

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE EDUCACIÓN



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

Implementación de videos como recurso didáctico en las prácticas de laboratorio de Física 2 en la unidad de Estudios Generales Ciencias de la Pontificia Universidad Católica del Perú

Tesis para optar por el Título de Licenciada en Educación con especialidad en Física y Química que presenta la bachiller.

Ana Paula Galarreta Asian

Asesora: Mag. Patrizia Pereyra

San Miguel, Mayo de 2016

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a mi madre, Nancy, ya que sin su apoyo y palabras de motivación, este trabajo no hubiese sido posible. También a mi hermana, Betty, quien, al contarme sobre sus experiencias, me brindó la idea para realizar este proyecto de innovación.

También me gustaría agradecer a mi asesora de tesis, la profesora Patrizia Pereyra, quien apoyó la propuesta desde un comienzo y me guió durante todo el proceso. Asimismo, a las autoridades de Estudios Generales Ciencias, en especial al Decano Carlos Pizarro, por posibilitar el desarrollo del proyecto y brindarnos los recursos necesarios para que se lleve a cabo.

Asimismo quiero agradecer al Técnico Gerardo Domínguez y a mi amigo Juan Calderón, quienes me proporcionaron su apoyo antes y durante las grabaciones. Igualmente, a los jefes de práctica de laboratorio, quienes colaboraron enormemente al brindar su opinión sobre los videos realizados.

Finalmente, a las integrantes del Gabinete de Apoyo Académico que se encargaron de la grabación y edición de los videos: Noelia Crispín, Carolina Vilela, Silvana Alarcón y Alejandra Napurí. Gracias a todas por su dedicación.

RESUMEN

El curso de Física 2 es un curso obligatorio para todos los alumnos de la unidad de Estudios Generales Ciencias en la PUCP, con una población de más de 600 alumnos por ciclo. Este curso cuenta con prácticas de laboratorio, distribuidas en seis sesiones, cuyo objetivo es el de consolidar los conocimientos adquiridos en clase mediante la experimentación.

Para cada práctica de laboratorio, se pone a disposición de los alumnos una guía de laboratorio, la cual deberán estudiar para poder rendir una prueba de entrada. Asimismo, los alumnos reciben una exposición por parte de su jefe de práctica (después de la prueba de entrada), la cual puede variar en duración y contenidos. Ante esto, surge la necesidad de uniformizar la información que reciben los alumnos.

Se propuso la elaboración de videos demostrativos complementarios a las guías de laboratorio de Física 2, los cuales buscan uniformizar la información brindada a los alumnos de este curso masivo. Estos videos están a disposición del alumno en conjunto con la guía de laboratorio, con lo que se espera que su percepción del mismo, así como sus notas, mejoren. Se realizaron encuestas y análisis de las notas a los alumnos para medir el impacto de la implementación de este proyecto.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	III
ÍNDICE	IV
INTRODUCCIÓN	VIII
1. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES DEL PROCESO DE INNOVACIÓN.....	1
1.1 La Pontificia Universidad Católica del Perú	1
1.1.1 Modelo educativo PUCP	1
1.1.2 Servicios.....	2
1.1.2.1 Dirección de Informática Académica.....	3
1.1.2.2 La Dirección de Comunicación Institucional.....	3
1.2 Los Estudios Generales Ciencias	4
1.3 El curso de Física 2	5
1.3.1 Descripción del programa.....	5
1.3.2 Evaluación.....	6
1.3.2.1 Prácticas de laboratorio.....	6
1.3.2.2 Fortalezas de las prácticas de laboratorio	7
1.3.2.3 Dificultades observadas durante las prácticas de laboratorio	7
1.3.2.4 Oportunidades de mejora en las sesiones práctica de laboratorio.....	9
1.3.2.5 Percepción de los alumnos de Física 2 sobre las prácticas de laboratorio ...	9
1.4 Propuesta de elaboración de videos educativos de laboratorio.....	12

1.4.1 Justificación.....	12
1.4.2 Antecedentes	12
1.4.3 Viabilidad.....	13
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	15
2.1 Formas de instrucción.....	15
2.1.1 Instrucción expositiva	15
2.1.2 Instrucción interrogativa	16
2.1.3 Instrucción por conversación libre	16
2.2 Estrategia de instrucción.....	16
2.2.1 Actividades preparatorias.....	17
2.2.2 Exposición de conocimientos.	17
2.2.3 Participación de los estudiantes.	18
2.2.4 Evaluación.....	18
2.2.5 Actividades complementarias.....	18
2.3 Motivación de los alumnos.....	19
2.4 Tecnologías para la Información y Comunicación.....	20
2.4.1 Clasificación de las TICs	22
2.5 Tecnologías para la Información y Comunicación en la educación	23
2.5.1 Ventajas del uso de las TICs en la educación	23
2.5.2 Enseñanza e innovación educativa	25
2.5.3 Incorporación de las TIC en la educación.....	26
2.6 El video educativo.....	27
2.6.1 El video educativo como producción audiovisual.....	28
2.6.2 El uso de videos para el aprendizaje en laboratorio	29
2.6.3 Dificultades en la elaboración de videos educativos.....	31
3. DISEÑO DEL PROYECTO	33
3.1 Título del proyecto	33

3.2 Descripción del proyecto	33
3.2.1 Lugares en el que se realizará el proyecto	34
3.2.2 Beneficiarios del proyecto.....	35
3.2.2.1 Alumnos del curso de Física 2:.....	35
3.2.2.2 Jefes de práctica de laboratorio de Física 2:.....	35
3.3 Objetivos del Proyecto de Innovación	36
3.3.1 Elaboración e implementación de videos instructivos	36
3.3.1.1 Aumentar la motivación de los alumnos	36
3.3.1.2 Favorecer la comprensión del experimento por parte de los alumnos	36
3.3.1.3 Brindar mayor claridad sobre el uso de herramientas computacionales para recolectar y analizar datos	37
3.3.1.4 Uniformizar la información brindada a los alumnos del curso	37
3.3.2 Estudio del impacto de los videos en las notas y percepción de los alumnos	37
3.3.2.1 Análisis de notas de prácticas de laboratorio.....	37
3.3.2.2 Estudio de la percepción de los alumnos con respecto a los videos.....	38
3.4 Estrategias y actividades a realizar	38
3.4.1 Elaboración de la primera versión del guión	38
3.4.2 Reserva de ambientes y equipos.....	38
3.4.3 Grabación de video	39
3.4.4 Grabación de capturas de pantalla	39
3.4.5 Elaboración de la segunda versión del guión.....	40
3.4.6 Grabación de la voz en off.....	40
3.4.7 Edición de la primera versión del video	41
3.4.8 Primer visionado de la coordinadora y la tesista.....	41
3.4.9 Edición de las correcciones	42
3.4.10 Segundo visionado de la coordinadora y la tesista	42
3.4.11 Presentación oficial del video	42

3.4.12 Encuestas de percepción	43
3.4.13 Análisis de notas y encuestas	43
3.5 Recursos humanos	43
3.6 Monitoreo y evaluación.....	43
3.7 Sostenibilidad.....	45
3.8 Presupuesto	46
3.9 Cronograma.....	47
4. CONCLUSIONES	48
4.1 Evaluación del proyecto	50
4.1.1 Resultados de las encuestas.....	50
4.1.2 Análisis de notas de prácticas de laboratorio de los alumnos.....	53
4.2 Alcance del proyecto	54
5. RECOMENDACIONES	57
FUENTES CONSULTADAS	60
APÉNDICE 1: EJEMPLO DE GUIÓN PARA EL VIDEO DE LABORATORIO SOBRE LA LEY DE BOYLE	64

INTRODUCCIÓN

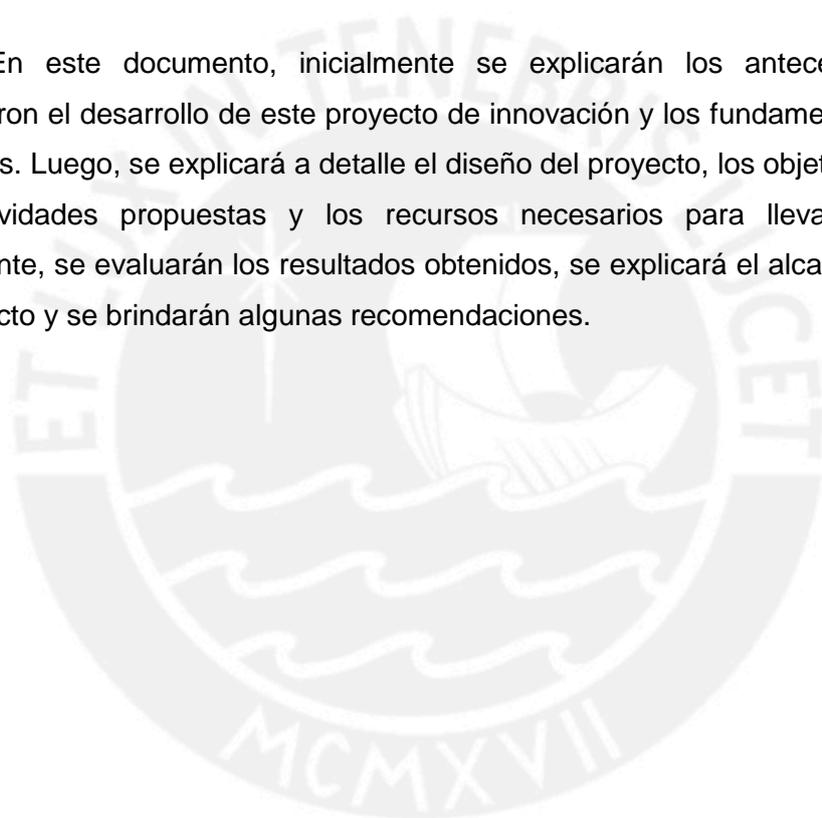
Esta tesis es un proyecto de innovación en el que se propone la implementación de videos como recurso didáctico en los laboratorios de Física 2 en la unidad de Estudios Generales Ciencias de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Como parte de su formación universitaria, los alumnos de especialidades de ciencias e ingeniería de la Pontificia Universidad del Perú deben cursar cuatro semestres en Estudios Generales Ciencias. En esta etapa llevarán tres cursos de física general, siendo el segundo de estos el curso de Física 2, en el que serán evaluados mediante exámenes, prácticas calificadas y prácticas de laboratorio. El desarrollo de este proyecto se centrará en la última forma de evaluación mencionada.

Hasta el semestre 2014-0, durante las prácticas de laboratorio los alumnos de Física 2 recibían una explicación introductoria por parte de su jefe de práctica, en la que se exponía el procedimiento experimental a realizar durante el laboratorio. Este procedimiento se encuentra detallado también en la guía de laboratorio, la cual se pone a disposición de los alumnos una semana antes de la sesión práctica. Sin embargo, ya que se tiene un gran número de comisiones, no es fácil que la información brindada por los distintos jefes de práctica llegue en forma uniforme a los alumnos, lo que dificulta una evaluación equitativa en todos los grupos. Además, se observó que los alumnos tenían dificultad en el manejo del instrumental de laboratorio, especialmente al momento de calibrar los sensores.

A raíz de estas observaciones, se propone la elaboración de videos educativos de prácticas de laboratorio como una alternativa complementaria a la información brindada en las guías de laboratorio. Así, el alumno podrá tener una idea más clara del procedimiento a seguir y realizar la toma de datos de una forma rápida, lo que le permitirá distribuir mejor su tiempo y analizar mejor sus resultados. Asimismo, se busca homogeneizar la información recibida por los alumnos ya que los videos serán proyectados al inicio de la sesión de laboratorio, reemplazando la explicación que anteriormente daban los jefes de práctica. Al finalizar el proyecto, se analizarán notas y encuestas realizadas a los alumnos para medir el impacto de éste.

En este documento, inicialmente se explicarán los antecedentes que permitieron el desarrollo de este proyecto de innovación y los fundamentos teóricos utilizados. Luego, se explicará a detalle el diseño del proyecto, los objetivos de éste, las actividades propuestas y los recursos necesarios para llevarlo a cabo. Finalmente, se evaluarán los resultados obtenidos, se explicará el alcance que tuvo el proyecto y se brindarán algunas recomendaciones.



1. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES DEL PROCESO DE INNOVACIÓN

1.1 La Pontificia Universidad Católica del Perú

La Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) fue fundada en Lima en 1917 (Pontificia Universidad Católica del Perú) y es, en la actualidad, la primera universidad en el ranking nacional y la número 19 en Latinoamérica según QS University Rankings: Latin America 2015 (QS Quacquarelli Symonds Limited).

La PUCP es considerada una universidad de prestigio, el cual se debe a “la calidad de los profesores, el prestigio que tienen sus egresados, la calidad de las publicaciones académicas, los aportes tecnológicos, los eventos culturales y todas las actividades que realiza la Universidad como expresión de su misión y que le dan una reputación entre sus pares y ante la sociedad en general” (Rubio Correa).

La PUCP brinda una formación humanista, científica e integral de excelencia y promueve la creación y difusión de la cultura (Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012). Asimismo, presta atención permanente a los mecanismos y exigencias del mundo académico y el mundo laboral, y también a las condiciones particulares en las que se lleva a cabo el aprendizaje (Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015).

1.1.1 Modelo educativo PUCP

La propuesta formativa de la PUCP consiste en tres espacios que permiten el desarrollo personal y las capacidades creativas e intelectuales de los estudiantes (Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015):

1. Los Estudios Generales: son la primera etapa de la formación universitaria. Al finalizar esta etapa, se espera que los alumnos sean intelectualmente y personalmente más capacitados y solventes.
2. Los estudios de especialidad: es el segundo espacio de formación, el pregrado en facultad. Se tienen 47 especialidades organizadas en 11 facultades, las cuales se encuentran en el campus de la universidad.
3. El posgrado: se ofrecen maestrías y doctorados, los cuales permiten profundizar el estudio disciplinar, la relación con otras disciplinas y las capacidades de investigación, a fin de contribuir al desarrollo de la sociedad.

En la PUCP, se tienen tres modalidades de enseñanza (Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015):

1. La presencial: es la modalidad principal y la más establecida.
2. La virtual: combina el uso de tecnologías informáticas con sistemas de tutoría y sesiones presenciales cuando se requiere.
3. La semipresencial: consiste en la combinación de la interacción cara a cara profesor-estudiante, con espacios donde los estudiantes trabajan de manera autónoma con el apoyo de recursos tecnológicos.

1.1.2 Servicios

La universidad ofrece múltiples servicios para crear oportunidades de aprendizaje que se adapten a diversas didácticas, con el fin de asegurar la calidad de enseñanza. Entre estos se encuentran ocho bibliotecas, 155 laboratorios, seis auditorios, un polideportivo, 32,722 m² de áreas deportivas y 176,438 m² de áreas verdes. Asimismo, desde el 2012, la universidad cuenta con la sala VEO (Vincular, Experimentar, Observar) un espacio que fomenta la investigación tecnológica (Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015).

Cabe resaltar la importancia que tienen los servicios informáticos dentro de la universidad:

“La PUCP realiza un esfuerzo permanente para la renovación del equipamiento y facilidades destinadas a generar nuevas plataformas de aprendizaje útiles, tanto para la enseñanza presencial y virtual como para la investigación. La universidad cuenta con uno de los mejores sistemas informáticos para la educación universitaria y la investigación del Perú.” (Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015).

