidos les ayudaba a retener mejor la información y 4) es especialmente adecuado para transmitir la habilidad de aplicar la teoría a la resolución de problemas, que es una parte muy importante dentro de las asignaturas de física. El estudiantado indicó que les resultaban particularmente útiles los vídeos de teoría como los de problemas, sin embargo, pusieron de relevancia que tener vídeos donde se resolvían los problemas paso a paso era muy conveniente, y los resultados de las interacciones con los vídeos muestran que han usado más los vídeos de resolución de problemas que los de teoría.

El tercer objetivo fue: *Conocer el uso real que el estudiantado está realizando con esos vídeos* y para ello se lanzó la siguiente pregunta de investigación: *¿Qué uso han hecho el estudiantado de los vídeos?* Los resultados del experimento desarrollado en el Capítulo 6 muestran que el estudiantado usa más los vídeos de problemas que los de teoría, aunque no se apreciaron diferencias significativas en la forma de interaccionar con ellos. Sin embargo, la temática del vídeo y la duración de este sí parecen tener influencia en como

el estudiantado interacciona con estos. Por último, se ha visto un aumento de visualización de los vídeos en periodos previos a exámenes y pruebas.

El cuarto y último objetivo fue: *Contrastar el uso real de los vídeos con las percepciones del estudiantado*. Para ello se lanzó la siguiente pregunta de investigación: *¿la percepción del estudiantado, estudiada en las preguntas 1 y 2, se corresponde con la forma en que han utilizado los vídeos, estudiada en la pregunta 3?* Los resultados de los experimentos mostrados en los capítulos 4, 5 y 6 y contrastados en el Capítulo 7, muestra que las percepciones del estudiantado no siempre concuerdan con el uso real de los vídeos. En concreto, el estudiantado percibió que usaban con la misma frecuencia ambos tipos de vídeos (teoría y resolución de problemas), sin embargo, esta percepción no coincide con el registro de frecuencias de uso de los vídeos agrupados por vídeos de teoría y vídeos de resolución de resolución de problemas. El uso de los vídeos de resolución de problemas fue significativamente mayor que la de los de vídeos de teoría.

Tal y como se ha podido comprobar, las diferentes preguntas de investigación planteadas en la tesis han sido abordadas y respondidas por el trabajo realizado.

## **8.2. Conclusiones finales**

Es importante recordar que una de las principales conclusiones de esta tesis es que las respuestas del estudiantado son independientes del entorno utilizado (presencial o totalmente virtual). Lo que justifica que a partir del capítulo 5 los experimentos se hayan realizado solo en un entorno virtual.

Se puede concluir, además que el estudiantado está muy satisfecho con los videos y los perciben como muy útiles. La razón de ello es que el estudiantado considera que los vídeos facilitan y aceleran la comprensión de los conceptos de la física y ofrecen una alta interactividad. Esto casa con el alto uso de los vídeos por parte del estudiantado y con los resultados que muestran que incluir videos en una asignatura de física aumenta la probabilidad de aprobar la asignatura. Sin embargo, aunque el estudiantado percibe el vídeo para impartir el conocimiento de física como un elemento muy útil y quedan muy satisfechos, lo perciben como material complementario a los documentos escritos y los usan combinados con el resto de los recursos disponibles.

El estudiantado percibe que el consumo de videos está relacionado con entregas y exámenes y el estudiantado percibió que vieron los videos con más frecuencia cuando tenían estos hitos. Esta percepción coincide con los datos obtenidos de las interacciones

con los vídeos, en los que se observa un aumento significativo de la frecuencia de visualizaciones en periodos cercanos a la entrega de las PEC y la realización de exámenes.

No se encontró una relación clara entre la utilidad percibida y el número de videos, contrariamente a investigaciones previas (Nagy, 2018), lo cual puede deberse a que el estudiantado tiene acceso a otros recursos a parte de los vídeos. Pero sí se concluye que la duración de los videos afecta el número de interacciones que el estudiantado realiza con ellos (relación directa) y a la frecuencia de las interacciones (relación inversa).

El estudiantado manifiesta encontrar especialmente útiles los videos de resolución de problemas, pero también manifiestan que esta preferencia no afecta a la utilidad percibida ni a la cantidad de veces que ven cada tipo de vídeo (teoría o resolución de problemas). Esto se refleja en que el estudiantado afirma que consumen ambos tipos de vídeo en igual frecuencia y encuentran que ambos son igualmente importantes. Sin embargo, el registro de las interacciones muestra diferencias significativas en la frecuencia de uso de videos de teoría con respecto a los vídeos de resolución de problemas. El estudiantado usa de forma más asidua los vídeos de resolución de problemas que los de teoría. Sin embargo, no se han encontrado diferencias significativas en la forma de interactuar con los videos de teoría con respecto a los vídeos de resolución de problemas.

Por otro lado, el estudiantado prefiere videos en los que puedan ver al profesor (manos, rostro o medio cuerpo), y encuentran importante los elementos humanos. Se puede concluir que la presencia de las manos en el video es un elemento importante: 1) constituye un elemento señalador (mímico) que centra la atención del estudiantado y les permite relacionarse con elementos relevantes, 2) ayuda a crear un vínculo entre el estudiantado y el profesor y 3) proporciona información no verbal para apoyar el conocimiento impartido.

Finalmente, se puede concluir que existe cambio de comportamiento del uso de los vídeos dependiendo de la temática que en ellos se imparten.

### **8.3. Limitaciones**

Las principales limitaciones de esta tesis son:

1) En los experimentos 1 y 2 no fue posible analizar el mismo número de semestres en todos los cursos analizados debido a cambios externos incontrolados.

2) También en los experimentos 1 y 2, no fue posible analizar si diferentes tipos de videos tenían efectos diferentes ya que el estudiantado tenía disponibles todo tipo de videos y, por lo tanto, solo se puede saber qué tipo de videos (con manos, con tabletas, etc.) fueron mejor percibidos por estudiantes.

3) En el experimento 3, el complemento utilizado no permitía identificar a los usuarios por un código, por lo que no se pudo verificar cuántas reproducciones e interacciones realizó un estudiante en particular para profundizar en el análisis.

4) En general, la limitación de este trabajo fue el no haber seleccionado un grupo control para analizar los Vhands respecto a los otros tipos de vídeos.

#### **8.4. Perspectivas futuras**

El trabajo presentado en esta tesis podría seguir varias líneas de investigación futuras para avanzar en la investigación planteada.

Una de las líneas posible sería recoger una marca por usuario para analizar los diferentes patrones de consumo del estudiantado en función de diferentes variables: estudios previos, resultado final, dedicación y otras que se pudieran considerar relevantes.

En otra línea, se podría analizar las preguntas de investigación planteadas en esta tesis en otros ámbitos temáticos y contextos para analizar la generalización de las conclusiones obtenidas.

Por otro lado, en esta tesis se ha utilizado dos tecnologías para la creación de vídeos, pero se podría usar otras tecnologías. En concreto, al estudiantado se les preguntó por el uso de hypervídeos en donde se incluyeran preguntas dentro del vídeo. La mayoría indicaron que de implementarse estas deberían ser opcionales. Podría realizarse un estudio donde se utilizará hypervídeos para obtener información de percepción y uso por parte del estudiantado.

Además, durante la realización de este trabajo se han encontrado picos de interés, que, aunque no han ha sido objetos de estudio en el presente artículo, merece la pena señalar ya que podría servir de base para la continuidad de este trabajo. Se llaman picos de interés cuando se produce un aumento de interacciones de estudiantes en una parte del vídeo concreto. En la Figura 8-1 se muestra el número de veces que se ha pulsado el botón pause

respecto al número de visualizaciones y la longitud del vídeo durante el visionado de todos los vídeos estudiados multiplicados por un factor de escala de 100.

Para observar la utilidad de analizar estos picos, se ha seleccionado los 6 vídeos que han tenido más pausas, y se ha seleccionado los puntos de interés de uno de ellos para poner de manifiesto la utilidad para el docente (Ver Figura 8-2 del anexo).

En concreto, para el vídeo CP4 (Circ80\_05611\_20122\_Problema PAC1 part 1) de la Figura 8-1, se observan varios picos de interés, donde se han acumulado un mayor número de pausas. Al analizar las imágenes en los momentos de la evolución de esos picos se puede observar en la Tabla 8-1. Tipo y número de iteración por cada vídeo monitoreado., que corresponden a puntos de interés.