Las plataformas de aprendizaje y los sistemas informáticos son manejados principalmente por la Dirección de Informática Académica mientras que la comunicación institucional está a cargo de la Dirección de Comunicación Institucional.

1.1.2.1 La Dirección Informática Académica

La Pontificia Universidad Católica del Perú cuenta con una Dirección Informática Académica (DIA), que entre sus funciones principales tiene el *“asesorar al Vicerrectorado Académico en la implementación de las políticas orientadas a fomentar el uso eficaz de las TIC en el ámbito académico”* (Pontificia Universidad Católica del Perú). Entre los servicios que brinda, se encuentran:

1. Aula Virtual: Plataforma que permite el dictado de clases en línea a través de la conexión en tiempo real entre personas que se encuentran en distintos lugares.
2. Videoconferencias: Ofrece soporte necesario para realizar comunicaciones a distancia. Incluye Webcasting PUCP, un servicio que permite transmitir un evento vía web a un gran número de usuarios.
3. Educast: Acceso a videos de conferencias, congresos y exposiciones realizadas en la PUCP.
4. Videos PUCP: Permite la publicación de videos personales, muchas veces utilizados por docentes para transmitir videos educativos a sus alumnos.
5. Paidea PUCP: Es un espacio virtual para el aprendizaje, donde los docentes pueden colgar el material de su clase, realizar evaluaciones en línea, llevar a cabo foros, entre otras actividades.

1.1.2.2 La Dirección de Comunicación Institucional

“La Dirección de Comunicación Institucional (DCI) es la unidad responsable de la planificación estratégica y definición de las políticas de comunicación de la Universidad, funciones en concordancia con el cumplimiento de los objetivos del Plan Estratégico Institucional (PEI).” (Pontificia Universidad Católica del Perú). LA DCI tiene las siguientes tareas:

1. Planificación, gestión, diagnósticos, estudios y capacitaciones de servicios digitales, publicidad y comunicación interna.

2. Gestión de medios institucionales: Home de la PUCP, Puntoedu impreso, Puntoedu web, Redes sociales (Facebook Twitter), TVPUCP, Vitrina DCI.
3. Gestión de contenidos: Medios externos, listas de reproducción en Youtube.
4. Planificación e implementación de sitios web de unidades académicas
5. Mantenimiento, alojamiento y soporte de aplicaciones web
6. Autorización para la creación de dominios PUCP

El canal de Youtube de la PUCP (Youtube) se encuentra a cargo de esta unidad y permite la distribución de videos no sólo para la comunidad universitaria, sino también para usuarios que no pertenecen a ésta. El primer video de este canal fue publicado en septiembre del 2011 y, desde entonces, ya cuenta con más de 1400 videos y supera los 5.5 millones de reproducciones (Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015).

1.2 Los Estudios Generales Ciencias

Estudios Generales Ciencias (EE.GG.CC.) es la unidad académica responsable de la formación integral y profesional de los estudiantes de las especialidades de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Todos los alumnos de carreras de ciencias e ingeniería deben aprobar determinados cursos en esta unidad para poder llevar cursos en la Facultad de Ciencias e Ingeniería. Se busca que durante los dos años (cuatro semestres) en los que los alumnos pertenecen a esta unidad académica, obtengan conocimientos básicos y elementales necesarios para continuar los estudios de especialidad en la Facultad de Ciencias e Ingeniería de forma exitosa (Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015).

Los alumnos de Estudios Generales Ciencias, como parte del plan de estudios de las especialidades que deseen seguir, deben llevar tanto cursos obligatorios como electivos. Entre estos, se encuentran los cursos de Física General, que son obligatorios para los alumnos de todas las carreras de la Facultad de Ciencias e Ingeniería. Los tres cursos de Física General: Física 1, Física 2 y Física 3, tienen cursos pre requisitos de matemáticas y de física, por lo que deben

ser cursados en orden, pues los conocimientos y habilidades adquiridos en cada uno de los cursos son necesarios para poder comprender la información brindada en el curso siguiente.

1.3 El curso de Física 2

Física 2 es un curso obligatorio de cinco créditos de que por lo general es cursado en el tercer ciclo de Estudios Generales Ciencias ya que, para poder llevar el curso, un alumno debe haber aprobado los cursos Física 1 y Cálculo 2. Además de las clases teóricas y las prácticas, los alumnos tienen seis sesiones de laboratorio en un ciclo regular. Estos laboratorios buscan consolidar los conocimientos adquiridos en clase mediante la experimentación:

“Al término del semestre, el estudiante relacionará adecuadamente los conocimientos teóricos con la práctica experimental, así como ejercitará su capacidad de análisis e interpretación de los resultados obtenidos experimentalmente.” (Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014)

Finalmente, el curso de Física 2 tiene una población promedio de más de 600 alumnos en cada ciclo regular.

1.3.1 Descripción del programa

En Física 2, se estudian temas de mecánica clásica como la deformación de los cuerpos sólidos por efecto de fuerzas externas, el movimiento oscilatorio y las ondas mecánicas como una forma de transmisión de energía. Asimismo, se tratan algunos temas de la mecánica de fluidos, en los casos de hidrostática e hidrodinámica. El curso concluye con un capítulo sobre el calor y la termodinámica.

(Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014)

Los temas tratados en el curso son divididos en cinco capítulos:

1. Capítulo 1: Elasticidad (8 horas)
2. Capítulo 2: Movimiento oscilatorio (12 horas)
3. Capítulo 3: Movimiento ondulatorio y ondas (14 horas)
4. Capítulo 4: Mecánica de fluidos (10 horas)

5. Capítulo 5 Termodinámica (14 horas)

1.3.2 Evaluación

El curso es evaluado mediante prácticas y exámenes. Las prácticas son de tres tipos: calificadas, dirigidas y de laboratorio. La nota del alumno se calcula mediante la siguiente fórmula (Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014):

$$N_f = \frac{3E_1 + 4E_2 + 2Pr_a + Pr_b}{10}$$

donde:

1. N_f : nota final
2. E_1 : nota del examen parcial
3. E_2 : nota del examen final
4. Pr_a : promedio de las prácticas calificadas. La nota de cada una de las cuatro prácticas se obtiene considerando el puntaje obtenido en la sesión práctica correspondiente (16 puntos) y de una evaluación individual o grupal (4 puntos). Para obtener el promedio no se toma en cuenta la práctica con calificativo más bajo.
5. Pr_b : promedio de las prácticas de laboratorio. La nota de cada uno de los seis laboratorios se obtiene de: la hoja de resultados (10 puntos), la prueba de entrada (4 puntos), la prueba de salida (5 puntos) y el desempeño del alumno (1 punto). Se elimina la nota de laboratorio más baja.

Si el alumno rinde el examen especial, este reemplazará en examen al cual el alumno faltó.

1.3.2.1 Prácticas de laboratorio

En las sesiones de laboratorio, se comprueba experimentalmente la validez de las leyes de la mecánica y termodinámica estudiadas.

En un ciclo regular, se realizan 6 prácticas de laboratorio calificadas (en los ciclos de verano son 4 laboratorios). Cada práctica de laboratorio tiene una

duración de 1 hora y 50 minutos, en la cual se desarrollaban, hasta el año 2014, las siguientes actividades en orden:

1. Prueba de entrada (5 minutos)
2. Explicación por parte del jefe de práctica a un grupo de 8- 12 alumnos (10-15 minutos)
3. Desarrollo del experimento en grupos de 2 o 4 alumnos con la supervisión del jefe de práctica asignado (80-85 minutos)
4. Prueba de salida (10 minutos)

Los alumnos tienen a su disposición una guía de laboratorio en la que se detalla la teoría correspondiente a la sesión y se describe el experimento que deben realizar en el laboratorio. Esta guía de laboratorio está disponible en el Campus Virtual de la universidad con al menos una semana de anticipación a la realización de la sesión de laboratorio y puede ser utilizada por los alumnos durante el desarrollo de ésta, excepto durante las pruebas de entrada y salida.

1.3.2.2 Fortalezas de las prácticas de laboratorio

En las sesiones de laboratorio, los alumnos realizan experimentos para verificar la teoría estudiada en el curso. De esta manera, refuerzan los conocimientos que adquieren en las clases teóricas. Asimismo, ya que se trata de un laboratorio computarizado, aprenden a utilizar sensores y software especializado en la recopilación y análisis de datos experimentales. Por otro lado, ensayan como redactar un breve reporte científico, en el que formulan una hipótesis, anotan los valores medidos durante el experimento, realizan e interpretan gráficos, identifican fuentes de error y finalmente, escriben las conclusiones.

1.3.2.3 Dificultades observadas durante las prácticas de laboratorio

Durante las sesiones de laboratorio, se observa que los alumnos tienen dificultad en el manejo del instrumental de laboratorio y en la presentación e interpretación de sus resultados. Asimismo, se tiene un gran número de comisiones, con tres jefes de práctica cada una, y cada comisión consta de 32 alumnos como máximo. Por este motivo, no es fácil que la información brindada por los distintos jefes de práctica llegue en forma uniforme a los alumnos, lo que dificulta una evaluación equitativa en todos los grupos.

Si bien los alumnos cuentan con una guía de laboratorio, muchas veces no recuerdan el procedimiento de calibración de determinados sensores, en especial en las primeras sesiones de laboratorio del semestre. Esto puede deberse a que ha pasado un periodo largo de tiempo desde la última vez que utilizaron los sensores, por lo que es necesario orientarlos para que puedan realizar este procedimiento de manera rápida y correcta. También, cuando el arreglo experimental es muy complejo, los alumnos pueden tener dificultad en visualizarlo cuando cuentan únicamente con una guía escrita, así esta contenga fotografías. Asimismo, a pesar de que los objetivos del laboratorio se encuentran detallados al inicio de la guía, son pocos los alumnos que los tienen claros pues muchos optan por no leerlos y, si los estudiantes no tienen claras las metas de su aprendizaje, el proceso de adquisición de conocimientos es más difícil.

Por otro lado, cuando un jefe de práctica explica un experimento a su grupo de alumnos, la charla brindada por éste puede variar luego en tiempo y contenidos. La explicación para un mismo tema de laboratorio debe durar entre 10 y 15 minutos, pero muchas veces se prolonga hasta 20 minutos si el jefe de práctica se explaya al explicar la teoría y desarrolla todo el experimento. Además, algunos jefes de práctica optaban por minimizar el tiempo designado a la explicación inicial, llegando incluso a eliminar totalmente la explicación teórica o la práctica, por lo que la ésta podía reducirse hasta durar sólo 5 minutos. Las explicaciones largas reducen el tiempo que tienen los alumnos para realizar el experimento y analizar sus resultados, mientras que las explicaciones breves probablemente no contienen toda la información necesaria para que el alumno lleve a cabo el experimento de manera eficiente e interprete adecuadamente los resultados obtenidos, relacionándolos con la teoría. Asimismo, ya que las explicaciones de los tres jefes de práctica se dan en un mismo momento, si uno de ellos termina primero, sus alumnos empezarán a hablar para poder realizar el trabajo grupal y este ruido de fondo podría disminuir la atención de los alumnos de los otros jefes de práctica.

En conclusión, se necesita estandarizar los tiempos utilizados para transmitir información sobre el proceso experimental a los alumnos durante la sesión de laboratorio, de forma que todos reciban la misma información usando el mismo tiempo. También, se busca reducir el ruido de fondo y hacer que los alumnos tengan más claros los objetivos del laboratorio, de manera que el experimento se

pueda desarrollar con mayor fluidez. Esto podría lograrse mediante el uso de un material audiovisual.

1.3.2.4 Oportunidades de mejora en las sesiones práctica de laboratorio

Además de la guía de laboratorio con la que cuentan los alumnos, podrían disponer de un material adicional que facilite la comprensión del experimento que realizarán. Si bien la presencia del jefe de práctica es imprescindible durante la realización de los experimentos, la explicación que realiza antes de este puede ser reemplazada por un material audiovisual. De esta manera, se uniformizaría la información brindada a los alumnos.

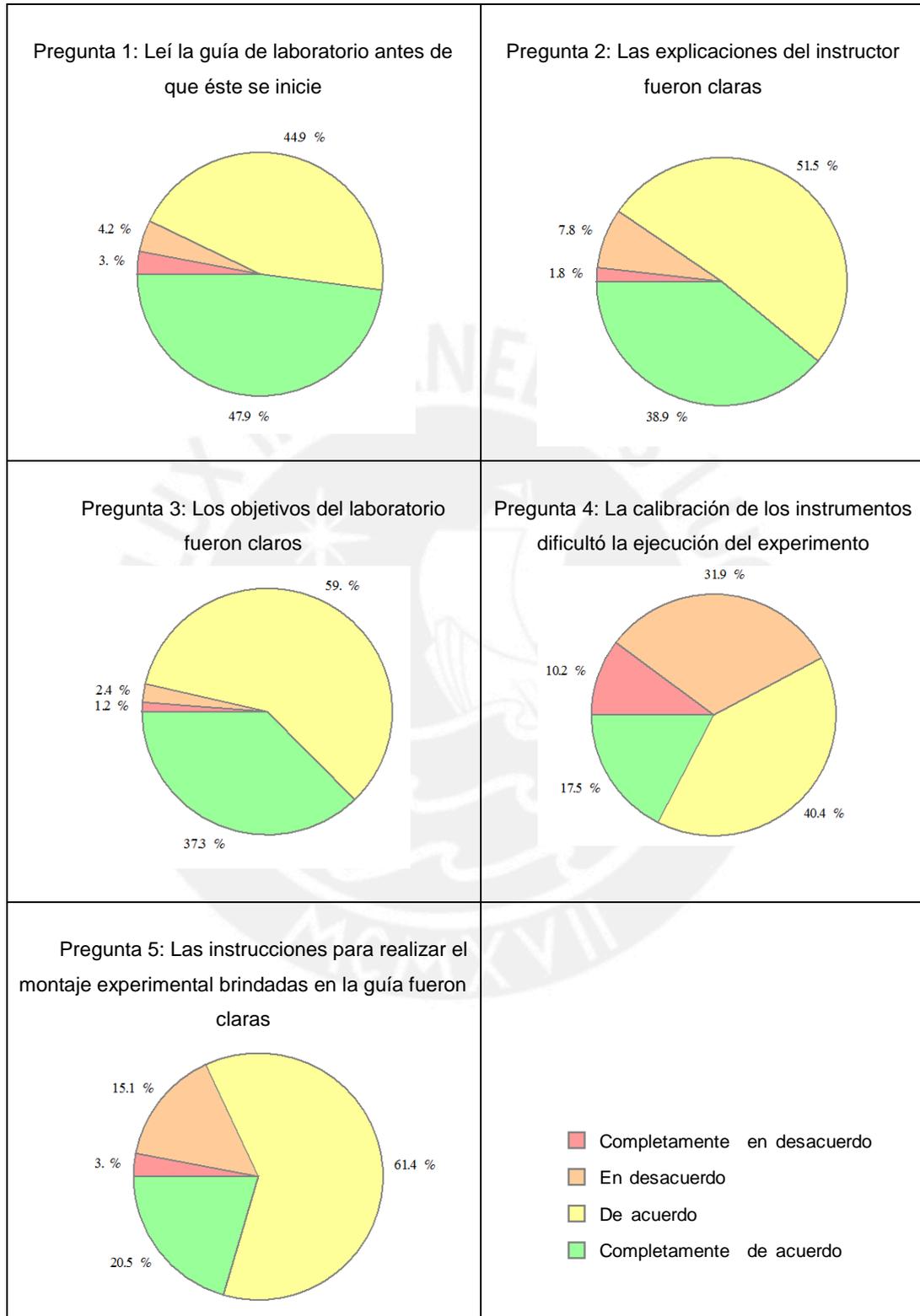
Por otro lado, al contar con un video proyectado, los alumnos podrían visualizar detalles del uso de los experimentos que antes no eran evidentes. Además, si estos videos se encontrasen disponibles en una plataforma virtual antes de la fecha de la práctica de laboratorio, los alumnos tendrían la posibilidad de verlos múltiples veces. Finalmente, si en los videos se utilizan los mismos materiales y ambientes que en la sesión práctica, los alumnos se familiarizarán con estos de manera más efectiva que si solo contasen con una guía impresa.