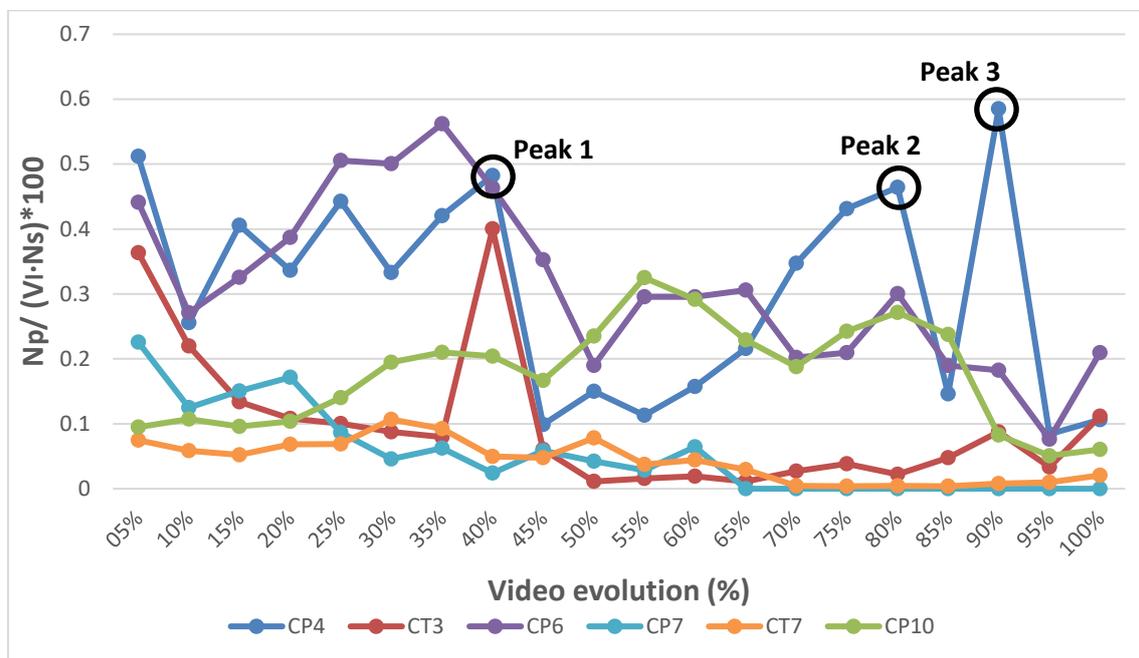


Figura 8.1. Representación del número de pausas/longitud vídeo realizadas en los vídeos con más pausas. Se ha marcado los puntos de interés del vídeo CP4.  $Np$ =Número de pausas,  $Vl$ =Longitud del Vídeo y  $Ns$ =Número de visualizaciones.

Siguiendo la línea de este estudio se podría abarcar otras áreas de conocimiento, otros ciclos académicos, distintos tipos de videos, combinar videos con otros recursos y tecnologías educativas, etc. Estas ampliaciones se podrían realizar manteniendo la misma base metodológica de esta tesis y de forma relativamente simple realizar estudios similares en otros ámbitos y con distintas tecnologías para ofrecer un cuadro más completo de apoyo a la comunidad educativa.

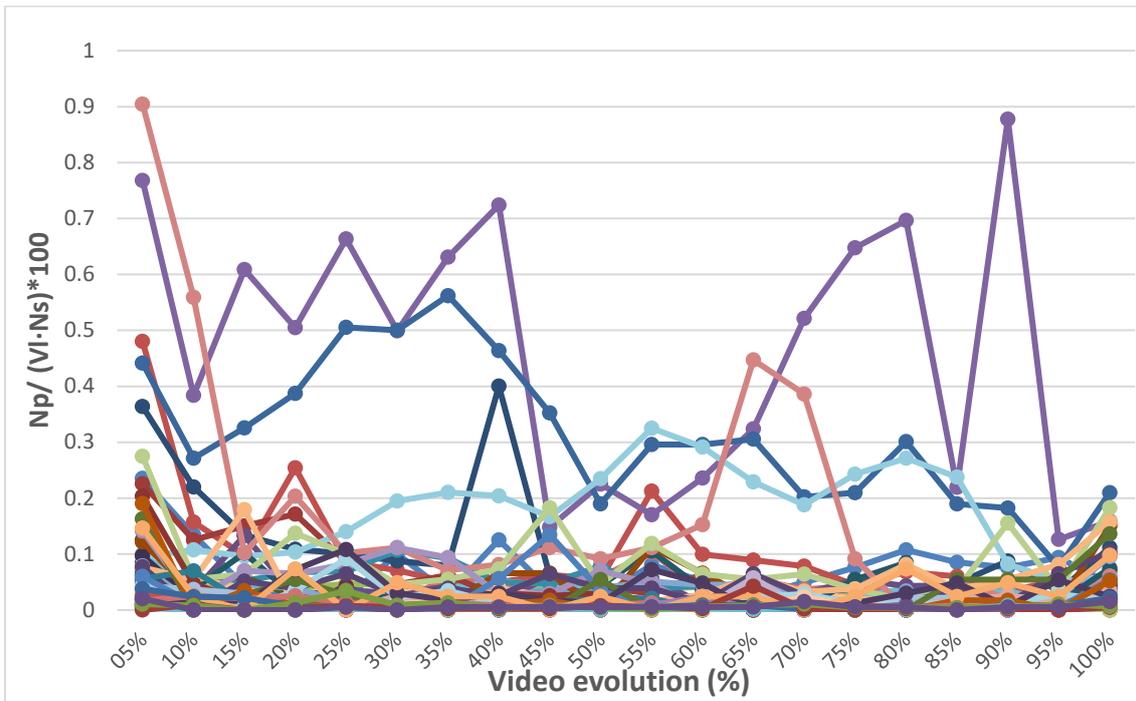


Figura 8.2. Representación del número de pausas realizadas en los vídeos estudiados durante su evolución.  $N_p$ =Número de pausas,  $VI$ =Longitud del Vídeo y  $N_s$ =Numero de visualizaciones.

Tabla 8.1. Tipo y número de iteración por cada vídeo monitoreado.

<p><b>Pico 1:</b> En esta zona del vídeo se termina de plantear el problema y se empieza a desarrollar.</p>	
<p><b>Pico 2:</b> El profesor plantea que ha cometido un error muy típico al calcular este tipo de problemas, muestra porque es un error y lo corrige.</p>	
<p><b>Pico 3:</b> Corrige el desarrollo debido al error comentado en el pico 2.</p>	

En esta línea, la investigación podría derivar en una propuesta de un marco de trabajo estándar con pautas, soluciones y recomendaciones sólidas y contrastadas para la creación de material docente en formato video de calidad e impacto que hiciera la labor del docente lo más eficiente, segura y con máximo impacto académico posible.

Por otra parte, el tercer estudio (análisis de la interacción con los vídeos) se podría ampliar dentro del campo de las analíticas de aprendizaje para propósitos de seguimiento y evaluación semi-automática de la docencia a partir de la información extraída de las interacciones de los estudiantes con los recursos en formato video, combinado con otras analíticas de otros aspectos relevantes de la docencia que conjuntamente mostraría un cuadro más completo de la interacción de los estudiantes con el entorno y permitiría tomar decisiones más ajustadas a sus necesidades reales.

# Anexos

---

En este apartado se recoge la información de apoyo para tesis, y para ello se ha estructurado de la siguiente manera:

- a) *Tablas largas*, este apartado se ha destinado a aquellas tablas que por su dimensión no es apropiado que se incluyan en el texto principal.
- b) *Estructura de las entrevistas*, en las que se presenta el esquema que se siguió para realizar una entrevista estructurada, para que se obtuviera la información que se buscaba intentando influir lo mínimo en esta por parte del entrevistador.
- c) *Número promedio de reproducciones e interacciones*, en el que se presenta una tabla que recoge los vídeos impartidos (indicando el conocimiento impartido) el número de visualización de cada uno de ellos, número de interacciones de cada tipo (Pausa, Búsqueda, Inicio) realizadas por el estudiantado en los semestres estudiados, tiempo de duración del vídeo, si es de teoría o problemas y a que tema de física pertenece.
- d) *Acceso a los vídeos*, donde se indica el enlace donde se puede consultar los vídeos creados y utilizados en los experimentos.