1.3.2.5 Percepción de los alumnos de Física 2 sobre las prácticas de laboratorio

Para analizar la percepción de los alumnos sobre las sesiones de laboratorio, en el semestre 2015-0 (ciclo de verano) se realizó una encuesta a 168 alumnos de las seis comisiones de laboratorio. Se utilizó una escala de actitud tipo Likert de cuatro puntos (Barroso Osuna, 2010). Los resultados se pueden observar en el Gráfico N°1 y el Gráfico N°2.

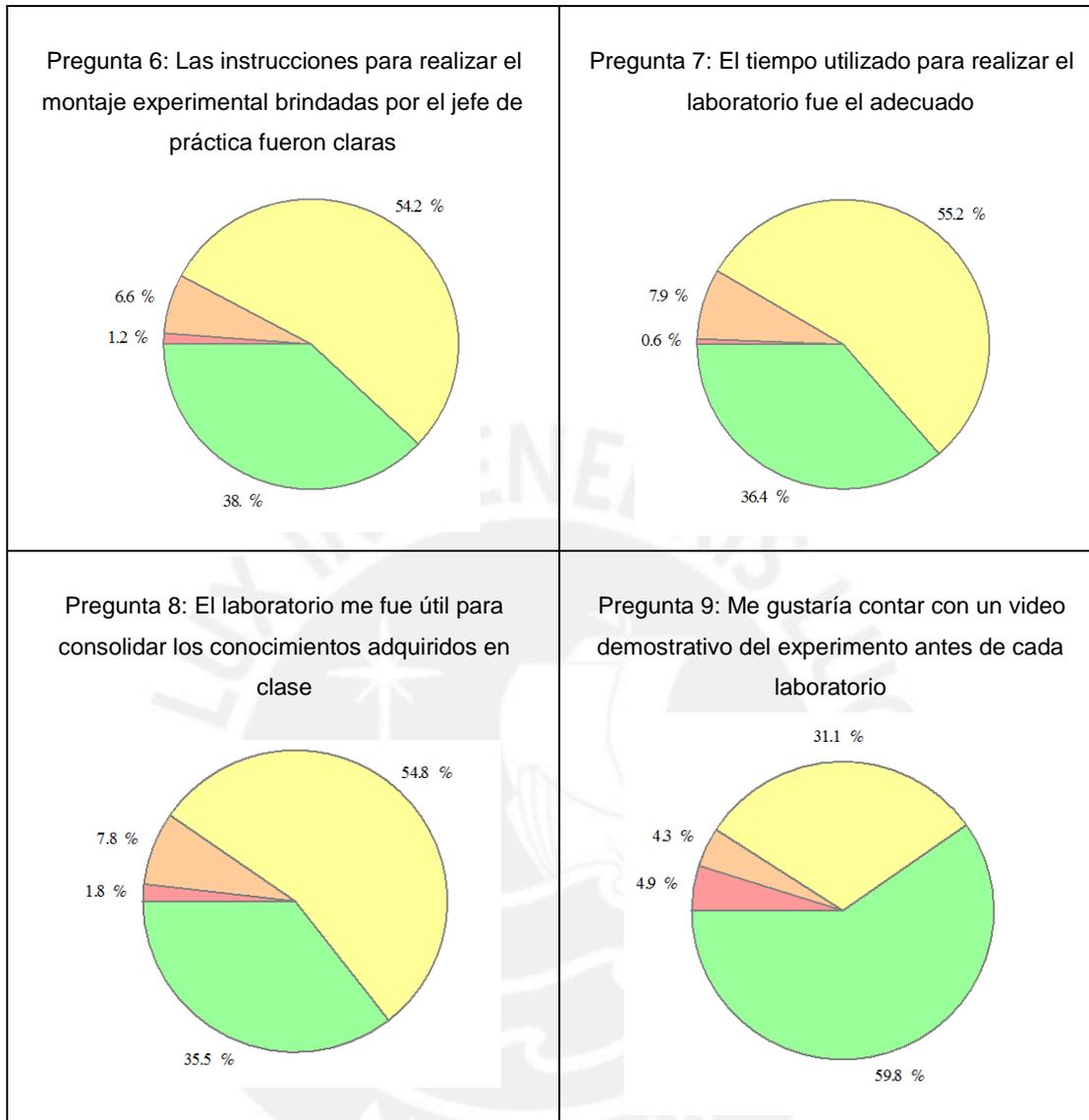
En los resultados, se puede apreciar que la mayoría de alumnos lee la guía antes del laboratorio, probablemente debido a que, en la prueba de entrada, se evalúa si los alumnos han comprendido los conceptos teóricos y detalles del experimento que se presentan en la guía. Asimismo, los alumnos afirman tener claros los objetivos del laboratorio, los cuales se encuentran escritos en las primeras líneas de la guía de laboratorio. Sin embargo, aproximadamente 10% de los alumnos no cree que las explicaciones del instructor fueron claras y un 8% piensa que las instrucciones para realizar el montaje experimental brindadas por el jefe de práctica tampoco lo fueron.

Gráfico N°1 Resultados de la encuesta de percepción realizada alumnos de Física 2 (2015-0) – Parte 1



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°2 Resultados de la encuesta de percepción realizada alumnos de Física 2 (2015-0) – Parte 2



Fuente: elaboración propia

Por otro lado, más de la mitad de los alumnos considera que la calibración de los instrumentos dificultó la ejecución de los experimentos, algo que los jefes de práctica ya habían notado. Además, 15% de ellos manifiesta que las instrucciones para realizar el montaje experimental que se encuentran en la guía no son claras (a pesar de contener fotografías del montaje experimental final).

Finalmente, sólo 8% considera que el tiempo utilizado para realizar el laboratorio no fue el adecuado, 90% piensa que el laboratorio fue útil para consolidar los conocimientos adquiridos en clase y más del 90% afirma que le

gustaría contar con un video demostrativo del experimento antes de cada laboratorio.

1.4 Propuesta de elaboración de videos educativos de laboratorio

1.4.1 Justificación

Debido a las dificultades observadas en las sesiones de laboratorio y a la reacción positiva por parte de los alumnos respecto a la propuesta, se propone la elaboración de videos educativos de laboratorio como una alternativa que se adapte a los intereses de los alumnos y complemente la información brindada en las guías de laboratorio. Así, el alumno podría tener una idea más clara del procedimiento a seguir y realizar la toma de datos de una forma rápida, lo que le permitiría distribuir mejor su tiempo y analizar mejor sus resultados. Asimismo, se busca homogeneizar la información recibida por los alumnos. Los videos serían proyectados al inicio de la sesión de laboratorio, reemplazando la explicación que anteriormente daban los jefes de práctica.

Esta propuesta se alinea con el Modelo Educativo de la universidad (Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015), el cual busca que los docentes propongan metodologías innovadoras que permitan mejorar el aprendizaje de los alumnos. Asimismo, se busca que estos elaboren y difundan procesos que sean resultado de la innovación y el desarrollo tecnológico. Además, la universidad cuenta con los recursos necesarios para producir material audiovisual como lo demuestran los videos disponibles en Educast, Videos PUCP, el canal institucional en Youtube y las plataformas utilizadas para los cursos virtuales que ofrece la universidad.

1.4.2 Antecedentes

Universidades de alto prestigio, como el MIT (Massachusetts Institute of Technology) y Harvard (Harvard University) vienen desarrollando cursos virtuales desde hace más de una década. En particular, el MIT como parte de su programa de aula abierta tiene más de 2000 cursos en línea totalmente gratuitos, de los cuales más de 100 cursos tienen clases completas en video.

La idea de presentar videos como material complementario para los alumnos ha sido planteada y llevada a cabo anteriormente por universidades como la universidad de Western Ontario (University of Western Ontario), la cual sirvió de inspiración para la propuesta; la UNSW en Australia (University of New South Wales, 2014); el Instituto Politécnico de Worcester (Platanias, 2011) y la universidad Stony Brook (University of Stony Brook) en Estados Unidos. En el caso de Worcester, el proceso de desarrollo de los videos fue detallado minuciosamente, pues formaba parte de un proyecto que buscaba mejorar el contenido multimedia de los cursos de Física.

Por otro lado, en el Instituto Tecnológico de Georgia (Georgia Institute of Technology) tiene un curso en línea en la plataforma de Coursera en el que los alumnos pueden llevar a cabo experimentos de cinemática donde sea que se encuentren y luego, utilizando únicamente la cámara de su celular, una computadora y software libre, pueden procesar, analizar e interpretar los datos del movimiento registrado.

Estas experiencias realizadas en el extranjero demuestran que es posible realizar videos educativos que puedan beneficiar no sólo a los estudiantes de la universidad donde se lleva a cabo el proceso de producción, sino también a estudiantes de todas partes del mundo, si los videos son subidos a una plataforma diseñada con este propósito.

1.4.3 Viabilidad

Para asegurar la viabilidad del proyecto, fue necesario contar con la autorización de la coordinadora de los laboratorios de Física 2, la profesora Patrizia Pereyra, quien sugirió una colaboración con el Gabinete de Apoyo Académico de Estudios Generales Ciencias. Dicho Gabinete cuenta con equipos necesarios para llevar a cabo proyectos audiovisuales, así como practicantes de Comunicación Audiovisual, quienes tienen experiencia en la elaboración de videos. Esta innovación didáctica fue aprobada por el decano de Estudios Generales Ciencias, el profesor Carlos Pizarro, quien autorizó el uso de recursos humanos y de software con los que contaba la unidad, por lo que se podría ejecutar el proyecto en el tiempo propuesto.

Se espera que estas estrategias didácticas sean adoptadas posteriormente en los otros cursos de Física General: Física 1 y Física 3 y que se desarrollen nuevos medios para la enseñanza que favorezcan el aprendizaje de los alumnos de Estudios Generales Ciencias. Asimismo, se tiene como objetivo que dichos videos reciban una valoración positiva por parte de los alumnos y que tengan un impacto en sus notas, aumentando la media y reduciendo la varianza del promedio del grupo.



2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Formas de instrucción

Al momento de dictar una clase, es importante que el docente tenga presente, además del tema estrictamente académico, el tipo de alumno que tiene y sus propias habilidades, a fin de elegir la estrategia a utilizar en cada caso. Estos factores ayudarán a determinar cuál es la mejor manera de presentar los contenidos a los alumnos, es decir, qué forma de instrucción (o combinación de éstas) conviene aplicar en la clase. A continuación, se explicarán brevemente tres formas de instrucción (Schmieder, 1963):

2.1.1 Instrucción expositiva

El docente puede utilizar esta metodología como narración o descripción de un suceso histórico o un fenómeno natural. Por ejemplo, esta forma de instrucción puede ser aplicada cuando se desea explicar un concepto como el del ciclo del agua. Además, el docente puede realizar una exposición para ahorrar tiempo y poder brindar al alumno todo el contenido que el plan de estudio propone.

Al llevar a cabo una instrucción expositiva, el alumno no necesariamente tendrá un papel exclusivo de oyente. Por el contrario, éste puede participar realizando una exposición para recapitular alguna materia ya estudiada o para tratar un tema nuevo. Para lograr esto, el alumno deberá reunir información, recordar y cuestionarse, lo cual propiciará un aprendizaje significativo.

2.1.2 Instrucción interrogativa

El maestro realiza preguntas al alumno para estimular su pensamiento y consolidar su saber. Bajo esta forma de instrucción, el alumno también puede realizar preguntas, las cuales deben ser manejadas con cuidado y no ser reprimidas. Sin embargo, no todas las preguntas deben tener una respuesta directa, pues es posible que las cuestiones realizadas por el alumno provengan de la distracción o búsqueda de atención. En este caso, deben ser rechazadas sin intimidar a quien las hace.

El maestro no necesariamente debe responder a las preguntas de forma directa, sino que puede hacerlo de diversas maneras. Por ejemplo, puede pedir al alumno que reflexione si él mismo puede contestar su pregunta, hacer que la contesten otros alumnos, entregarle material para que él mismo busque la respuesta o el maestro mismo puede contestar a la pregunta. De esta manera, los alumnos aprenderán a reflexionar, investigar y a comunicarse.

2.1.3 Instrucción por conversación libre

Esta forma de instrucción, como las anteriormente mencionadas, puede aplicarse en combinación con otros métodos. La instrucción por conversación libre es una forma de trabajo tomada enteramente de la vida real. El objetivo es que el maestro guíe a los alumnos para que conversen sobre un tema en particular y que de esta forma se interroguen a sí mismos, se enseñen mutuamente y se escuchen entre ellos. Si los alumnos no están ejercitados en esta forma didáctica, el maestro deberá intervenir constantemente para evitar que la conversación no se desvíe demasiado y que se mantenga el respeto. Durante el proceso, el docente debe permanecer activo, observando y organizando el trabajo de los alumnos.

2.2 Estrategia de instrucción

Durante el desarrollo de una clase, sea ésta teórica o experimental, debe aplicarse una estrategia de instrucción de forma que la clase se desarrolle de manera organizada y fluida. Dicha estrategia está constituida por cinco componentes principales (Dick & Carey, 1978):

2.2.1 Actividades preparatorias.

Estas actividades son las más importantes pues, en primera instancia, consisten en aumentar el nivel de motivación de los alumnos y, de esta manera, elevar su nivel de atención durante la clase. Para esto, se puede emplear alguna técnica tal como una caricatura, una anécdota, alguna narración interesante o un material audiovisual. Asimismo, el maestro puede repasar con los alumnos los conocimientos que ya han adquirido y hacer evidente la manera en la que éstos se relacionan con el tema a tratar en la clase.

Por otro lado, como parte del proceso de motivación, es necesario explicar a los estudiantes los objetivos de aprendizaje, es decir, los alumnos deben poder describir aquello que esperan ser capaces de hacer cuando terminen de estudiar el módulo. Cuando los alumnos tienen claros los objetivos, es más fácil que estén motivados.

2.2.2 Exposición de conocimientos.

El orden en que se expondrán los conocimientos a los estudiantes depende de la manera en la que ha sido organizada la estructura del módulo. Por ejemplo, si se desea que los alumnos aprendan la forma en la que se debe realizar un determinado procedimiento, es lógico que se siga cierto orden y exponer inicialmente las capacidades necesarias para que el alumno pueda cumplir cualquiera de las etapas del procedimiento.

Durante esta etapa, es importante explicar las interrelaciones entre los conceptos explicados, de manera que el alumno pueda conectar la nueva información a sus conocimientos previos y que también pueda relacionar los nuevos conceptos entre sí. Hay que tener en cuenta que esta actividad no debe durar mucho tiempo, pues es difícil mantener la atención de los estudiantes si no se fomenta su intervención durante el desarrollo de la clase.

2.2.3 Participación de los estudiantes.

El proceso de aprendizaje puede ser estimulado si el estudiante tiene la posibilidad de involucrarse en actividades relacionadas directamente con los objetivos propuestos. Por este motivo, es muy importante que el alumno pueda verificar si está aprendiendo lo que el profesor desea que aprenda o no. Para esto, el maestro puede utilizar diferentes metodologías. Por ejemplo, al pedir a los alumnos que elaboren un resumen de lo que se acaba de explicar y que lo compartan con la clase o al hacer preguntas directas a los alumnos, el maestro podrá verificar que sus estudiantes están comprendiendo el tema. De este modo, el docente tendrá mayor información para decidir objetivamente si continúa avanzando con los temas de la clase o si debe volver a repasar ideas que no quedaron claras.

2.2.4 Evaluación.

Los resultados de la evaluación deben ser utilizados para determinar si el estudiante es capaz de demostrar lo que ha adquirido durante el periodo de instrucción. Así, el maestro puede tratar temas que los alumnos aún no dominan en vez de hacer que repasen conocimientos que ya tienen claros.

La evaluación debe ser utilizada como una herramienta para el aprendizaje. Si un alumno comete errores, tiene derecho a saber cuáles fueron y cuál es la respuesta correcta. Los comentarios que realice el docente sobre el trabajo realizado por el alumno pueden y deben ser para él una forma de reforzamiento.

2.2.5 Actividades complementarias.

Es conveniente que el docente elabore materiales o recomendaciones sobre el próximo curso que deberían seguir los estudiantes, de acuerdo al rendimiento mostrado en la prueba final.

2.3 Motivación de los alumnos

Como se mencionó en la sección anterior, la motivación es un elemento de suma importancia dentro de las actividades preparatorias de una clase. De acuerdo a Javier Mabillo, la *"motivación crece progresivamente a medida que vemos aproximarse la meta deseada"* (Mabillo, 1996). Es decir, si el alumno no ve la meta, si no conoce el objetivo de su aprendizaje, el camino se le hará más difícil y pesado (como a un maratonista que se encuentra lejos de la meta). Si se conocen precisamente estos objetivos de aprendizaje, se produce mayor estimulación, mejor ejecución y más alto rendimiento por parte de los alumnos. El conocimiento de las metas de trabajo se traduce en mayor atención y disposición para el estudio. Además, sirve como guía para que tanto el alumno como el maestro sepan qué actividades deben realizar (Mastache Román, 1962).

Para motivar a una persona, lo primero que debemos hacer es llamar su atención. Existen cinco factores que pueden ayudar a captar la atención de los alumnos (Mabillo, 1996):

1. *Intensidad*: El maestro debe asegurarse que los alumnos se encuentren en capacidad de observar y escuchar la explicación realizada, y que puedan ver con facilidad el material que se utiliza para reforzar los contenidos que intenta transmitir. Si es difícil para el alumno recibir el contenido, su atención se desviará fácilmente. Algunas recomendaciones son:

- a) Hablar con voz clara y con un volumen suficiente
- b) Ver bien a los alumnos y asegurarse que éstos vean bien al maestro
- c) Orientar correctamente la pizarra, evitando brillos
- d) Colocar audiovisuales en pantalla grande y con suficiente volumen

2. *Repetición*: Para maximizar la comprensión de los estudiantes es bueno repetir las explicaciones cuantas veces sea necesario, además de repasar algunos conceptos de vez en cuando de manera que se fijen en su memoria más fácilmente. Sin embargo, a veces los alumnos solicitarán que el maestro repita alguna información simplemente porque no pudieron escucharla debido al ruido de fondo. En estos casos, es recomendable evitar este ruido de fondo de manera que este tiempo pueda ser aprovechado para realizar otras actividades como un repaso o la realización de preguntas que ayuden a los alumnos a reforzar los conocimientos adquiridos.

3. *Novedad*: Se pueden iniciar las explicaciones comentando alguna noticia de actualidad relacionada con lo que estamos haciendo. Asimismo, los maestros deben actualizarse constantemente de forma que puedan corregir y mejorar la metodología aplicada para cada unidad didáctica para adaptarse a los alumnos que tienen. También es recomendable que los docentes renueven sus apuntes cada cierto tiempo, pues siempre se puede mejorar la información que se tiene y la forma en la que se presentará al alumno.

4. *Interés*: La materia se puede plantear inicialmente comentando algo curioso, como una anécdota o un dato interesante. De esta manera, los alumnos podrán ver la utilidad práctica que tiene la materia en el mundo en que vivimos. Además, una vez que ya se han iniciado las explicaciones, se puede introducir algún ejemplo atractivo o divertido para romper la monotonía y captar nuevamente su interés.

5. *Expectación*. Antes de anunciar un concepto o idea muy importante, se puede hacer una pausa para aumentar la expectativa. También se puede tener este efecto si no se cuenta al inicio la solución a un problema determinado. Y, dependiendo la edad de los estudiantes, es recomendable reservar alguna sorpresa para cada clase, como un acertijo que los motive a pensar.

2.4 Tecnologías para la Información y Comunicación

En los últimos años, las Tecnologías para la Información y Comunicación, también conocidas como TICs, han empezado a ocupar un lugar importante en los centros dedicados a la educación, así como en otros ámbitos de la sociedad (administración, salud, turismo, entre otros). El uso cada vez más frecuente de estas tecnologías surge ante las diversas necesidades que tenemos como sociedad moderna. A continuación, se mencionarán tres de estas necesidades:

1. *Acceso a la información de manera rápida y sencilla*: Es cada vez más importante debido a que los volúmenes de información disponible a los usuarios ha aumentado considerablemente en los últimos años. Se estima que la producción de información sea 44 veces mayor en 2020 de lo que fue en 2009 (Computer Sciences Corp). Por eso es importante seleccionar información útil y asegurarse que esté disponible a los usuarios de manera sencilla para que pueda ser aprovechada al máximo.

2. *Transmisión de información de manera eficiente*: Un ejemplo serían las instrucciones sobre cómo utilizar un software. Antes, dichas instrucciones se encontraban únicamente en manuales escritos, pero su comprensión era difícil para cualquier persona que no estuviese familiarizada previamente con un software similar. Sin embargo, en la actualidad es cada vez es más frecuente encontrar videos instructivos en internet, elaborados por las mismas compañías que desarrollan el software. De esta manera, la transmisión de información desde el equipo desarrollador hacia el usuario final es más sencilla.

3. *Comunicación entre personas o grupos de personas sin importar la distancia*: En el mundo globalizado en el que vivimos, es cada vez más importante comunicarse instantáneamente con personas que se encuentran a kilómetros de distancia. Esta comunicación se puede realizar a través de páginas web, correo electrónico, foros, mensajería instantánea, videoconferencias, blogs o wikis entre otros sistemas (Iberestudios, ¿Qué son las TIC y para que sirven?). De esta manera, se puede intercambiar información (audios, texto, imágenes, videos, etc.) de manera sencilla y organizada.

Tabla N°1. Población de 6 y más años de edad que hace uso de internet, según motivo de acceso en Lima Metropolitana (2014)

Motivo de acceso	Distribución porcentual
Busca información, se comunica y entretiene	47.4
Busca información y se comunica	18.9
Sólo busca información	4.6
Busca información y se entretiene	5.4
Busca información, se comunica, capacita y entretiene	2.9
Se comunica y entretiene	2.5
Sólo para entretenerse	2.1
Sólo para comunicarse	1.2
Busca información, se comunica y capacita	1.3
Otras actividades	13.6

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

Una de las maneras en las que se manifiesta el aumento en el uso de estas tecnologías es en el uso de internet. En el caso de Lima Metropolitana, el número de usuarios de internet aumentó de 45.8% en el 2007 a 60.0% en el 2014 y, en particular, la cantidad de estudiantes de educación superior universitaria que tiene acceso a internet aumentó de un 77.3 % en a 88.8% en el mismo periodo de tiempo (Instituto Nacional de Estadística).

Si bien muchas personas utilizan internet para entretenerse, en Lima Metropolitana, 80.58% de los usuarios accede a internet para buscar información y un 4.9% señala que utiliza internet para capacitarse. Estas estadísticas se pueden observar en la tabla N°1.

2.4.1 Clasificación de las TICs

Las Tecnologías de información y comunicación pueden ser agrupadas en tres categorías (Asociación para el Progreso de las Comunicaciones, 2005):

1. *Tecnología de la información:* Utiliza computadoras, una herramienta necesaria en la sociedad actual para procesar datos de manera rápida y eficiente. Comprende: el hardware y componentes periféricos, software y conocimientos informáticos.
2. *Tecnología de telecomunicaciones:* Con frecuencia, la transmisión de señales es a través de satélites. En esta categoría se encuentran los sistemas de telefonía (incluyendo el fax) y las transmisiones de radio y televisión.
3. *Tecnología de redes:* Internet es su forma más conocida, pero se extiende a los teléfonos móviles, satélites y otras formas de conectividad por banda ancha.

En suma, las TICs pueden y deben utilizarse para distribuir información de manera que pueda ser accesible para otras personas sin limitaciones impuestas por la distancia. Además, permiten crear nuevas maneras de organización así como nuevas formas de compartir experiencias. De esta forma, se crean condiciones favorables para el aprendizaje. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las TICs no son un sustituto para la interacción cara a cara entre personas, sino una manera complementaria en la que las personas podemos comunicarnos.

2.5 Tecnologías para la Información y Comunicación en la educación

El desarrollo de las nuevas Tecnologías para la Información y Comunicación han influido sobre el sistema global de la enseñanza así como sobre la orientación de las didácticas debido en parte al potencial de estas tecnologías para transmitir conocimientos (Consejo de universidades - Secretaría General, 1990). Debido a las características que tienen las TICs, cada vez más centros educativos las utilizan en diversas etapas del aprendizaje.

2.5.1 Ventajas del uso de las TICs en la educación

Estas tecnologías presentan múltiples ventajas cuando son utilizadas en contextos educativos (Iberestudios, Las TIC en la formación: educación presencial vs educación online) (Gutiérrez Aguilar, 2005):

1. *Reducción de gastos:* Los alumnos y profesores no deben desplazarse de sus casas para acceder al material, ya que está digitalizado. Por otro lado, si la información que se comparte es digital, se ahorra papel y se protege de esta manera al medio ambiente.
2. *Flexibilidad de horarios:* Los usuarios pueden organizar su tiempo de la manera más conveniente. De esta manera, pueden ahorrar tiempo y realizar otras tareas como trabajo o actividades de ocio.
3. *Mayor acceso a la información:* En muchos casos, la información es gratuita y, si está digitalizada, no ocupa mucho espacio. Asimismo, su distribución es más sencilla. La dificultad que tienen algunas personas para acceder a determinados contenidos puede ser superada con ayuda de la informática.
4. *Mayor comunicación:* Ya que se trata de comunicación a distancia, los alumnos más tímidos pierden vergüenza a intervenir y realizar consultas. Además, existen distintas plataformas que permiten este tipo de comunicación (correo electrónico, campus virtuales, redes sociales, entre otros).
5. *Reducción de la brecha digital:* Las nuevas generaciones tienen conocimientos cada vez mayores sobre estas tecnologías. Asimismo, el acceso a internet es cada vez más frecuente, en especial en los centros de estudio. Al implantar las TICs en las escuelas, los alumnos tendrán conocimientos desde más pequeños sobre este mundo.

6. *Motivación*: Este medio les ofrece acceso a una mayor cantidad de contenidos, lo cual hace el estudio más ameno. Además, pueden estudiar desde casa y cuando quieran. Los alumnos manifiestan, en general, una alta motivación hacia el uso de herramientas informáticas. Los profesores pueden aprovechar este interés y utilizarlo como medio para el aprendizaje.
7. *Innovación en la práctica docente*: Puede favorecer la transformación de las prácticas de enseñanza. Además, libera al docente de tareas rutinarias y permite atender a los diferentes ritmos de aprendizaje de los alumnos, gracias a su flexibilidad y adaptabilidad.

La incorporación de las nuevas tecnologías en el ámbito educativo permite mejorar las posibilidades de juicio crítico al ampliar el horizonte de conocimientos presentando un nuevo ámbito de la realidad. Además, puede mejorar los procesos de adquisición de conocimientos. (Barroso, 1988). Otras características de las TICs que tienen potencial para el aprendizaje son las siguientes (Coll & Martí, 2001):

1. *Formalismo*: Las TIC conllevan el uso de sistemas complejos que influyen en la capacidad de la persona para planificar sus acciones y en su capacidad para diferenciar entre las intenciones y acciones que realizar para conseguir que la máquina responda.
2. *Interactividad*: Se establece una relación constante entre el usuario y las informaciones.
3. *Dinamismo*: Se transmite información dinámica que se transforma en el transcurso de tiempo. Esto permite simular aspectos espaciales y temporales de diversos sucesos o actividades.
4. *Multimedia*: Se pueden combinar diferentes sistemas simbólicos para presentar la información.
5. *Hipermedia*: El acceso a una organización compleja y flexible de la información puede facilitar el aprendizaje significativo, pero también puede favorecer la confusión y el acercamiento superficial a la información.

A pesar de los beneficios que la incorporación de las TICs puede traer al proceso aprendizaje, éstas, por sí solas, no devienen en el desarrollo de aprendizajes comprensivos por parte de los alumnos:

“Las características de las TIC por si solas no garantizan el aprendizaje ya que ésta depende, en primera instancia, de la calidad de la interacción que el alumno establece tanto con los contenidos como con otras personas, profesor y alumnos, en el transcurso de las prácticas educativas en las que se implica. (Coll & Martí, 2001)

Entonces, hay que considerar que las TICs deben formar parte de una propuesta didáctica y su utilización debe ser planificada (Mugliaroli, 2014). Es decir, no debemos innovar por innovar.

2.5.2 Enseñanza e innovación educativa

La enseñanza es un proceso de acciones intencionales con el objetivo de informar al educando en ámbitos de la realidad que no puedan ser adquiridos directamente por éste. En este proceso se utilizan medios para optimizar la adquisición de dicha información con el fin de garantizar el éxito de la intervención. La educación sería entonces el resultado de dicho proceso, sumado a aquellos elementos no planificados que han informado también al individuo acerca de cosas de la realidad que le rodea. Para mejorar un proceso educativo, es necesario conocer al educando, el cual es un ser humano que vive en un contexto del que no lo podemos separar. Entonces, no hay que olvidar que las nuevas tecnologías forman parte de la realidad en la que viven los estudiantes en la actualidad. Para poder guiar al educando en el proceso de aprendizaje, el educador debe tener conocimiento de dicha realidad y, ya que uno de los aspectos son las nuevas tecnologías, debe conocerlas para poder darlas a conocer. (Barroso, 1988)

La innovación educativa puede ser comparada con una silla ya que, como ésta, se sustenta en cuatro “patas”: tecnología, personas, procesos y conocimiento. Si falta una de ellas, la innovación fallará. Muchas veces, se inicia la innovación con la tecnología, ya que es lo más popular y lo que se asocia más con la innovación. Otro modelo, comienza por el proceso, se ve en qué se puede mejorar y en función a eso se elige la tecnología que más se adapta al proceso. Luego, se analiza el conocimiento sobre el que trabaja dicho proceso, las actividades en las que trabaja el conocimiento y, finalmente, se elige la tecnología que más se adapte. Si se inicia

por la parte del proceso, cada vez que aparezca una tecnología mejor, este se mejorará. (Fidalgo, 2010)

La verdadera innovación en educación influye en la manera de enseñar y aprender, asumiendo como eje central a la comprensión. El docente lleva a cabo una propuesta organizada de actividades (una secuencia didáctica estructurada en torno a las capacidades), a fin de crear oportunidades favorables para el aprendizaje. El docente puede utilizar diversos materiales didácticos (en formato tradicional y digital) y herramientas simbólicas para que los alumnos lleven a cabo un aprendizaje activo y reflexivo. Con respecto a las TIC, se ha observado que estas son mejor aprovechadas en entornos didácticos en los que predomina el enfoque de indagación. (Azinian, 2011)

2.5.3 Incorporación de las TIC en la educación

El impacto de las TIC en la educación se debe, en primer lugar, a su capacidad para transformar las relaciones entre el profesor, los alumnos y los contenidos involucrados en el proceso de enseñanza y aprendizaje y su posterior impacto en dicho proceso. Además, permite transformar las prácticas de educación habituales al crear escenarios educativos más variados e influyentes que se combinan con los que ya existen. (Barbera, Mauri, & Onrubia, 2008)

Para incorporar las nuevas tecnologías al sistema de enseñanza formal se debe considerar que (Barroso, 1988):

1. Las nuevas tecnologías incorporan los criterios de racionalidad práctica y de eficacia que caracterizan a los sistemas tecnológicos.
2. Para hacer un uso eficaz de las nuevas tecnologías en la educación formal, se debe comenzar por traducir en términos tecnológicos conceptos como educador, educando, objetivo educativo, etc.
3. Las nuevas tecnologías pueden ser un elemento de la realidad que el educando ha de conocer así como un soporte instrumental para procesos de aprendizaje determinados.
4. La eficacia del uso de las nuevas tecnologías en la educación formal depende de los objetivos que se buscan cumplir, los cuales deben estar relacionados a los principios que rigen todo sistema tecnológico.