## Anexo A.1. Tablas largas

Tabla 4.1. Preguntas y nombres de variables del cuestionario propuesto en comparación con los de Nagy (Columna 2).

<i>Constructos y sus indicadores</i>	<i>Indicadores (D)</i>	<i>Indicadores Preguntas propuestas</i>	<i>Nombre de las variables para Física en Tele-comunicación (UOC) TI</i>	<i>Nombre de las variables para Física en Ingeniería Informática (UOC) Inf</i>	<i>Nombre de las variables para Física en Ingeniería Industrial (EUSS) EUSS</i>
<i>Utilidad percibida UP</i>	UP1: Usando videos se aprende de forma más sencilla. UP2: Los videos ayudan con aspectos críticos del aprendizaje. UP3: Usar videos mejora la efectividad del aprendizaje.	UP: “Qué piensas sobre la utilidad de los videos?” La respuesta se evalúa de 1 a 5: donde mayor es el valor mayor es la utilidad.	UP_TI	UP_Inf	UP_EUSS
<i>Satisfacción con el aprendizaje SAT</i>	SAT1: Satisfecho con el aprendizaje por los videos. SAT2: Considera que los video son efectivos para conseguir sus objetivos de aprendizaje. SAT3: Los videos han contribuido en gran medida a adquirir conocimientos relevantes. SAT4: Los videos me hacen pasar más tiempo estudiando.	SAT: ¿Hasta dónde los videos te ayudaron a entender la asignatura? Las posibles respuestas van desde “nada en absoluto” (1) a “fueron esenciales” (5).	SAT_TI	SAT_Inf	SAT_EUSS
<i>Uso de videos U</i>	U: ¿Con qué frecuencia has usado los videos? Las	U: ¿Con qué frecuencia has visionado los videos? Posibles	U_TI	U_Inf	U_EUSS

	posibles respuestas van desde “nunca” (1) a “diaria o más a menudo” (5).	respuestas: 1) Diariamente; 2) Semanalmente, 3) Mensualmente and 4) Nunca.			
<i>Tipo de video según su creación</i> <b>TV</b>		<b>TV:</b> ¿Qué tipo de vídeos prefiere? Con tres respuestas posibles: 1) En los que solo aparezca la voz del profesor; 2) Que aparezca la voz y las manos del profesor, 3) Que aparezcan el cuerpo y la cabeza del profesor.	TV_TI	TV_Inf	TV_EUSS
<i>Contenido del vídeo (Teoría o Problemas)</i> <b>ToP</b>		<b>ToP:</b> ¿Qué tipo de vídeos prefiere? Con tres posibles respuestas: 1) Teoría; 2) Problemas; 3) Teoría y Problemas	ToP_TI	ToP_Inf	ToP_EUSS
<i>Número de veces que un mismo video es visto</i> <b>NV</b>		<b>NV_MecT:</b> ¿Cuántas veces has visto los vídeos de teoría de mecánica?	NV_MecT_TI		NV_MecT_EUSS
		<b>NV_MecP:</b> ¿Cuántas veces has visto los vídeos de problemas de mecánica?	NV_MecP_TI		NV_MecP_EUSS
		<b>NV_CirT:</b> ¿Cuántas veces has visto los vídeos de teoría de circuitos?		NV_CirT_Inf	
		<b>NV_CirP:</b> ¿Cuántas veces has visto los vídeos de problemas de circuitos?		NV_CirP_Inf	
		<b>NV_ElcT:</b> ¿Cuántas veces has visto los vídeos de teoría	NV_ElcT_TI	NV_ElcT_Inf	NV_ElcT_EUSS

*Rol preferido de los vídeos*  
**RV**

*Satisfacción con el número de vídeos*  
**SNV**

de electroestática?

**NV\_ElcP:**

¿Cuántas veces has visto los vídeos de problemas de electroestática?

NV\_ElcP\_TI

NV\_ElcP\_Inf

NV\_ElcP\_EUSS

**NV\_MgnT:**

¿Cuántas veces has visto los vídeos de teoría de Magnetoestática ?

NV\_MgnT\_TI

NV\_MgnT\_Inf

NV\_MgnT\_EUSS

**NV\_MgnP:**

¿Cuántas veces has visto los vídeos de problemas de Magnetoestática ?

NV\_MgnP\_TI

NV\_MgnP\_Inf

NV\_MgnP\_EUSS

**RV:** ¿Qué rol juegan los vídeos en la asignatura? Hay cuatro respuestas posibles: 1) Son prescindibles; 2) Son complementos a los documentos escritos; 3) Son el recurso principal y los documentos escritos son complementarios; and 4) Son el único recurso y los documentos escritos son prescindibles.

RV\_TI

RV\_Inf

RV\_EUSS

**SNV\_MecT:**

¿Está satisfecho con el número de vídeos de teoría de mecánica? Las posibles respuestas son: 1) Había demasiados vídeos; 2) Había suficientes vídeos; 3)

SNV\_MecT\_TI

SNV\_MecT\_EUSS

Prefería tener algún vídeo más; 4) Prefería tener muchos más vídeos.

**SNV\_MecP:**  
¿Está satisfecho con el número de vídeos de problemas de mecánica? Las posibles respuestas son:  
1) Había demasiados vídeos; 2) Había suficientes vídeos; 3) Prefería tener algún vídeo más; 4) Prefería tener muchos más vídeos

SNV\_MecP\_TI

SNV\_MecP\_EUSS

**SNV\_CirT:**  
¿Está satisfecho con el número de vídeos de teoría de circuitos? Las posibles respuestas son:  
1) Había demasiados vídeos; 2) Había suficientes vídeos; 3) Prefería tener algún vídeo más; 4) Prefería tener muchos más vídeos

SNV\_CirT\_Inf

**SNV\_CirP:**  
¿Está satisfecho con el número de vídeos de problemas de circuitos? Las mismas respuestas posibles.

SNV\_CirP\_Inf

**SNV\_ElcT:**  
¿Está satisfecho con el número de vídeos de

SNV\_ElcT\_TI

SNV\_ElcT\_Inf

SNV\_ElcT\_EUSS

teoría de electroestática?  
Las mismas respuestas posibles.

**SNV\_ElcP:**

¿Está satisfecho con el número de vídeos de problemas de electroestática?  
Las mismas respuestas posibles.

SNV\_ElcP\_TI

SNV\_ElcP\_Inf

SNV\_ElcP\_EUSS

**SNV\_MgnT:**

¿Está satisfecho con el número de vídeos de teoría de Magnetoestática ? Las mismas respuestas posibles.

SNV\_MgnT\_TI

SNV\_MgnT\_Inf

SNV\_MgnT\_EUSS

**SNV\_MgnP:**

¿Está satisfecho con el número de vídeos de problemas de Magnetoestática ? Las mismas respuestas posibles.

SNV\_MgnP\_TI

SNV\_MgnP\_Inf

SNV\_MgnP\_EUSS

$\alpha=0,7$

## Anexo A.2. Estructura de las entrevistas.

### Estrategia de aproximación al estudiante.

Comentar al estudiante que se quiere conocer su opinión sobre su experiencia educativa en la UOC, y que cuanto más información proporcione, mayor será su contribución a ayudar a mejorar dicha experiencia en el futuro. Indicar que es una entrevista totalmente anónima y codificar (proporcionar un número) y pedirle consentimiento para grabar la reunión. Recordar al entrevistado que esta entrevista es voluntaria y que se puede retirar cuando

¿Qué te parece el aprendizaje virtual respecto al presencial? ¿Cómo te ayuda el aula virtual a tu aprendizaje?

¿Qué recursos tienes disponibles en el aula?  
¿Crees que fueron suficientes para formarte?

¿Qué tipo de recursos te han parecido más interesantes/útiles?

¿El estudiante ha mencionado los videos?

NO

1º Intento: ¿Y no disponías de recursos audiovisuales?  
2º Intento: ¿Algún vídeo educativo?

SÍ

1º ¿Qué tal con los vídeos?

¿Proporciona información deseada?

NO

¿Te ayudaron a entender la materia?

¿Qué es lo que más te ha gustado de los vídeos? ¿y lo que menos?

¿Qué mejorarías?

¿Tenías suficientes vídeos o necesitarías más?

¿Te distraían del objetivo a conseguir? ¿Qué opinarías si en la siguiente asignatura se eliminaran los vídeos por considerarlos una distracción?