5. El uso eficaz de las nuevas tecnologías en la educación formal depende de que los educadores tengan conocimiento de lo que es la propia tecnología y los aportes que ésta puede ofrecer para mejorar la adquisición de determinados conocimientos.

Las TICs han permitido a los profesores redefinir su práctica pedagógica, y los estudiantes encontrar nuevas formas de aprender y desarrollar sus capacidades. Sin embargo, el uso de medios informáticos en el contexto educativo debe adaptarse a diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje, ya que muchas veces las estrategias no son válidas para todos los alumnos (Gutiérrez Aguilar, 2005). Los maestros deben afrontar nuevas metodologías de enseñanza (como la creación de comunidades en línea o el uso de foros y correo electrónico para fomentar la comunicación entre profesores y alumnos) que permitan a los estudiantes aprender a través de diferentes actividades y que desarrollen capacidades para aprender a aprender. Una de las metodologías que tiene más aceptación por parte del alumno es el video educativo. (Consejo de universidades - Secretaría General, 1990)

2.6 El video educativo

En la actualidad, un gran número de estudiantes utiliza material audiovisual como recurso para el aprendizaje. Existen diversas empresas dedicadas a la educación en línea que utilizan el video educativo como principal recurso para sus estudiantes, tales como Coursera, Khan Academy y EdX (RefSeek). El público objetivo de este negocio crece cada día más, conforme el acceso a internet de alta velocidad se hace accesible para los usuarios.

Este aumento en la cantidad de videos educativos disponibles se debe a que costos de producción y distribución de videos se han reducido drásticamente, por lo que muchas de las barreras para usarlos en entornos de aprendizaje ya no existen. Las universidades pueden utilizar servicios como YouTube o iTunes para almacenar el contenido de sus videos, lo que reduce la necesidad de invertir grandes cantidades de dinero en infraestructura. Incluso, estos servicios permiten tener canales institucionales, donde se puede crear una colección de contenido. Como resultado, los estudiantes tienen acceso a una gran cantidad de videos

educativos que van desde pequeños fragmentos de temas específicos hasta clases completas, todas disponibles en línea. Entonces, las instituciones de educación superior enfrentan la expectativa de ofrecer servicios y contenido adaptados a éstos (The New Media Consortium, 2008).

Los videos educativos no se utilizan exclusivamente en cursos de educación en línea, sino también en combinación con clases presenciales. "Las técnicas audiovisuales pueden liberar parcialmente al profesor de ciertas tareas rutinarias en la enseñanza y permitirle dedicar más tiempo y más atención individualizada al estudiante". (Consejo de universidades - Secretaría General, 1990). Entonces, los videos no buscan reemplazar las explicaciones y asesorías que un maestro puede brindar en una clase presencial, sino que las complementa.

2.6.1 El video educativo como producción audiovisual

Los profesores de distintos niveles educativos tienen el deber de sumergirse en el mundo de las imágenes acústicas, pues han captado el interés de niños, adolescentes, jóvenes y adultos. Es necesario emplear estos medios y convertirlos en herramientas de orientación educativa (Vera, 2005). Sin embargo, deben considerar que toda producción audiovisual debe tener en cuenta el perfil de la audiencia.

La producción audiovisual se entiende como "un proceso de diseño y reflexión sobre los elementos a captar y aquellos a dejar en pantalla" (Orozco Gómez, 2011). Es necesario en el aspecto de la realidad que se desea reconstruir en pantalla para poder realizar la planificación correspondiente, y llevar a cabo el proceso de manera que el producto final transmita el mensaje deseado.

De acuerdo a Eland Vera, es imperativo el compromiso de la alfabetización audiovisual, es decir, dominar los códigos de realización audiovisual para producir nuevos materiales. Hay que tener en cuenta que el lenguaje audiovisual es fundamentalmente lúdico-afectivo (Fuenzalida, 1998) y se complementa con el lenguaje analítico-conceptual de la escritura. Además, los discursos son cada vez más complejos. Son multilingüísticos ya que conllevan audio, imagen y escritura, sonido y habla, video en movimiento, etc. Cada lenguaje tiene sus propias reglas y

formas distinticas. Al combinarse, dan al medio tratado su caracterización específica.

El lenguaje audiovisual presenta un número de ventajas que los maestros debemos aprovechar:

1. Refleja con mayor eficacia una situación real, debido a su condición icónica y sonora.
2. El tiempo de duración puede ser menor porque la percepción sensorial es simultánea (vista y oído) y dinámica (imagen en movimiento).
3. Favorece la aparición consistente del aspecto lúdico, ficcional y la fantasía, ya que permite la aparición de un nuevo modo de comprender que impone el lenguaje audiovisual.
4. La configuración lúdico-afectiva lleva a que el educando manifieste curiosidad por el contenido debido a la naturaleza audiovisual y afectiva del mensaje. El deseo por saber el desenlace es generado por el suspenso y movimiento progresivo de la producción audiovisual.

Debido a estas ventajas, los videos pueden ser aprovechados para mejorar el aprendizaje en diversos contextos y ambientes educativos. Uno de éstos corresponde a las sesiones de laboratorio llevadas a cabo como parte de determinados cursos de ciencias.

2.6.2 El uso de videos para el aprendizaje en laboratorio

Se han tenido buenas experiencias en la realización de videos educativos de laboratorio cuando los especialistas en la materia trabajan en conjunto con profesionales de ciencias de la comunicación. Los especialistas seleccionan cuidadosamente el contenido, mientras que los comunicadores buscan la mejor manera de presentarlo.

Un proyecto de este tipo fue llevado a cabo por el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Buenos Aires: “El video mostraba las principales etapas de un ensayo de laboratorio en forma secuenciada, con pantallas intermedias con frases explicativas y al final un mensaje destacando la importancia del ensayo para la Industria Alimentaria.” (Mugliaroli, 2014). Los resultados de este estudio mostraron que los alumnos aceptaron el video como soporte de información

y consideraron que les sería útil como parte de una explicación de trabajo de laboratorio. Todos los alumnos de la cátedra consideraron apropiado incluir el video en la explicación del trabajo práctico. Asimismo, las opiniones y comentarios de los alumnos revelaron errores u omisiones en el procedimiento experimental, así como un error numérico en el video. Esto denota la importancia de recopilar la opinión de los alumnos, no sólo para verificar que el video es aceptado como recurso didáctico, sino que su contenido es el adecuado.

Por otro lado, la facultad de Odontología en la Universidad del Desarrollo (Chile) realizó un estudio con el objetivo de determinar la percepción de los estudiantes en el uso de videos educativos en diferentes etapas del proceso de aprendizaje (Goset & Espinoza, 2013). Se seleccionó el curso de Rehabilitación Oral, el cual contó con la participación de 180 estudiantes, quienes habían desarrollado una gran capacidad memorística a nivel cognitivo. Sin embargo, su comprensión y asimilación de procedimientos técnicos presentaba una gran dificultad respecto a la falta de representaciones mentales relacionada a estos contenidos. Se realizaron tres tipos de videos:

1. *Videos demostrativos con un experto*: Su producción se caracteriza por desarrollar preguntas de integración de contenido que son respondidas por un panel de expertos y que cuentan con el apoyo de imágenes *explicativas*.
2. *Videos demostrativos con gráficos*: El procedimiento completo de las técnicas seleccionadas se graba en conjunto con la explicación del experto, emulando las demostraciones tradicionales que se llevan a cabo en las sesiones prácticas.
3. *Videos de integración conceptual*: Videos comprimidos temporalmente que buscan promover la integración de contenido. Se caracterizan por condensar los procedimientos técnicos en un tiempo corto y por incorporar efectos gráficos complejos y mensajes clínicos para reforzar el mensaje visual sin voz.

Los resultados mostraron una preferencia por el uso de videos demostrativos, en especial para transmitir información. De acuerdo a los autores, la visualización del procedimiento, reforzada con texto o narrativa crea un lenguaje común y significado compartido. Esto favorece la comunicación entre el alumno y el maestro, quienes se entienden mutuamente y avanzan en el proceso de

aprendizaje. La complejidad en el lenguaje al explicar una actividad o situación técnica es remediada por el uso de lenguaje visual, lo que brinda la posibilidad de crear una base conceptual en común que sea relevante. Además, refuerza el concepto asociado a la tarea ya que, cuando los contenidos son más aplicados, es más probable que el estudiante recupere la información y esté más dispuesto a aprender.

Finalmente, los alumnos expresaron su preferencia para visualizar los videos demostrativos de manera autónoma, sin la presión del docente. Sin embargo, los estudiantes le dan importancia al rol del maestro. Los videos deben ser integrados en actividades cuyo significado e implicaciones de la información presentada pueden ser compartidos con el maestro.

2.6.3 Dificultades en la elaboración de videos educativos

Una de las dificultades que se puede presentar en el desarrollo de un proyecto audiovisual de este tipo, es que las expectativas de los profesores tienden a recaer en el video como una pieza audiovisual en sí misma y no en la didáctica, la que determina el uso de los videos en una etapa específica del proceso de aprendizaje. Entonces, desde un punto de vista educacional, es esencial conocer cuáles son los procesos de aprendizaje e identificarlos para lograr una intervención eficiente del material audiovisual (Goset & Espinoza, 2013). Por otro lado, se necesita que profesionales de diferentes especialidades trabajen juntos con la finalidad de tener un buen producto:

“... la realización de un video didáctico de calidad requiere no sólo de un experto en tecnología de este medio audiovisual y un experto en la materia específica en la que se trabaja, sino que también requiere de un buen pedagogo que elimine las secuencias «espectáculo»” (Consejo de universidades - Secretaría General, 1990)

Hay que tener en cuenta que en raras ocasiones el video dispone de toda la información, por lo que se debe completar con explicaciones del profesor. Es decir, un video no puede reemplazar la explicación que da el docente, quien debe llamar la atención sobre los puntos más importantes del tema desarrollado y fomentar la

discusión posterior de aspectos complejos. Si es conveniente, se puede utilizar otros métodos audiovisuales, como diapositivas (Consejo de universidades - Secretaría General, 1990).

El uso de videos didácticos es percibido como una herramienta útil, especialmente los videos demostrativos. Sin embargo, el reto pedagógico está en producir piezas que, además de facilitar un entrenamiento técnico, promueve la reflexión y la comprensión profunda de un proceso. Entonces, el reto específico es el de desarrollar herramientas audiovisuales que estén acompañadas de una metodología apropiada que se adecúe a la diversidad de los estudiantes, que promueva el pensamiento crítico y, por lo tanto, un aprendizaje de calidad (Goset & Espinoza, 2013).



3. DISEÑO DEL PROYECTO

3.1 Título del proyecto

Implementación de videos como recurso didáctico en las prácticas de laboratorio de Física 2 en la unidad de Estudios Generales Ciencias de la Pontificia Universidad Católica del Perú

3.2 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la elaboración de videos instructivos para las cinco primeras prácticas de laboratorio del curso de Física 2. Dichos videos serán utilizados durante las sesiones prácticas en el semestre 2015-1. Además, se realizarán encuestas a los alumnos a fin de ciclo, cuando hayan visto los videos, para poder medir su percepción con respecto a los mismos.

Se realizarán seis videos, correspondientes a cinco de las seis sesiones prácticas de laboratorio. Los temas a tratar se pueden observar en la tabla N°2. Se eligieron estas sesiones debido a que son las que requieren un arreglo experimental más complejo. La última práctica de laboratorio (“Verificación de la ley de Boyle”), corresponde al capítulo de Termodinámica y la preparación de su arreglo experimental puede ser realizada con facilidad pues requiere únicamente de un sensor, el cual no necesita ser calibrado.

Los videos realizados serán visualizados por los alumnos una única vez durante la sesión práctica correspondiente, justo después de la prueba de entrada.

De esta manera, se busca uniformizar la información que reciben, pues el video será transmitido en todos las comisiones de prácticas de laboratorio. Finalmente, se realizarán encuestas y análisis de las notas a los alumnos para medir el impacto de la implementación de este proyecto.

Tabla N°2. Temas de los videos de prácticas de laboratorio a desarrollar

Sesión	Experimentos a realizar	Capítulo del curso
1	Deformación de un resorte debido a la aplicación de una fuerza	Elasticidad
2	Movimiento Armónico Simple en un sistema masa-resorte	Movimiento Oscilatorio
3	Ondas estacionarias en una cuerda tensa – Parte 1: Variación de tensión y número de armónico	Movimiento ondulatorio y ondas
4	4.1 Ondas estacionarias en una cuerda tensa – Parte 2: Variación de la longitud de la cuerda 4.2 Determinación de las frecuencias de resonancia en las cañitas de un siku	Movimiento ondulatorio y ondas
5	Principio de Arquímedes	Mecánica de fluidos

Fuente: Elaboración propia

3.2.1 Lugares en el que se realizará el proyecto

Este proyecto se llevará a cabo en el campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú y en el domicilio de la tesista. Se utilizarán cuatro ambientes:

1. Laboratorio A (Sección Física, PUCP): En este ambiente se realizarán las grabaciones de prueba, capturas de pantalla y grabaciones finales de los videos. Es en este ambiente donde los alumnos visualizarán los videos y realizarán las prácticas de laboratorio.
2. Gabinete de Apoyo Académico (EE.GG.CC., PUCP): En esta oficina se elaborará parte de los guiones y se editarán los videos. Se utilizará además como lugar de reuniones de coordinación entre la tesista y las comunicadoras audiovisuales encargadas de la realización del video.

3. Aula E214 (EE.GG.CC., PUCP): Esta aula será utilizada para grabar la voz en OFF que acompañará la imagen de los videos.
4. Domicilio de la tesista: En este ambiente se realizará la corrección de los guiones antes de realizar la grabación de la voz en OFF. Asimismo, se revisará el primer corte de cada uno de los videos, con la finalidad de poder enviar las correcciones a las encargadas de la edición de éstos. En caso no se pueda grabar el audio en el aula E214, se utilizará este ambiente para grabar la voz en OFF.

3.2.2 Beneficiarios del proyecto

Se identificaron dos tipos de beneficiarios en la realización de este proyecto: los alumnos del curso y los jefes de práctica.

3.2.2.1 Alumnos del curso de Física 2:

Todos los alumnos del curso verán un mismo video explicativo que mostrará el procedimiento a realizar en la sesión práctica. Esto facilitará al alumno la realización de las siguientes tareas:

1. Determinar los objetivos del experimento.
2. Nombrar los sensores utilizados.
3. Calibrar los sensores utilizados y describir su funcionamiento.
4. Utilizar las herramientas computacionales que tiene a su disposición para realizar gráficos y cálculos de magnitudes físicas.
5. Decidir el tipo de ajuste que se debe realizar para poder extraer información relevante a partir de un gráfico (ajuste lineal, cuadrático, inverso, sinusoidal, entre otros).
6. Discutir los resultados experimentales obtenidos con su compañero(a) de mesa y extraer conclusiones.

Además, al utilizar los videos se uniformizarán los contenidos transmitidos a los alumnos del curso, ya que todos recibirán la misma información al iniciar la sesión práctica de laboratorio correspondiente.

3.2.2.2 Jefes de práctica de laboratorio de Física 2:

Inmediatamente después de la prueba de entrada, los jefes de práctica ya no deberán explicar el desarrollo del laboratorio a los alumnos. Por el contrario,

mientras los alumnos observan el video, los jefes de práctica pueden dedicarse a otras tareas, como ordenar las pruebas de entrada o dar indicaciones a alumnos que lleguen tarde al laboratorio.

Adicionalmente, el video permanecerá en la computadora del laboratorio, por lo que el jefe de práctica podrá verlo antes de la sesión correspondiente (o repetirlo una vez que termine). En el caso del último video, éste será publicado en la plataforma Videos PUCP, por lo que podrá ser visto múltiples veces fuera del laboratorio. Esto beneficiará especialmente a los jefes de práctica nuevos, ya que podrán observar el experimento varias veces, de manera que el procedimiento será más claro para ellos y así le podrán brindar información más completa al alumno.

3.3 Objetivos del Proyecto de Innovación

Se tienen dos objetivos principales: La implementación de videos instructivos para las cinco primeras sesiones de práctica de laboratorio del curso de Física 2 y el estudio del impacto que estos videos tienen en las notas y percepción de los alumnos con respecto a esta nueva metodología.

3.3.1 *Elaboración e implementación de videos instructivos*

Con la implementación de videos de práctica de laboratorio en el curso de Física 2, se espera cumplir con los siguientes objetivos:

3.3.1.1 *Aumentar la motivación de los alumnos*

Ya que los objetivos serán detallados al inicio de cada uno de los videos, se espera que los alumnos tengan más claro el procedimiento a realizar. Además, al transmitir la información de manera novedosa y con la suficiente intensidad (con un volumen adecuado y sin distracciones), será más sencillo captar su atención. De esta manera, se espera que la motivación de los alumnos sea mayor.

3.3.1.2 *Favorecer la comprensión del experimento por parte de los alumnos*

Al tener, en conjunto con la guía escrita, un material audiovisual que describa el procedimiento experimental a realizar, los alumnos podrán conectar y calibrar los sensores con eficacia y rapidez. Esto les permitirá tener más tiempo

para analizar sus resultados y comprender mejor la relación entre el experimento que realizan y la teoría relacionada a este. Por otro lado, al disponer de más tiempo para realizar un análisis de los datos obtenidos, podrán elaborar mejores conclusiones.

3.3.1.3 Brindar mayor claridad sobre el uso de herramientas computacionales para recolectar y analizar datos

Los videos ayudarán a que los alumnos vean con mayor claridad el procedimiento para recolectar y analizar datos con mediante el uso de herramientas computacionales. Todos los experimentos del curso requieren la utilización de dispositivos electrónicos, por lo que el uso de una computadora es obligatorio en todas las sesiones prácticas de laboratorio. Si el jefe de práctica explica el procedimiento a seguir para recolectar o analizar datos, es difícil que los alumnos que se encuentran más alejados de la pantalla de la computadora vean este procedimiento. Sin embargo, al proyectar un video que muestra los pasos a seguir, todos los alumnos podrán observar la explicación.

3.3.1.4 Uniformizar la información brindada a los alumnos del curso

El video instructivo reemplazará la información brindada por los jefes de práctica al inicio de la sesión. De esta manera, se asegura que todos los alumnos reciban la misma información antes del desarrollo del experimento. Además, tendrán el mismo tiempo para realizar el arreglo experimental, recolectar datos y analizarlos.

3.3.2 Estudio del impacto de los videos en las notas y percepción de los alumnos

Es importante analizar el impacto que tienen los videos en las notas de los alumnos para verificar que estas, de ser afectadas, lo son de manera positiva. Además, se realizarán encuestas para registrar la percepción que tienen los alumnos con respecto a los videos.

3.3.2.1 Análisis de notas de prácticas de laboratorio

Se utilizarán notas históricas de prácticas de laboratorio para buscar variaciones en éstas que puedan ser causadas por la implementación de los videos.

Se busca corroborar que, si la distribución de las notas ha cambiado, lo hayan hecho de manera positiva (mejor promedio, distribución más uniforme de notas).

3.3.2.2 Estudio de la percepción de los alumnos con respecto a los videos

Al final de la quinta sesión de práctica de laboratorio, se realizará una encuesta a los alumnos para evaluar su percepción sobre los videos de laboratorio que observaron a lo largo del semestre. Posteriormente, se recolectará la información y se analizarán los resultados. Se buscará determinar si los alumnos perciben los videos como útiles o no. Asimismo, se establecerán aspectos por mejorar tanto en el contenido de los videos como en la manera en el lenguaje utilizado.

3.4 Estrategias y actividades a realizar

Para la adecuada realización de cada uno de los videos de laboratorio, se deben realizar múltiples actividades en orden, en coordinación con el personal del Gabinete de Apoyo Académico, el técnico del laboratorio A y la coordinadora de laboratorio de Física 2. Dichas actividades son descritas a continuación:

3.4.1 Elaboración de la primera versión del guión

La tesista elaborará la primera versión del guión en base la guía de laboratorio, la experiencia adquirida como jefe de práctica y discusiones tanto con la coordinadora de laboratorio como con otros jefes de práctica. En el guión se indicarán el audio, las escenas en el laboratorio, las capturas de pantalla en la computadora que deben ser grabadas, las fotografías de materiales necesarias, además del texto o fórmulas que se deben incluir durante la etapa de edición. Asimismo, se encontrará ordenado de manera que su edición sea metódica y el procedimiento esté claro. Un ejemplo de guión se puede ver en el APÉNDICE 1.

3.4.2 Reserva de ambientes y equipos

Se coordinará con el técnico de laboratorio (Gerardo Domínguez) para reservar el ambiente y los equipos necesarios para la realización del experimento que se va a grabar. Ya que en este laboratorio se llevan a cabo las prácticas de laboratorio de Física 1 y Física 2, se deberá buscar un momento en el que no se

realicen prácticas o clases para que no interfieran con la grabación. La disponibilidad del laboratorio deberá ser de por lo menos dos horas, para poder grabar cada experimento con la misma iluminación y el mismo fondo.

3.4.3 Grabación de video

Se grabará el desarrollo del experimento en el laboratorio, incluyendo la calibración de los instrumentos a utilizar. El experimento será realizado por la tesista y la grabación y dirección de video por dos de las integrantes del Gabinete de Apoyo Académico. Además, en caso se necesite grabar audio sincronizado con el video, se contará con la presencia de una persona adicional que mantenga la grabadora en la posición correcta.

Debido a que no se cuenta con un equipo de luces profesionales, la grabación deberá realizarse durante el día, para que la calidad del video no se ve afectada. Por otro lado, durante la grabación, se grabarán tanto planos cerrados como abiertos, de manera que se pueda sincronizar la imagen con el audio, en caso tengan duración diferente en una determinada etapa del proceso experimental.

Será necesario anotar en el guión los códigos de las fotos y videos grabados, de manera que su búsqueda durante la etapa de edición sea sencilla. Asimismo, el material audiovisual deberá ser grabado en una carpeta especialmente designada para el proyecto, de forma que esté disponible lo antes posible para las editoras y la tesista.

3.4.4 Grabación de capturas de pantalla

Ya que se trata de un laboratorio computarizado, se deberá grabar parte del procedimiento (capturas de pantalla) directamente de la computadora. Esta captura se podrá realizar de dos maneras: grabando directamente la pantalla con una cámara de video o utilizando un software especializado para realizar capturas de pantalla. La segunda opción es más complicada, pero ofrece una mejor calidad de video.

Entonces, se ejecutarán nuevamente la calibración y el experimento mientras se realiza la captura de pantalla con un software especializado. Asimismo, se realizará el procesamiento de datos (cálculos, elaboración de gráficos y/o ajustes de curva). Durante esta etapa, únicamente se necesitará de la participación de la tesista. Sin embargo, si la toma de datos es complicada, el procedimiento es mucho más rápido y sencillo si se cuenta con el apoyo de otra persona, idealmente, otro jefe de práctica.

Finalmente, las capturas de pantalla serán exportadas en formato MP4 para que puedan ser visualizadas e importadas posteriormente en un programa de edición profesional.

3.4.5 Elaboración de la segunda versión del guión

Una vez que se tengan los códigos de las imágenes y videos grabados, serán agregados al guión, de manera que las editoras puedan ubicarlos fácilmente. Asimismo, la tesista observará cuidadosamente las capturas de pantalla y modificará el guión de manera que describa a detalle el procedimiento realizado en la computadora. Esta segunda versión será utilizada para la grabación de la voz en off.

3.4.6 Grabación de la voz en off

Se realizará la grabación del audio descriptivo del experimento (voz en off) en una de las aulas de Estudios Generales Ciencias. Para asegurar la calidad del audio, se utilizará una grabadora semi profesional y la grabación será realizada en un momento en el que haya pocos alumnos alrededor del aula, de manera que el sonido de sus conversaciones no interfiera con el de la voz en off. El aula seleccionada cuenta con una alfombra (para así poder absorber el ruido) y usualmente está libre, pues se utiliza como depósito y no se realizan clases en ésta. Sin embargo, en caso la sala de reuniones de Estudios Generales Ciencias se encuentre disponible, se grabará en esta locación, pues, además de estar alfombrada, la sala cuenta con cortinas, que también absorben el ruido.

De manera similar a la grabación de video en el laboratorio, se contará con la participación de la tesista, quien leerá el guión. Una de las integrantes del

Gabinete de Apoyo Académico regulará el volumen del audio grabado e indicará a la tesista los códigos de los audios para que sean anotados en el guión que será entregado a las editoras.

3.4.7 Edición de la primera versión del video

Las integrantes del Gabinete Académico serán las encargadas de realizar la edición del video, basándose en la segunda versión del guión, que contendrá los códigos de audio anotados en uno de los márgenes. Durante el proceso, puede que surjan dudas sobre la relevancia de algunas escenas, las cuales deberán ser resueltas por la tesista a la brevedad posible a fin de no retrasar el proceso.

El programa utilizado para la edición será el Adobe Premiere Pro. Asimismo, se utilizará el Adobe Illustrator para realizar las animaciones de la introducción, objetivos, cierre y créditos del video. Las animaciones serán sincronizadas con el audio grabado y posteriormente serán exportadas en formato de video para poder ser importadas en el programa de edición.

Las editoras importarán en un proyecto de Adobe Premiere Pro todo el material disponible y lo ordenarán en base al guión, realizando consultas a la tesista cuando sea necesario para asegurarse que las imágenes son presentadas de manera óptima y que se comprenda el procedimiento que deben realizar los alumnos.

Finalmente, se tendrá un proyecto con los videos, imágenes y audio sincronizados, así como las animaciones y anotaciones sobre estas imágenes. Este proyecto será exportado en alta calidad (HD) para el visionado de la coordinadora de laboratorio y la tesista. Es altamente recomendable que, en el nombre del video, figure la fecha en la que ha sido exportado para que, posteriormente, no se confunda con nuevas versiones del video.

3.4.8 Primer visionado de la coordinadora y la tesista

Una vez que se tenga la primera versión del video, será presentado a la tesista, quien anotará las mejoras que se deben realizar para optimizar el contenido y presentación del video. Posteriormente, en lo posible, la coordinadora de

laboratorio observará el video en compañía de la tesista y le dará sugerencias o correcciones de contenido a fin de asegurar que la información presentada a los estudiantes sea la adecuada. En caso el visionado de la coordinadora no pueda ser realizado en presencia de la tesista (por diferencia de horarios), el video será enviado a través de Google Drive y las correcciones serán indicadas vía correo electrónico. Las correcciones serán resumidas en un documento de Microsoft Word, indicando los tiempos exactos en los que deben ser realizadas, de manera que las editoras puedan realizar los cambios indicados con mayor facilidad.

3.4.9 Edición de las correcciones

Una vez que las editoras cuenten con el documento que detalla las correcciones, procederán a modificar el proyecto del video. Durante este proceso, es recomendable que las editoras tengan una comunicación fluida con la tesista, de manera que, si algún cambio no es comprendido, pueda ser explicado con mayor detalle de manera presencial o utilizando algún otro método de comunicación. El proyecto será exportado nuevamente y el nombre del video tendrá la fecha correspondiente.

3.4.10 Segundo visionado de la coordinadora y la tesista

Cuando las correcciones hayan sido aplicadas, tanto la tesista como la coordinadora revisarán nuevamente el video. Si hay más correcciones por realizar, se repetirá el paso anterior hasta que el contenido y presentación del video sea el adecuado, teniendo en cuenta las fechas límite de presentación del video.

3.4.11 Presentación oficial del video

El video será copiado vía USB a una de las computadoras del laboratorio A, donde se realizan las sesiones de laboratorio de Física 2. La computadora seleccionada será aquella que cuente con conexión directa al proyector. Posteriormente, será reproducido en todos los horarios de laboratorio, después de la prueba de entrada. Los jefes de práctica de cada horario de laboratorio serán responsables de la reproducción del video y de asegurarse que el volumen sea el adecuado para una óptima percepción por parte de los alumnos.

3.4.12 Encuestas de percepción

Al final del semestre, los alumnos resolverán una encuesta virtual (anónima), a fin de medir su percepción sobre los contenidos y el lenguaje audiovisual utilizado en los videos. La encuesta será elaborada por la tesista bajo la supervisión de la coordinadora. Esta última pondrá la encuesta a disposición de los alumnos.

3.4.13 Análisis de notas y encuestas

Se analizarán las notas históricas para determinar si hubo alguna variación significativa en la distribución de éstas en el semestre 2015-1. Asimismo, se estudiarán las encuestas para determinar la percepción que los alumnos tienen sobre los videos y, a partir de sus sugerencias, se establecerán aspectos por mejorar.

3.5 Recursos humanos

Las funciones de todos los participantes se encuentran resumidas en la Tabla N°3.