¿Crees que podrían sustituir a los temas en papel o lo ves más como un complemento?

SÍ

### Información deseada:

Opinión y sentimientos del estudiante sobre los vídeos educativos online en la UOC.

## Preguntas introductorias

¿Con que frecuencia entrabas en los blogs o chats para hacer consultas sobre la asignatura?

¿Realizabas preguntas sobre los contenidos de los vídeos?

## Información deseada:

Momento en el que el estudiantado prefiere visionar los vídeos y motivos.

2º ¿Cuándo preferías visionar los vídeos?

¿Proporciona información deseada?

NO

SÍ

¿Con qué frecuencia visionabas los vídeos?

¿En qué periodo de la asignatura usabas más los vídeos?

¿Veías el vídeo antes de estudiar en papel, mientras o después?

¿Usabas los vídeos para repasar lo aprendido?

Sub-Preguntas de Control

## Información deseada:

Preferencia de los estuantes por el tipo y objetos de vídeos.

3º ¿Qué tipo de videos preferías ver?

¿Proporciona información deseada?

NO

SÍ

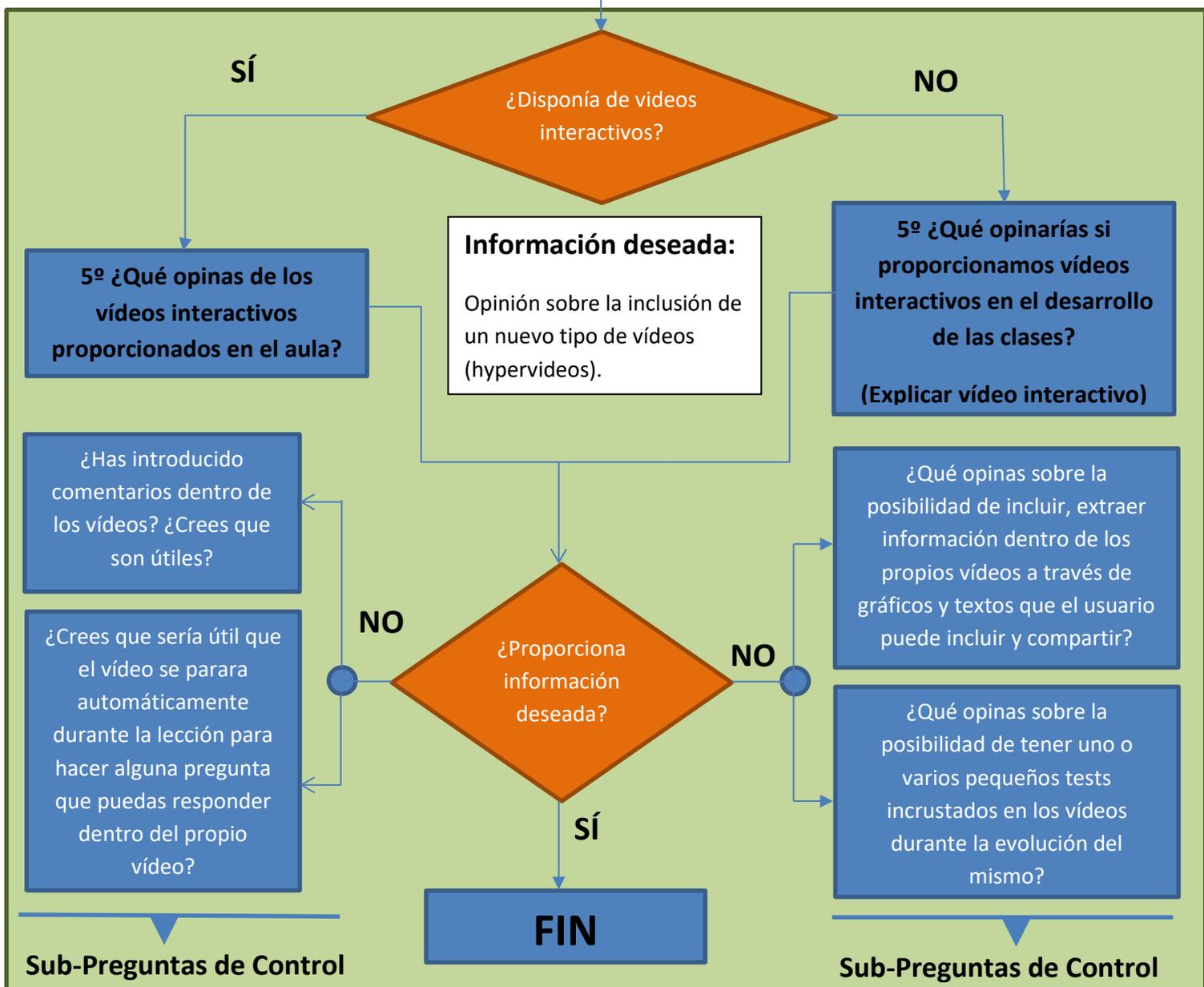
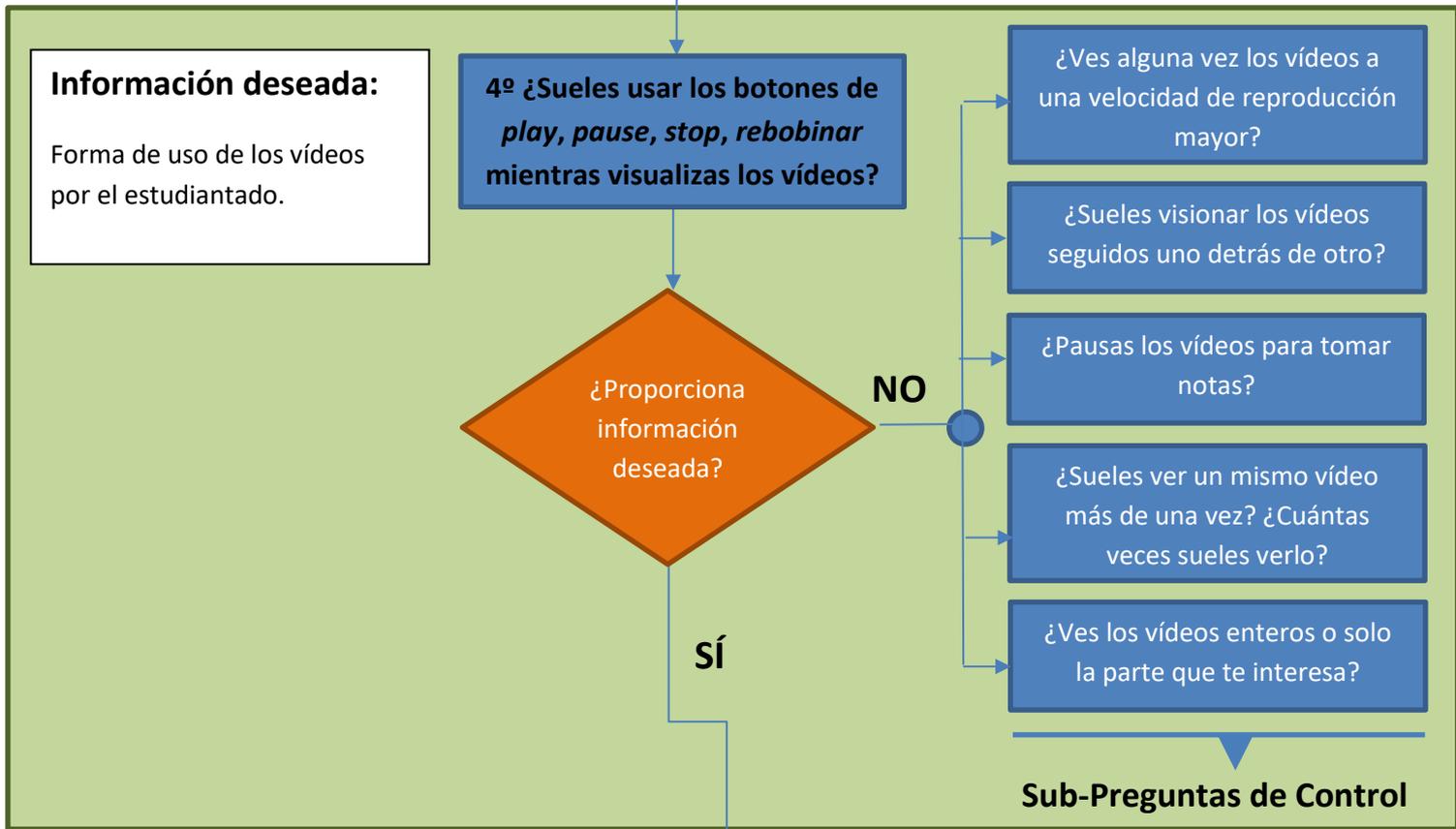
¿Qué esperabas que apareciera en los vídeos?