3.6 Monitoreo y evaluación

Los responsables de asegurar el cumplimiento de las actividades son la unidad de Estudios Generales Ciencias y la sección Física. El Gabinete de Apoyo Académico pertenece a la primera unidad mencionada, por lo que ésta se encargará de asegurar la disponibilidad de los equipos, software y recursos humanos mencionados en la sección anterior. Por otro lado, la sección Física (del Departamento Académico de Ciencias) es la unidad a la que pertenece la coordinadora de laboratorios de Física 2, y es donde está ubicado el laboratorio A (lugar en el que se realizan las prácticas de laboratorio). La coordinadora será la principal responsable de verificar que los videos sean realizados y proyectados a los alumnos en los tiempos establecidos.

Tabla N°3. Funciones de los participantes del proyecto

Participante	Funciones
La tesista (Ana Paula Galarreta)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaboración de guiones 2. Reserva de ambientes y equipos 3. Actuación durante la grabación de video 4. Actuación durante la grabación de la voz en off 5. Grabación de capturas de pantalla 6. Visionado del primer y segundo corte de los videos 7. Elaboración de la lista de correcciones 8. Instalación de los videos en la computadora del laboratorio 9. Elaboración de encuestas de percepción 10. Análisis de notas y encuestas
El técnico de laboratorio (Gerardo Dominguez)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coordinación de préstamo del ambiente de laboratorio 2. Mantenimiento, gestión de préstamo y apoyo en el uso de los equipos
La coordinadora de laboratorios de Física 2 (Patrizia Pereyra)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Visionado del primer y segundo corte 2. Autorización para utilizar los videos en cada una de las prácticas de laboratorio 3. Transmisión de instrucciones a los jefes de práctica para que proyecten los videos a los alumnos 4. Gestión de las encuestas de percepción
El decano de Estudios Generales Ciencias (Carlos Pizarro)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Autorización del uso de recursos humanos y de software con los que cuenta la unidad 2. Autorización para utilizar los videos en las prácticas de laboratorio 3. Autorización para acceder a las notas históricas de los alumnos
Integrantes del gabinete de apoyo académico (Noelia Crispín, Carolina Vilela, Silvana Alarcón, Alejandra Napurí)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grabación de video y audio 2. Dirección de los videos 3. Grabación de la voz en off 4. Edición de los videos 5. Edición de las correcciones

Fuente: Elaboración propia

Los objetivos previstos se evaluarán mediante los resultados de las encuestas que se realizarán a los alumnos al final del semestre y el análisis de sus notas. Asimismo, los jefes de práctica de laboratorio que deseen, podrán brindar su opinión a lo largo del semestre ya sea de forma oral o a través de correos electrónicos enviados a la coordinadora de laboratorio.

3.7 Sostenibilidad

Como se mencionó anteriormente, el curso de Física 2 es uno de los tres cursos de física general que se dictan en Estudios Generales Ciencias. Los tres cursos: Física 1, Física 2 y Física 3, tienen la misma forma de evaluación. Es decir, los alumnos de los tres cursos rinden (en un ciclo regular) cuatro prácticas calificadas (20% de la nota final), seis prácticas de laboratorio (10%), un examen parcial (30%) y un examen final (40%). Todas las prácticas de laboratorio se desarrollan de la misma manera: primero se toma una prueba de entrada, luego se brinda información a los alumnos sobre el experimento, posteriormente desarrollan el experimento en grupo, luego completan una hoja de resultados, y finalmente dan una prueba de salida.

Este proyecto es replicable, pues se pueden realizar videos para las prácticas de laboratorio Física 1 y Física 3. Además, existen otros cursos de Estudios Generales Ciencias y de la Facultad de Ciencias e Ingeniería que tienen laboratorios (como Química 1 y 2 e Introducción a la Computación), para los cuales también podrían realizarse videos similares si las autoridades correspondientes lo solicitan.

Será la primera vez que se realicen videos de este tipo en Estudios Generales Ciencias, por lo que probablemente la versión realizada para el semestre 2015-1 no será la definitiva. Estos videos serán de uso exclusivo para los alumnos del curso correspondiente pero se puede considerar la posibilidad de mejorar la producción de estos para que puedan ser compartidos mediante en el canal institucional de la PUCP en la plataforma Youtube.

3.8 Presupuesto

Los recursos materiales y humanos necesarios para llevar el proyecto fueron proporcionados por Estudios Generales Ciencias y la sección Física, por lo que representan costos fijos. Asimismo, los ambientes en los que se realizarán las grabaciones pertenecen a ambas unidades.

La principal inversión en este proyecto es la de recursos humanos, pues todos los involucrados en el proyecto deberán destinar parte de su tiempo para que éste pueda llevarse a cabo. Los participantes en el proyecto fueron detallados en la sección 3.5. La coordinadora de laboratorios de Física 2 y el decano de Estudios Generales Ciencias destinarán tiempo para realizar las actividades relacionadas a los videos. Finalmente, la tesista brindará su tiempo para realizar las actividades correspondientes.

Tabla N°4. Presupuesto

Alquiler de material audiovisual			
Material	Costo	Días/semanas	Costo total
Cámara semi-profesional (alquiler)	S/.60.00 por día	1 día	S/.60.00
Trípode (alquiler)	S/.8.00 por día	1 día	S/.8.00
Grabadora (alquiler)	S/.20.00 por día	2 días	S/.40.00
Computadora (alquiler)	S/.100.00 por semana	1 semana	S/.100.00
Licencia Adobe Premiere Pro	S/.60.00 por mes	1 semana	S/.60.00
Costo			S/.268.00
Alquiler de ambientes			
Ambiente	Costo	Horas	Costo total
Laboratorio A (incluye equipos y asistencia del técnico de laboratorio)	S/.200 por hora	4	S/.800.00
Aula E204	S/.100 por hora	1	S/.100.00
Costo total			S/.900
Recursos humanos			
Especialista	Sueldo por hora	Horas	Costo total
Practicante de ciencias de la comunicación	S/.7.00	60	S/.420.00
Profesional especializado en Física	S/.25.00	20	S/.500.00
Costo total			S/.920
Costo total por la realización de un video			S/.2088

Fuente: elaboración propia

Sin embargo, si los materiales y ambientes no perteneciesen a la universidad, y las personas involucradas en el proyecto no fuesen personal fijo de este centro de estudios, se estima que el costo por video sería de aproximadamente 2000 soles. Los detalles se pueden ver en la tabla N°4.

La estimación del costo del material audiovisual ha sido realizado en base a información encontrada en las páginas de alquiler de equipos Rentacenter y Borrow Lenses. El costo del software se especifica en la página oficial del Adobe Premiere Pro CC. Finalmente, los costos de ambientes y recursos humanos sido estimados en base a la experiencia profesional de la tesista.

3.9 Cronograma

Se planea que los videos estén disponibles para los alumnos de todos los horarios del curso en el ciclo 2015-1 de acuerdo al siguiente cronograma tentativo:

Tabla N°5. Cronograma tentativo

	Actividad	Fecha
1	Grabación de pruebas de video y reuniones con la coordinadora del laboratorio	6 de Febrero – 13 de Febrero
2	Encuestas a los alumnos	9 de Febrero – 13 de Febrero
3	Grabación de las versiones finales de los videos y revisión de éstos	23 de Febrero – 13 de Marzo
4	Desarrollo de los laboratorios	26 de Marzo – 6 de Junio
5	Encuestas a los alumnos	15 de Junio – 20 de Junio
6	Análisis de notas y encuestas de percepción	22 de Junio – Julio

Fuente: Elaboración propia

4. CONCLUSIONES

Como parte de este proyecto de innovación, se realizaron seis videos demostrativos complementarios a las guías de laboratorio de Física 2, los cuales se detallan en la Tabla N°5. En estos videos se demuestra el procedimiento experimental que los alumnos deben realizar en la sesiones de prácticas de laboratorio.

Tabla N°6. Videos realizados

Sesión	Título de los videos	Experimentos realizados	Capítulo del curso
1	Laboratorio 1: Elasticidad	Deformación de un resorte debido a la aplicación de una fuerza	Elasticidad
2	Laboratorio 2: Oscilaciones	Movimiento Armónico Simple en un sistema masa-resorte	Movimiento Oscilatorio
3	Laboratorio 3: Ondas e interferencia	Ondas estacionarias en una cuerda tensa: Variación de tensión y número de armónico	Movimiento ondulatorio y ondas
4	Laboratorio 4: Ondas, sonido e interferencia (parte 1)	Ondas estacionarias en una cuerda tensa: Variación de la longitud de la cuerda	Movimiento ondulatorio y ondas
	Laboratorio 4: Ondas, sonido e interferencia (parte 2)	Determinación de las frecuencias de resonancia en las cañitas de un siku	
5	Laboratorio 5: Fluidos	Principio de Arquímedes	Mecánica de fluidos

Fuente: Elaboración propia

Debido a la disponibilidad de ambientes y equipos, los videos fueron grabados y editados a lo largo del semestre 2015-1. Tal como se propuso, estos videos fueron proyectados a los alumnos en las cinco primeras sesiones de laboratorio al finalizar la prueba de entrada correspondiente. Excepcionalmente, el último video realizado fue colgado en la plataforma Videos PUCP antes de la sesión de laboratorio y luego fue proyectado durante ésta. De esta manera, se uniformizó la información brindada a los alumnos del curso ya que, anteriormente a la implementación de este proyecto, cada jefe de práctica explicaba el experimento al grupo de alumnos a su cargo.

Con la implementación de los videos, se observó que los alumnos invierten menos tiempo en la toma de datos, y discuten más entre ellos. Asimismo, ahora los alumnos tienen una conversación más fluida con los jefes de práctica, pues preguntan más acerca de la interpretación que le pueden dar a sus resultados. En semestres anteriores, durante las sesiones de laboratorio, se aplicaban principalmente la forma de instrucción expositiva y la forma de instrucción por conversación libre. Es decir, al inicio de la sesión, los alumnos recibían una explicación por parte del jefe de práctica, quién podía o no hacer preguntas abiertas invitando a que los alumnos comuniquen si entendieron o no el tema. Luego, los alumnos desarrollaban el experimento de manera grupal y discutían sus resultados. Usualmente, los alumnos invertían la mayor parte de su tiempo en la calibración y toma de datos, por el desconocimiento u olvido del procedimiento. Entonces, la discusión de los resultados y conclusiones obtenidos se llevaba a cabo en los últimos minutos del laboratorio, principalmente. Desde que se implementaron los videos, se le da un papel más importante a la forma de instrucción por interrogación, pues los alumnos realizan más preguntas sobre la interpretación de sus observaciones y los jefes de práctica pueden cuestionarlos de manera que perfeccionen sus habilidades analíticas y experimentales.

Los videos son actividades preparatorias de la sesión de laboratorio. Al visualizarlos antes de iniciar la etapa experimental, el alumno tiene claros los objetivos del laboratorio, pues estos se mencionan al inicio de cada uno de los videos. Asimismo, al observar directamente la forma en la que se manipulan los instrumentos de laboratorio y el orden en el que se utilizan para realizar las mediciones, los estudiantes pueden verificar si interpretaron bien o no la información que leyeron en la guía de laboratorio, la cual debieron leer antes de que inicie la sesión.

Es importante mencionar la mejora en la atención de los alumnos al inicio de la sesión de laboratorio al transmitir el video una única vez para todos ellos pues, de esta manera, evitamos el ruido de fondo causado cuando tres jefes de práctica explican el mismo contenido de manera simultánea. Esto sucedía anteriormente ya que los grupos de alumnos asignados a cada jefe de práctica se encuentran ubicados muy cerca uno del otro y los estudiantes pueden distraerse con la voz del jefe de práctica asignado a un grupo al que no pertenece. Inclusive, si un jefe de práctica terminaba de explicar antes a sus alumnos, éstos podían empezar a realizar el experimento y, naturalmente, conversar para intercambiar información entre ellos, lo cual distrae a los alumnos que siguen escuchando la explicación de otro jefe de práctica. Con el uso de los videos, esto ya no sucede, pues es más fácil captar la atención de los alumnos con un material audiovisual proyectado.

4.1 Evaluación del proyecto

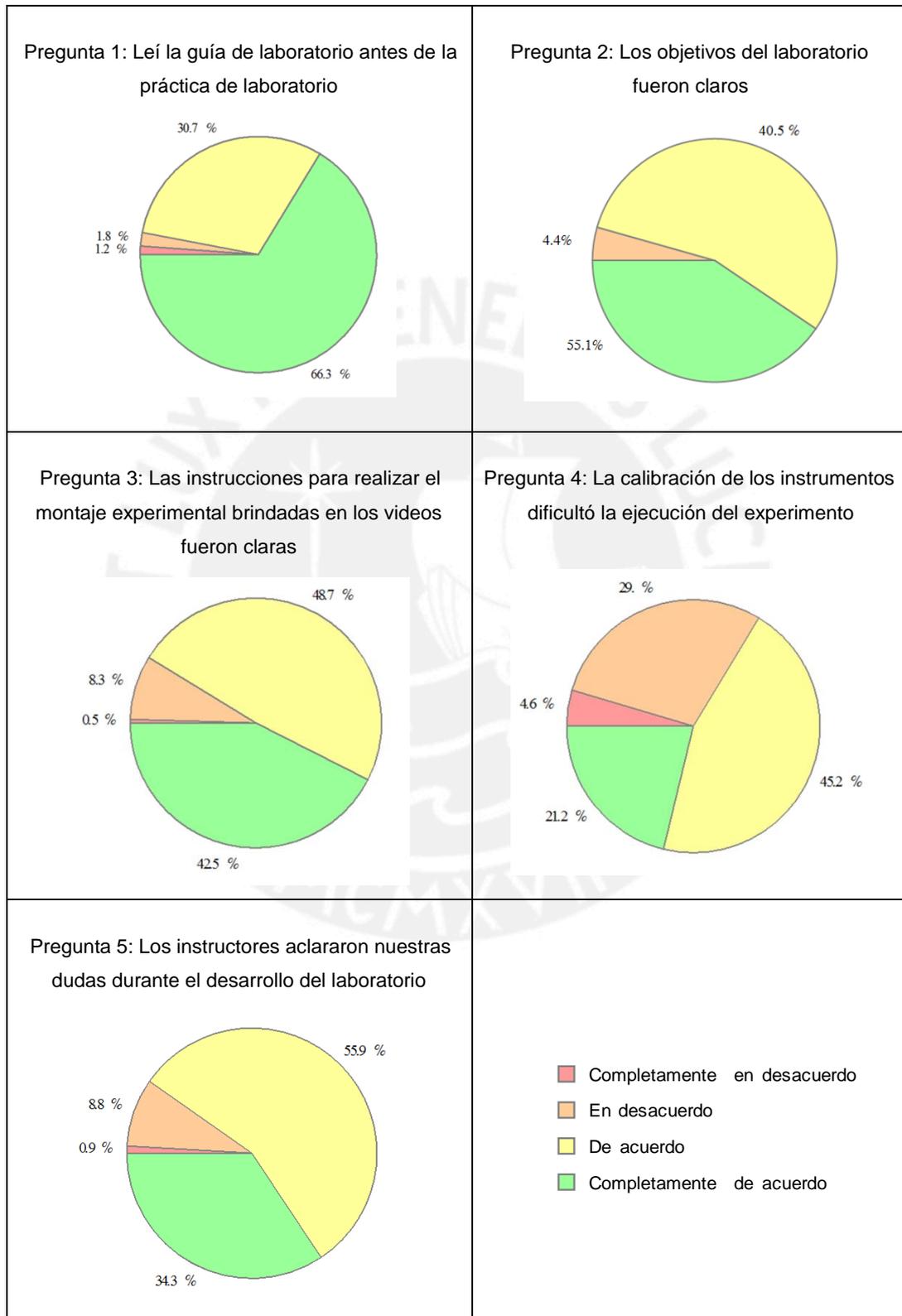
El impacto de la implementación de los videos en el semestre 2015-1 fue evaluado de dos maneras: a través de encuestas aplicadas a los alumnos y mediante un análisis de sus notas históricas.