¿Usabas más los vídeos de teoría o los de Problemas?

¿Prefieres ver al profesor en los vídeos o no importa mientras explique el tema?

¿Te gustaría que en los vídeos apareciera al menos las manos del profesor o no es necesario?

Sub-Preguntas de Control



**Anexo A.3. Número promedio de reproducciones e interacciones de cada tipo por semestre de cada video monitoreado.**

Lección	nVis	nPAU_Norm	nSKS_Norm	nPLY_Norm	Tipo	Duración (s)	Temas
Introducción a la ley de Ohm	116	204	156	176	Teoría	77	circuitos
Asociación de resistencias en serie	61	109	20	40	Teoría	125	circuitos
Comportamiento básico del diodo	41	112	24	22	Teoría	165	circuitos
Leyes de Kirchhoff	103	511	157	61	Teoría	177	circuitos
Asociación de resistencia	75	74	68	39	Teoría	277	circuitos
Dirección de la corriente eléctrica	65	83	25	32	Teoría	300	circuitos
Ejemplo de asociación de resistencia 1	64	77	31	24	Problema	196	circuitos
Problemas Circ80 PAC1 parte 1	57	93	29	32	Problema	199	circuitos
Ejemplo 1 de asociación de resistencias paralelas	52	411	327	30	Problema	242	circuitos
Ejemplo de circuito equivalente de Thevenin	124	421	177	81	Problema	300	circuitos
Simplificación de un circuito	78	100	34	66	Problema	336	circuitos
Ejemplo de asociación de resistencia 2	70	232	54	22	Problema	351	circuitos
Ejemplo 2 de asociación de resistencias paralelas	60	140	54	17	Problema	355	circuitos
Problemas Circ81PAC1	66	198	328	23	Problema	492	circuitos
Problemas Circ80 PAC1 parte 2	101	184	73	72	Problema	559	circuitos
Ejemplo de resolución de un circuito con QUCS	95	373	170	39	Problema	622	circuitos
La carga eléctrica	135	187	130	75	Teoría	235	electroestática
Fuerza y campo electrostático	142	116	132	106	Teoría	346	electroestática
Concepto de flujo	61	56	32	27	Teoría	133	electroestática
Teorema de gauss	107	152	94	89	Teoría	393	electroestática
Potencial de una carga con referencia al infinito	77	123	140	35	Teoría	310	electroestática
Superficie equipotencial	47	83	46	37	Teoría	368	electroestática
Cálculo de F y E	162	235	166	89	Problema	192	electroestática
Cálculo de campo y fuerza electrostática	192	438	216	133	Problema	885	electroestática
Campo eléctrico creado por dos partículas en un punto P	109	219	168	94	Problema	675	electroestática
Campo eléctrico creado por dos cargas a lo largo de su eje.	101	154	142	86	Problema	680	electroestática
Campo eléctrico creado por una barra en su eje perpendicular.	89	254	99	80	Problema	792	electroestática

Fuerza electrostática de una barra sobre una carga	72	163	65	26	Problema	192	electroestática
Fuerza electrostática de una barra sobre otra	51	104	50	27	Problema	409	electroestática
Aplicación del teorema de Gauss	103	358	225	66	Problema	405	electroestática
Campo eléctrico creado por dos esferas concéntricas en todo el espacio.	101	302	142	41	Problema	765	electroestática
Potencial de dos esferas concéntricas en todo el espacio	59	101	115	17	Problema	763	electroestática
Potencia de un sistema de 3 cargas	52	95	93	12	Problema	325	electroestática
Representación grafica	36	95	110	116	Teoría	189	mecánica
Tipos de movimiento	25	50	59	67	Teoría	236	mecánica
Posición deslizando	13	17	29	25	Teoría	164	mecánica
Sistemas de referencia	12	27	31	29	Teoría	296	mecánica
Descripción movimiento circular	8	34	40	38	Teoría	246	mecánica
Ejemplo de problema de movimiento circular	8	42	63	48	Problema	273	mecánica
Las 3 leyes de Newton	13	64	102	71	Teoría	262	mecánica
Problema de dinámica básica	11	58	62	66	Problema	203	mecánica
Plano inclinado	8	77	83	81	Teoría	460	mecánica
Poleas con plano inclinado doble	10	105	69	110	Problema	591	mecánica
Cambios en el sistema de referencia	10	35	60	39	Teoría	472	mecánica
Rotación del eje	10	23	35	29	Teoría	600	mecánica
Transformación de sistemas de referencia	6	25	24	29	Teoría	258	mecánica
ULM	14	41	25	48	Teoría	204	mecánica
Método de ejercicio cinemático	16	44	97	52	Problema	502	mecánica
Ejemplo de ULM, parte 1	11	25	50	34	Problema	249	mecánica
Ejemplo de ULM Part2	10	29	43	33	Problema	237	mecánica
Representación ULM	7	22	29	27	Teoría	459	mecánica
AULM	12	104	128	110	Teoría	494	mecánica
Grafismo de velocidad relativa	8	49	79	53	Teoría	437	mecánica
Velocidad relativa	6	17	37	22	Teoría	437	mecánica
Cálculo de productos vectoriales	37	94	67	114	Teoría	261	magnetoestática
Autoinducción	9	44	35	47	Teoría	499	magnetoestática
Cálculo del campo magnético creado por un cable infinito en todo el espacio.	55	190	189	214	Problema	833	magnetoestática
Campo creado por un cable grueso con densidad de corriente	13	63	70	72	Problema	463	magnetoestática

Campo magnético	45	241	159	259	Problema	729	magnetoestática
Campo magnético creado por una espiral.	34	197	145	205	Problema	1105	magnetoestática
Campo magnético que crea una bobina infinita.	24	187	159	198	Problema	623	magnetoestática
Circulación del campo magnético	25	360	74	370	Teoría	400	magnetoestática
Ejemplos de transformadores	4	20	19	22	Problema	184	magnetoestática
Energía magnética de un sistema de dos bobinas	6	42	34	46	Problema	554	magnetoestática
Flujo magnético a través de una superficie	21	44	49	52	Teoría	340	magnetoestática
Inductancia mutua	7	10	6	14	Teoría	330	magnetoestática
Ley de Faraday-Lenz	50	134	166	155	Teoría	446	magnetoestática
Problema del alternador	20	52	39	63	Problema	239	magnetoestática
Problema de rieles	25	629	185	594	Problema	350	magnetoestática
Producto vectorial	46	213	133	226	Teoría	199	magnetoestática
Teorema de Ampère	49	129	200	154	Teoría	254	magnetoestática
Transformador	4	35	33	36	Teoría	205	magnetoestática

#### Anexo A.4. Acceso a los vídeos utilizados durante la elaboración de esta tesis.

Los vídeos utilizados en la elaboración de esta tesis pueden ser consultados en la siguiente dirección web:

<http://eimtserv.uoc.edu/eimtfisica/>



# Referencias

---

- Afify, M. (2020). Effect of interactive video length within e-learning environments on cognitive load, cognitive achievement and retention of learning. *The Turkish Online Journal of Distance Education*, 21, 68–89.
- Aleknavičiūtė, V. (2020). Mokomieji filmukai apie augalus iš VDU Botanikos sodo mokymui(si) ne klasėje.
- Almeida, C., & Almeida, P. (2018). Educational Online Video: Opportunities And Barriers to Integrate It in the Entertainment Consumption Routines. In *Proceedings of the 2018 ACM International Conference on Interactive Experiences for TV and Online Video* (pp. 185–190). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3210825.3213563>
- Almutairi, F. (2018). *An investigation of the use of student-generated digital video to support students' engagement in their own learning*. University of Southampton. Retrieved from <https://eprints.soton.ac.uk/419582/>
- Alonzo, A. C., & von Aufschnaiter, C. (2018). Moving Beyond Misconceptions: Learning Progressions as a Lens for Seeing Progress in Student Thinking. *The Physics Teacher*, 56(7), 470–473. <https://doi.org/10.1119/1.5055332>
- Altinpulluk, H., Kilinc, H., Firat, M., & Yumurtaci, O. (2020). videos on the cognitive load , satisfaction , engagement ,. *Journal of Computers in Education*, 7(2), 155–182. <https://doi.org/10.1007/s40692-019-00151-7>
- Ardisara, A., & Fung, F. M. (2018). Integrating 360° Videos in an Undergraduate Chemistry Laboratory Course. *Journal of Chemical Education*, 95(10), 1881–1884. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00143>
- Argaw, A. S., Haile, B. B., Ayalew, B. T., & Kuma, S. G. (2017). The Effect of Problem Based Learning (PBL) Instruction on Students' Motivation and Problem Solving Skills of Physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(3), 857–871. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00647a>
- Aristovnik, A., Keržič, D., Ravšelj, D., Tomaževič, N., & Umek, L. (2020). Impacts of the COVID-19 Pandemic on Life of Higher Education Students: A Global Perspective. *Sustainability* . <https://doi.org/10.3390/su12208438>
- Aydin, S., & Er, F. (2019). An Investigation of Drop-out in Open and Distance Education. *Educational Sciences Theory & Practice*, 19(2), 40–57. <https://doi.org/10.12738/estp.2019.2.003>
- Bevins, S., & Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17–29. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1124300>
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1997). Statistics notes: Cronbach's alpha. *BMJ*, 314(7080), 572. <https://doi.org/10.1136/bmj.314.7080.572>

- Booth, J. L., McGinn, K. M., Barbieri, C., Begolli, K. N., Chang, B., Miller-Cotto, D., ... Davenport, J. L. (2017). Chapter 13 - Evidence for Cognitive Science Principles that Impact Learning in Mathematics. In D. C. Geary, D. B. Berch, R. J. Ochsendorf, & K. M. Koepke (Eds.), *Acquisition of Complex Arithmetic Skills and Higher-Order Mathematics Concepts* (pp. 297–325). San Diego: Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805086-6.00013-8>
- Brame, C. J. (2016). Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content. *CBE Life Sciences Education*, 15(4). <https://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0125>
- Brownell, M. T. (2020). Advocating for Lifelong Learning, Professional Development, and Support. *TEACHING Exceptional Children*, 53(3), 180–182. <https://doi.org/10.1177/0040059920976067>
- Buchner, J. (2018). How to create Educational Videos : So gelingen Lernvideos : *Open Online Journal for Research and Education*, (#12, September), 1–10.
- Bulmer, M. (1976). Introduction to Qualitative Research Methods. *The British Journal of Sociology*, 27(4), 510–511. <https://doi.org/10.2307/590191>
- Cagliero, L., Farinetti, L., Mezzalama, M., Venuto, E., & Baralis, E. (2017). Educational video services in universities: A systematic effectiveness analysis. In *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1–9). <https://doi.org/10.1109/FIE.2017.8190709>
- Cambruzzi, W. L., Rigo, S. J., & Barbosa, J. L. V. (2015). Dropout Prediction and Reduction in Distance Education Courses with the Learning Analytics Multitrail Approach. *J. Univers. Comput. Sci.*, 21(1), 23–47. Retrieved from [http://www.jucs.org/jucs\\_21\\_1/dropout\\_prediction\\_and\\_reduction](http://www.jucs.org/jucs_21_1/dropout_prediction_and_reduction)
- Choe, R. C., Sciric, Z., Eshkol, E., Cruser, S., Arndt, A., Cox, R., ... Crosbie, R. H. (2019). Student Satisfaction and Learning Outcomes in Asynchronous Online Lecture Videos. *CBE—Life Sciences Education*, 18(4), ar55. <https://doi.org/10.1187/cbe.18-08-0171>
- Choi, J., Han, J., Hyun, W., Lim, H., Huh, S. Y., Park, S., & Suh, B. (2019). Leveraging Smartwatches to Estimate Students’ Perceived Difficulty and Interest in Online Video Lectures. In *Proceedings of the 2019 11th International Conference on Education Technology and Computers* (pp. 171–175). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3369255.3369291>
- Colthorpe, K., Sharifirad, T., Ainscough, L., Anderson, S., & Zimbardi, K. (2018). Prompting undergraduate students’ metacognition of learning: implementing ‘meta-learning’ assessment tasks in the biomedical sciences. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 43(2), 272–285. <https://doi.org/10.1080/02602938.2017.1334872>
- Costley, J., Fanguy, M., Lange, C., & Baldwin, M. (2020). The effects of video lecture viewing strategies on cognitive load. *Journal of Computing in Higher Education*. <https://doi.org/10.1007/s12528-020-09254-y>
- Darlington, E., & Bowyer, J. (2017). Engineering undergraduates’ views of A-level Mathematics and Further Mathematics as preparation for their degree. *Teaching Mathematics and Its Applications: An International Journal of the IMA*, 36(4), 200–216. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrw020>
- DataCamp, I. (n.d.). Data Camp. Retrieved February 15, 2021, from <https://www.datacamp.com/>
- de Lima Lopes, J., Negrão Baptista, R. C., Takao Lopes, C., Bertelli Rossi, M., Swanson, E. A., & Bottura Leite de Barros, A. L. (2019). Efficacy of a video during bed bath simulation on improving the performance of psychomotor skills of nursing undergraduates: A randomized clinical trial.

*International Journal of Nursing Studies*, 99, 103333.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2019.04.001>

- Delgado, F. (2021). Teaching Physics for Computer Science Students in Higher Education During the COVID-19 Pandemic: A Fully Internet-Supported Course. *Future Internet*, 13(2).  
<https://doi.org/10.3390/fi13020035>
- DeVore, S., Marshman, E., & Singh, C. (2017). Challenge of engaging all students via self-paced interactive electronic learning tutorials for introductory physics. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1), 10127. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010127>
- Dias, L. L., Barrère, E., & de Souza, J. F. (2020). The impact of semantic annotation techniques on content-based video lecture recommendation. *Journal of Information Science*, 0165551520931732. <https://doi.org/10.1177/0165551520931732>
- Dong, C., Kumar, N. S., Rajaratnam, V., & Kowitlawakul, Y. (2015). How Health Profession Educators Produced Videos: Three Examples. *Medical Science Educator*, 25(4), 383–386.  
<https://doi.org/10.1007/s40670-015-0170-2>
- Dortaj, F., & Allahkarami, A. (2020). The Impact of Using the Reverse Learning Approach on Educational Goals and Lifelong Learning. *Iranian Journal of Learning and Memory*, 3(9), 41–51.  
<https://doi.org/10.22034/iepa.2020.244491.1199>
- Elçiçek, M., & Karal, H. (2020). A framework proposal for the design of video-assisted online learning environments for programming teaching. *Elementary Education Online*, 19(3), 1820–1837.
- Faulconer, E. K., Griffith, J., Wood, B., Acharyya, S., & Roberts, D. (2018). A Comparison of Online, Video Synchronous, and Traditional Learning Modes for an Introductory Undergraduate Physics Course. *Journal of Science Education and Technology*, 27(5), 404–411.  
<https://doi.org/10.1007/s10956-018-9732-6>
- Fojtik, R. (2018). Problems of Distance Education. *International Journal of Information and Communication Technologies in Education*, 7(1), 14–23.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.2478/ijicte-2018-0002>
- García, Víctor, Perez-Navarro, A., & Conesa, J. (2018). How Science University Students use the Video in their Learning Process? In *European Distance and E-Learning Network* (pp. 84–92). Barcelona.
- García, Víctor, Perez-Navarro, A., & Conesa, J. (2015). Analysis of the kind of videos and their utility in physics subjects in virtual and blended environments. In *EDULEARN15 Proceedings*. ES. Retrieved from <https://library.iated.org/view/GARCIAHERNANDEZ2015ANA>
- Giordano, L., Cipollaro, L., Migliorini, F., & Maffulli, N. (2020). Impact of Covid-19 on undergraduate and residency training. *The Surgeon*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.surge.2020.09.014>
- Greiff, S., Niepel, C., Scherer, R., & Martin, R. (2016). Computers in Human Behavior Understanding students' performance in a computer-based assessment of complex problem solving: An analysis of behavioral data from computer-generated log files. *Computers in Human Behavior*, 61, 36–46.  
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.02.095>
- Grigoropoulos, A. K., & Ioannidis, G. S. (2019). Primary School Student Ideas on Optics and Vision as Part of a Constructivist Teaching Involving Streaming Educational Video-Clips and ICT BT - The Challenges of the Digital Transformation in Education. In M. E. Auer & T. Tsiatsos (Eds.) (pp. 803–814). Cham: Springer International Publishing.
- Grosser, J., Bientzle, M., & Kimmerle, J. (2020). A Literature Review on the Foundations and Potentials

of Digital Teaching Scenarios for Interprofessional Health Care Education. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103410>

- Guo, P. J., Kim, J., & Rubin, R. (2014). How Video Production Affects Student Engagement: An Empirical Study of MOOC Videos. In *Proceedings of the First ACM Conference on Learning @ Scale Conference* (pp. 41–50). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2556325.2566239>
- Hasan, R., Palaniappan, S., Mahmood, S., & Abbas, A. (2020). Predicting Student Performance in Higher Educational Institutions Using Video Learning Analytics and Data Mining Techniques. *Applied Sciences*, *10*(11), 3894. <https://doi.org/10.3390/app10113894>
- He, J. S., Ji, S., & Bobbie, P. O. (2017). Internet of Things (IoT)-Based Learning Framework to Facilitate STEM Undergraduate Education. In *Proceedings of the SouthEast Conference* (pp. 88–94). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3077286.3077321>
- Hernández Carrera, R. M. (2014). La investigación cualitativa a través de entrevistas: su análisis mediante la teoría fundamentada. *Cuestiones Pedagógicas. Revista de Ciencias de La Educación*, *0*(23 SE-Miscelánea), 187–210. Retrieved from <https://revistascientificas.us.es/index.php/Cuestiones-Pedagogicas/article/view/9815>
- Hobbs, R., & Friesem, Y. (2019). The creativity of imitation in remake videos. *E-Learning and Digital Media*, *16*(4), 328–347. <https://doi.org/10.1177/2042753019835556>
- Jimenez, R. (2017). Constructing Knowledge via Digital Video – A Literature Review. In P. Resta & S. Smith (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2017* (pp. 356–361). Austin, TX, United States: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Retrieved from <https://www.learntechlib.org/p/177860>
- Khan, M. L. (2017). Social media engagement: What motivates user participation and consumption on YouTube? *Computers in Human Behavior*, *66*, 236–247. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.09.024>
- Kleftodimos, A., & Evangelidis, G. (2018). Augmenting educational videos with interactive exercises and knowledge testing games. In *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 872–877). <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363322>
- Koumi, J. (2006). *Designing Video and Multimedia for Open and Flexible Learning*. London. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9780203966280>
- Kulgemeyer, C. (2020). A Framework of Effective Science Explanation Videos Informed by Criteria for Instructional Explanations. *Research in Science Education*, *50*(6), 2441–2462. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9787-7>
- Kulgemeyer, C., Borowski, A., Buschhüter, D., Enkrott, P., Kempin, M., Reinhold, P., ... Vogelsang, C. (2020). Professional knowledge affects action-related skills: The development of preservice physics teachers' explaining skills during a field experience. *Journal of Research in Science Teaching*, *57*(10), 1554–1582. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tea.21632>
- Kusdiastuti, M., Gunawan, G., Harjono, A., Nisyah, M., & Herayanti, L. (2020). Development of guided inquiry learning tools combined with advance organizer to increase students' understanding of physics concept. *Journal of Physics: Conference Series*, *1521*, 22014. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/2/022014>

- Laaser, W., & Toloza, E. A. (2017). The Changing Role of the Educational Video in Higher Distance Education. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 18(2). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v18i2.3067>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 33(1), 159–174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Lin, S.-Y., Aiken, J. M., Seaton, D. T., Douglas, S. S., Greco, E. F., Thoms, B. D., & Schatz, M. F. (2017). Exploring physics students' engagement with online instructional videos in an introductory mechanics course. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 20138. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020138>
- LinkedIn. (n.d.). LinkedIn Learning. Retrieved March 1, 2021, from <https://www.linkedin.com/learning>
- Liu, T. (2019). Learning Difficulties in Theoretical Physics and Teaching Reform Strategies. *Modern Applied Science*, 13(11), 97–102. <https://doi.org/10.5539/mas.v13n11p97>
- Loch, B., Jordan, C. R., Lowe, T. W., & Mestel, B. D. (2014). Do screencasts help to revise prerequisite mathematics? An investigation of student performance and perception. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 45(2), 256–268. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2013.822581>
- Luu, N. N., Yver, C. M., Douglas, J. E., Tasche, K. K., Thakkar, P. G., & Rajasekaran, K. (2021). Assessment of YouTube as an Educational Tool in Teaching Key Indicator Cases in Otolaryngology During the COVID-19 Pandemic and Beyond: Neck Dissection. *Journal of Surgical Education*, 78(1), 214–231. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2020.06.019>
- Mair, P., & Wilcox, R. (2020). Robust statistical methods in R using the WRS2 package. *Behavior Research Methods*, 52(2), 464–488. <https://doi.org/10.3758/s13428-019-01246-w>
- Marshall, J. C., Smart, J. B., & Alston, D. M. (2017). Inquiry-Based Instruction: A Possible Solution to Improving Student Learning of Both Science Concepts and Scientific Practices. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(5), 777–796. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9718-x>
- Marshman, E., & Singh, C. (2017). Investigating and improving student understanding of quantum mechanics in the context of single photon interference. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1), 10117. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010117>
- Mason, A., & Singh, C. (2016). Using categorization of problems as an instructional tool to help introductory students learn physics. *Physics Education*, 51(2), 25009. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/51/2/025009>
- McGlamery, S., & Lentfer, V. (2017). Developing Strategic Competence in the Service of Inquiry Teaching: Assisting Pre-service Elementary Teachers to Use Inquiry to Achieve Strategic Competence in Science Learning. *Journal of Curriculum, Teaching, Learning and Leadership in Education*, 2(2). Retrieved from <https://digitalcommons.unomaha.edu/ctlle/vol2/iss2/2>
- McMillan, J. (2018). University community engagement and lifelong learning: the porous university. *International Journal of Lifelong Education*, 37(6), 769–772. <https://doi.org/10.1080/02601370.2018.1459020>
- McPadden, D., & Brewes, E. (2017). Impact of the second semester University Modeling Instruction course on students' representation choices. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 20129. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020129>

- Mohd Zaid, H., & Zainuddin, A. (2017). A Study on Foundation Students' Misconceptions in Projectile motion and free fall (pp. 693–696). <https://doi.org/10.1109/WEEF.2017.8467057>
- Mudau, A. V. (2016). The Classroom Practice Diagnostic Framework: A Framework to Diagnose Teaching Difficulties of a Science Topic. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(11), 2797–2815. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.02305a>
- Nagy, J. T. (2018). Evaluation of Online Video Usage and Learning Satisfaction: An Extension of the Technology Acceptance Model. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 19(1). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i1.2886>
- National Academies of Sciences, Engineering, and M. (2017). *Undergraduate Research Experiences for STEM Students: Successes, Challenges, and Opportunities*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/24622>
- Niemi, H., Niu, S. J., Li, B., & Vivitsou, M. (2019). Supporting Student Learning Toward Twenty-First-Century Skills Through Digital Storytelling BT - Shaping Future Schools with Digital Technology: An International Handbook. In S. Yu, H. Niemi, & J. Mason (Eds.) (pp. 95–112). Singapore: Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-9439-3\\_6](https://doi.org/10.1007/978-981-13-9439-3_6)
- Oddone, K. (2019). *Teachers' experience of professional learning through personal learning networks*. Queensland University of Technology. <https://doi.org/10.5204/thesis.eprints.127928>
- Ouwehand, K., van Gog, T., & Paas, F. (2015). Designing effective video-based modeling examples using gaze and gesture cues. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(4), 78–88.
- Park, M., & Liu, X. (2019). An Investigation of Item Difficulties in Energy Aspects Across Biology, Chemistry, Environmental Science, and Physics. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9819-y>
- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45–77. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/40398896>
- Perez-navarro, A., Garcia, V., & Conesa, J. (2021). Students' Behavior and Perceptions Regarding Complementary Videos for Introductory Physics Courses in an Online Environment. *Applied Sciences*, 11(2), 523.
- Perez-Navarro, A, Conesa, J., Santanach, F., Garreta, M., & Valls, A. (2012). Present@: A virtual environment for dissertation defense. In *2012 Frontiers in Education Conference Proceedings* (pp. 1–6). <https://doi.org/10.1109/FIE.2012.6462299>
- Perez-Navarro, A, Conesa, J., Santanach, F., & Valls, A. (2012). PRESENT@ an environment for virtual dissertations in final degree projects. In *EDULEARN12 Proceedings* (pp. 2384–2393). IATED.
- Perez-Navarro, Antoni, Garcia, V., & Aymerich, M. M. (2016). Evolving Materials for the Flipped E-Classroom. In *European Distance and E-Learning Network* (p. 110). Budapest.
- Perez-Navarro, Antoni, García, V., & Conesa, J. (2021). Students perception of videos in introductory physics courses of engineering in face-to-face and online environments. *Multimedia Tools and Applications*, 80(1), 1009–1028. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11042-020-09665-0>
- Peters, M. (2019). *Lifelong Learning Ecologies in Online Higher Education : The Contribution of*.
- Pirhonen, J., & Rasi, P. (2017). Student-generated instructional videos facilitate learning through positive emotions. *Journal of Biological Education*, 51(3), 215–227.

<https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1200647>

- Postlethwaite, K., & Skinner, N. (2017). Educating New Secondary School Physics Teachers BT - Designing and Teaching the Secondary Science Methods Course: An International Perspective. In A. J. Sickel & S. B. Witzig (Eds.) (pp. 171–187). Rotterdam: SensePublishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6300-881-5\\_10](https://doi.org/10.1007/978-94-6300-881-5_10)
- Reddy, M. V. B. (2017). Students Problem-Solving Difficulties and Implications in Physics : An Empirical Study on Influencing Factors, 8(14), 59–62.
- Rengel, R., Pascual, E., Íñiguez-de-la-Torre, I., Martín, M. J., & Vasallo, B. G. (2019). Experiences on the Design, Creation, and Analysis of Multimedia Content to Promote Active Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 28(5), 445–451. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09777-9>
- Retnawati, H., Arlinwibowo, J., Wulandari, N. F., & Pradani, R. G. (2018). TEACHERS' DIFFICULTIES AND STRATEGIES IN PHYSICS TEACHING AND LEARNING THAT APPLYING MATHEMATICS. *Journal of Baltic Science Education*, 17, Continuous. <https://doi.org/https://doi.org/10.33225/jbse/18.17.120>
- Ripoll, V., Godino-Ojer, M., & Calzada, J. (2021). WITHDRAWN: Teaching Chemical Engineering to Biotechnology students in the time of COVID-19: Assessment of the adaptation to digitalization. *Education for Chemical Engineers*, 34, 94–105. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ece.2020.11.005>
- Russ, R. S., & Odden, T. O. B. (2017). Intertwining evidence- and model-based reasoning in physics sensemaking: An example from electrostatics. *Physical Review Physics Education Research*, 13(2), 20105. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020105>
- Saouma, D., Bahous, R., Natout, M., & Nabhani, M. (2018). Figures of speech in the physics classroom: a process of conceptual change. *Research in Science & Technological Education*, 36(3), 375–390. <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1438388>
- Sari, W. N., Samosir, B. S., Sahara, N., Agustina, L., & Anita, Y. (2020). Learning Mathematics “Asyik” with Youtube Educative Media. *Journal of Physics: Conference Series*, 1477, 22012. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1477/2/022012>
- Scott M., L. (2013). *Using statistics in social research*. New York, NY, USA: Springer New York.
- Seid, G. (2016). Procedimientos para el análisis cualitativo de entrevistas. Una propuesta didáctica. In *V Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales*. Retrieved from [http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.8585/ev.8585.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8585/ev.8585.pdf)
- Shi, C., Fu, S., Chen, Q., & Qu, H. (2014). VisMOOC: Visualizing video clickstream data from massive open online courses. In *2014 IEEE Conference on Visual Analytics Science and Technology (VAST)* (pp. 277–278). <https://doi.org/10.1109/VAST.2014.7042528>
- Shoufan, A. (2019). What motivates university students to like or dislike an educational online video? A sentimental framework. *Computers & Education*, 134, 132–144. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.008>
- Stahle, L., & Wold, S. (1989). Analysis of variance (ANOVA). *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 6(4), 259–272. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0169-7439\(89\)80095-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0169-7439(89)80095-4)
- Starks, H., & Brown Trinidad, S. (2007). Choose Your Method: A Comparison of Phenomenology, Discourse Analysis, and Grounded Theory. *Qualitative Health Research*, 17(10), 1372–1380.

<https://doi.org/10.1177/1049732307307031>

- Tella, A., Bode-Obanla, O., & Sulyman Age, A. (2020). The perspective of undergraduate students on information needs and seeking behavior through YouTube. *Journal of Electronic Resources Librarianship*, 32(2), 94–109. <https://doi.org/10.1080/1941126X.2020.1739826>
- Terziev, V. (2017). Opportunities of Application of Continuous Training As Internal Training in Modern Organizations. In *3rd International Conference on Advanced Research in Business and Social Sciences* (pp. 228–235). Malaysia. Retrieved from <https://ssrn.com/abstract=3153465>
- Tiruneh, D. T., De Cock, M., Weldeslassie, A. G., Elen, J., & Janssen, R. (2017). Measuring Critical Thinking in Physics: Development and Validation of a Critical Thinking Test in Electricity and Magnetism. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(4), 663–682. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9723-0>
- Vaganova, O., Rudenko, I., Markova, S., Smirnova, Z., & Kutepov, M. (2019). The use of educational video materials in educational process of a higher educational institution. *Amazonia Investiga*, 8(22 SE-Articles). Retrieved from <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/308>
- Voronkin, O. (2019). Educational Video in the University: Instruments, Technologies, Opportunities and Restrictions. BT - Proceedings of the 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume I: Main Conference, Kherson, Ukraine, June 12-15, 2019. Retrieved from <http://ceur-ws.org/Vol-2387/20190302.pdf>
- Wang, J., Antonenko, P., & Fieldman, E. (2017). Instructor Presence, Visual Attention, and Learning in Educational Video: Content Difficulty Matters. *Journal of Vision*, 17(10), 891. <https://doi.org/10.1167/17.10.891>
- Weaver, J. P., Chastain, R. J., DeCaro, D. A., & DeCaro, M. S. (2018). Reverse the routine: Problem solving before instruction improves conceptual knowledge in undergraduate physics. *Contemporary Educational Psychology*, 52, 36–47. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.12.003>
- Westfall, R., Millar, M., & Walsh, M. (2016). Effects of Instructor Attractiveness on Learning. *The Journal of General Psychology*, 143(3), 161–171. <https://doi.org/10.1080/00221309.2016.1200529>
- Wold, S., Esbensen, K., & Geladi, P. (1987). Principal component analysis. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 2(1), 37–52. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0169-7439\(87\)80084-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0169-7439(87)80084-9)
- Yassine, S., Kadry, S., & Sicilia, M. A. (2020). Statistical Profiles of Users ' Interactions with Videos in Large Repositories : Mining of Khan Academy Repository. *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, 14(5), 2101–2121. <https://doi.org/10.3837/tiis.2020.05.013>
- Zalewski, J., Novak, G., & Carlson, R. E. (2019). An Overview of Teaching Physics for Undergraduates in Engineering Environments. *Education Sciences* . <https://doi.org/10.3390/educsci9040278>
- Zaneldin, E., & Ahmed, W. (2018, November 9). Assessing the Impact of Using Educational Videos in Teaching Engineering Courses. <https://doi.org/10.1115/IMECE2018-88216>
- Zhang, P., Ding, L., & Mazur, E. (2017). Peer Instruction in introductory physics: A method to bring about positive changes in students' attitudes and beliefs. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.*, 13(1), 10104. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010104>
- Zhou, C. (2020). Lessons from the unexpected adoption of online teaching for an undergraduate

genetics course with lab classes. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 48(5), 460–463.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/bmb.21400>

Zuza, K., van Kampen, P., De Cock, M., Kelly, T., & Guisasola, J. (2018). Introductory university physics students' understanding of some key characteristics of classical theory of the electromagnetic field. *Physical Review Physics Education Research*, 14(2), 20117.  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.020117>