4.1.1 Resultados de las encuestas

Se realizó una encuesta a través del Campus Virtual de la universidad, la cual respondieron 434 alumnos (de un total de 683). Los resultados a las preguntas de opción múltiple se pueden observar en el Gráfico N°3 y el Gráfico N°4.

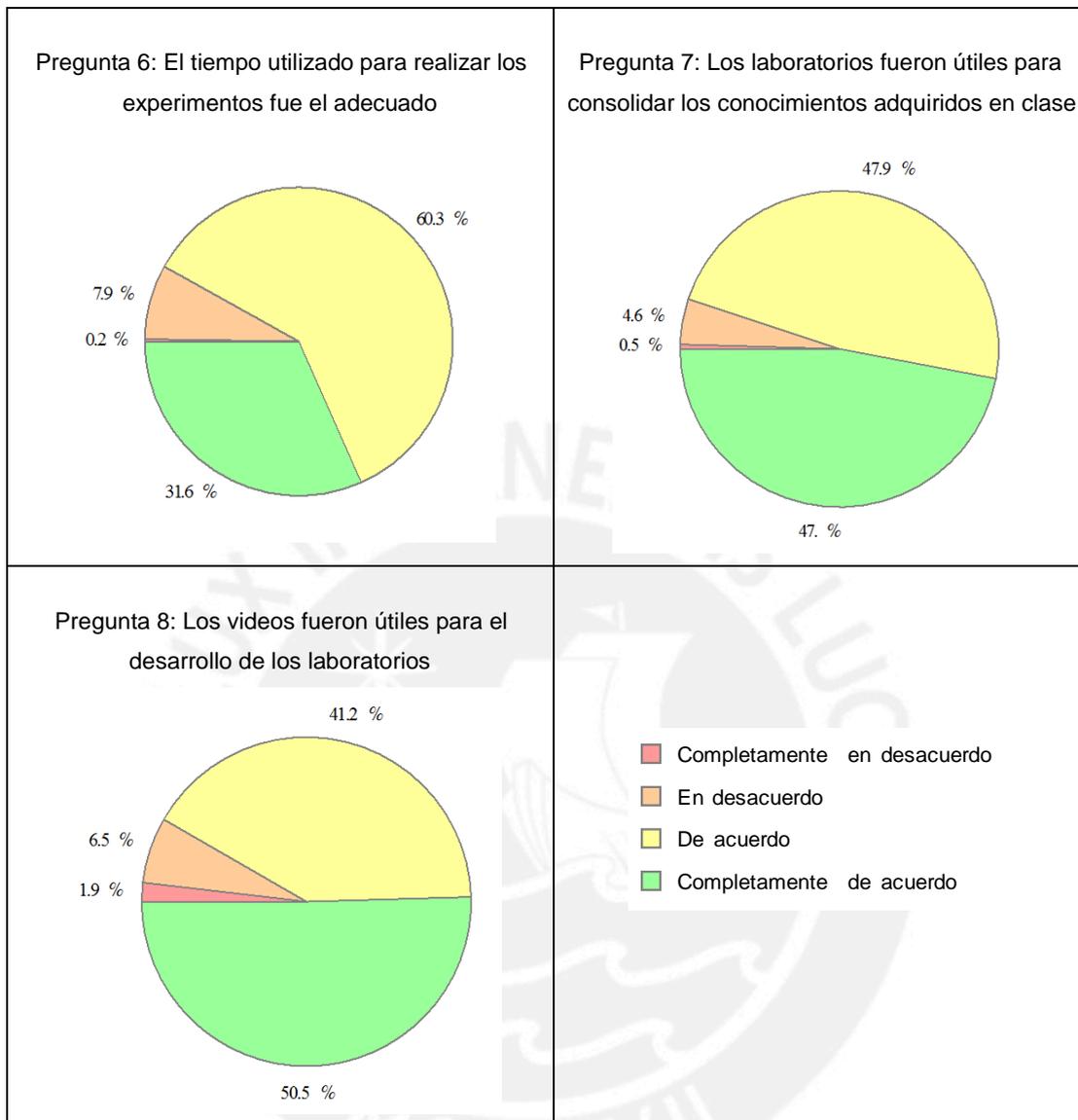
La mayoría de alumnos manifiesta que lee la guía de laboratorio. La respuesta a esta preguntas no muestran variaciones significativas con respecto a la encuesta realizada en el semestre 2015-0 (Gráficos N°1 y N°2 de la sección 1.3.2.3). Por otro lado, 90% de los estudiantes piensa que las instrucciones para realizar el montaje experimental brindadas en los videos fueron claras, un porcentaje similar al obtenido en el semestre anterior cuando opinaron sobre las explicaciones de sus instructores (90.4% pensó que fueron claras).

Gráfico N°3 Resultados de la encuesta de percepción realizada alumnos de Física 2 (2015-1) – Parte 1



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°4 Resultados de la encuesta de percepción realizada alumnos de Física 2 (2015-1) – Parte 2



Fuente: elaboración propia

Con respecto a la calibración de los instrumentos, se observa que 35% de los alumnos aún presenta dificultades, un porcentaje semejante al obtenido en el semestre 2015-0 (40%). Sin embargo, esto podría variar si se realizan videos para las sesiones de laboratorio de Física 1, ya que los alumnos aprenden a utilizar y calibrar los sensores en este curso. Similarmente, los estudiantes aún consideran que el tiempo utilizado para realizar el laboratorio fue adecuado (90%) y que los laboratorios fueron útiles para consolidar los conocimientos adquiridos en clase (90% en el 2015-0 y 95% en el 2015-1). Por otro lado, los instructores aclararon las

dudas de la mayoría de los alumnos durante el desarrollo del laboratorio (90%). Además, más del 90% de los alumnos considera que los videos fueron útiles para realizar los laboratorios. Finalmente, los alumnos tienen más claros los objetivos de laboratorio (55% está totalmente de acuerdo, en comparación al 37% anterior).

Las encuestas muestran que la percepción que los alumnos tienen sobre los laboratorios no ha variado de manera significativa, pero hay ligeras mejoras. Sin embargo, los alumnos tenían la opción de escribir comentarios al finalizar la encuesta y, en éstos, manifestaron su agrado por los videos y propusieron que estos estuviesen disponibles antes de la sesión de laboratorio para que pudiesen verlos en casa. Además, sugirieron que el contenido fuese presentado más lentamente, para que pudiesen asimilarlo.

Las observaciones que los alumnos realizaron en las encuestas y los comentarios que brindaron a lo largo del semestre revelaron que están dispuestos a adaptarse a esta nueva metodología, en la que los videos son un componente crucial. Inclusive, los estudiantes demostraron que, cuando son consultados, pueden brindar muy buenas ideas para mejorar su propio proceso de aprendizaje, al ser ellos los usuarios finales.

4.1.2 Análisis de notas de prácticas de laboratorio de los alumnos

Con el permiso del Decano de Estudios Generales Ciencias, se analizaron como ejemplo las notas históricas de laboratorio de los alumnos de Física 2. Se extrajeron las notas de los laboratorios de ciclos regulares en los que se realizó el experimento de fluidos para verificar el teorema de Arquímedes (quinta sesión de práctica de laboratorio). Se seleccionó este experimento ya que, al estudiar los sílabos del curso, se observó que era el que se realizaba más frecuentemente en ciclos regulares. Los resultados obtenidos se pueden observar en la tabla N°7.

Al visualizar las notas de dieciséis semestres, no se encontró ninguna variación significativa en las notas de los alumnos en el semestre 2015-1, periodo en el cual se implementaron los videos.

Tabla N°7 Parámetros estadísticos de las notas de prácticas de laboratorio de Física 2 en las que se realizó el experimento para verificar el principio de Arquímedes

Semestre	Número de alumnos	Media	Desviación estándar	Varianza	Mediana
2004-2	395	14.94	2.47	6.11	15
2005-1	416	15.27	2.63	6.90	16
2005-2	321	12.62	2.67	7.11	13
2006-1	465	14.48	2.48	6.13	15
2006-2	305	13.86	2.81	7.87	14
2007-1	461	13.96	2.89	8.38	14
2007-2	379	12.20	3.11	9.66	12
2008-1	319	14.40	2.68	7.18	15
2008-2	481	14.28	2.61	6.83	14
2009-1	368	12.94	3.03	9.19	13
2010-1	440	15.21	2.41	5.80	15
2012-1	488	13.81	2.77	7.67	14
2013-2	584	16.03	2.67	7.13	16
2014-1	581	15.61	2.14	4.56	16
2014-2	571	14.88	2.49	6.19	15
2015-1	626	14.76	2.49	6.20	15

Fuente: elaboración propia

4.2 Alcance del proyecto

Al finalizar el semestre 2015-1, se propuso a Estudios Generales Ciencias la realización de videos para prácticas de laboratorio de los cursos Física 1 y Física 3. Dicha propuesta fue aceptada por las autoridades correspondientes, quienes designaron a la tesista como coordinadora de videos de la unidad.

Se tuvieron en cuenta las opiniones de los alumnos, profesores y jefes de práctica, por lo que EE.GG.CC. se comunicó con la Dirección de Comunicación Institucional (DCI) de la universidad para asegurar la creación de una lista de reproducción en el canal institucional en YouTube. En esta lista de reproducción, se añadieron los videos realizados antes de las sesiones de laboratorio de forma que pudiesen ser visualizadas tanto por los alumnos como otras personas, sean miembros de la comunidad universitaria o no.

Durante el proceso de planeamiento de la nueva serie de videos, se decidió rehacer también los videos para las prácticas de laboratorio de Física 2, en los que se realizan nuevos experimentos para los mismos temas desarrollados en la primera serie de videos, pues estos son los temas tratados en el curso. De esta manera se asegura que los videos de los tres cursos tengan el mismo formato. Asimismo, se buscó la participación activa de los tres profesores coordinadores de laboratorio: Adalberto Mestanza (Física 1), Patrizia Pereyra (Física 2) y Luis Vilcapoma (Física 3), con la finalidad de garantizar la calidad de los videos. Los tres coordinadores revisaron los contenidos de los videos correspondientes a sus cursos y dieron el visto bueno antes de la publicación respectiva.

Es importante resaltar que en el semestre 2015-2, se realizó un cambio importante en los laboratorios de Física 3, pues se implementó un nuevo software (Capstone) y una nueva interfaz para recopilar señales. El software usado en los laboratorios de la sección Física es actualizado cada 8 o 10 años, por lo que los jefes de práctica deben recibir capacitación cuando esto sucede. Al contar con videos donde se detalla el uso del software y la interfaz, el cambio resultó ser sencillo para jefes de práctica y alumnos (que utilizaron el software DataStudio en Física 2).

Los videos fueron publicados en el canal de YouTube de la PUCP de manera progresiva a lo largo del semestre 2015-2 y recibieron comentarios muy positivos de parte de alumnos, jefes de práctica, profesores y autoridades de la universidad. Inclusive, se publicó una nota al respecto en el periódico de la universidad (Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005).

Posteriormente, el Vicerrector Administrativo, el Dr. Carlos Fosca mostró su apoyo al proyecto de los videos demostrativos de prácticas de laboratorio al facilitar los recursos del proyecto VEO para que sea posible rehacer los videos con una mejor calidad. En esta oportunidad, se realizará la grabación de los videos en un estudio profesional y el equipo de producción estará conformado por profesionales y practicantes de especialidades de comunicaciones. La nueva serie de videos consistirá en más de treinta videos modulares y se prevé que sean puestos a disposición del público en el semestre 2016-2 de forma que puedan ser visualizados antes de las sesiones de laboratorio.

Estos nuevos videos de laboratorio tendrán una estructura que permitirá al alumno determinar si tiene o no todos los conocimientos previos necesarios para llevar a cabo el procedimiento de un experimento específico. De no ser así, podrá acceder fácilmente a otros videos donde se describa el procedimiento para utilizar un sensor o instrumento de medición determinado, la manera adecuada de tomar datos o los diversos métodos que puede utilizar para interpretar la información recopilada.

Los videos demostrativos de experimentos para prácticas de laboratorio son ahora parte de los tres cursos de física general de EE.GG.CC. pero además pueden ser vistos por estudiantes de otras unidades. De esta manera se ha demostrado el impacto y la sostenibilidad de este proyecto.



5. RECOMENDACIONES

A partir de la experiencia adquirida durante la realización de este proyecto de innovación, se pueden brindar las siguientes recomendaciones:

1. Determinar con anticipación la estructura que tendrán los videos: De esta manera, la información transmitida a los alumnos será coherente y el proceso de edición será estandarizado.
2. Contar con un cronograma: Se deben establecer con anticipación las fechas límite de presentación de guiones, grabación de videos, edición y visionado de los docentes. La planificación cobra especial importancia cuando el proceso se realiza en época de clases y las oportunidades para usar los ambientes designados para la grabación son limitadas.
3. Involucrar a los coordinadores de laboratorio: La participación de estos docentes es de vital importancia para asegurar la calidad y el contenido de los videos, pues ellos son los que conocen mejor la información que se desea transmitir a los alumnos.
4. Solicitar las opiniones de los alumnos: Cuando son consultados, los alumnos demuestran tener ideas muy buenas para mejorar los materiales que se ponen a su disposición.
5. Conocer la opinión de los docentes y jefes de práctica: Debido a su amplia experiencia en docencia, sus sugerencias a menudo son útiles para mejorar los contenidos de los videos. Además, pueden proponer nuevas formas en las que estos contenidos se pueden presentar.

6. Comunicarse constantemente con los encargados de la parte audiovisual del proyecto: Dada la naturaleza de su profesión, los comunicadores audiovisuales son quienes pueden proponer la mejor manera de mostrar la información de forma que sea más atractiva para los alumnos. Además, son los que se encargan de la grabación y edición del material, por lo que la comunicación con quien elabora los guiones es vital para se transmitan los contenidos pertinentes de la manera más adecuada.



FUENTES CONSULTADAS

1. Asociación para el Progreso de las Comunicaciones. (2005). *Políticas TIC: Manual para principiantes*. (C. Nicol, Ed.)
2. Azinian, H. (Marzo de 2011). Aspectos didácticos de la integración curricular de las TIC. *Novedades Educativas*, 243.
3. Barbera, E., Mauri, T., & Onrubia, J. (2008). *Cómo valorar la calidad de la enseñanza basada en las TIC*. Barcelona.
4. Barroso Osuna, J. (2010). *La investigación educativa en TIC : visiones prácticas*. Madrid: Síntesis.
5. Barroso, C. (1988). Eficacia de las nuevas tecnologías en la Educación. En M. Aguirregabiria, *Tecnología y Educación*. Madrid.
6. *Borrow Lenses*. (s.f.). Recuperado el 18 de Febrero de 2016, de <https://www.borrowlenses.com/>
7. Coll, C., & Martí, E. (2001). La educación escolar ante las nuevas tecnologías de la información y comunicación. En C. Coll, J. Palacions, & A. Marchesi, *Desarrollo psicológico y educación. Vol 2. Psicología de la educación escolar* (págs. 623-651). Madrid: Alianza Editorial.
8. Computer Sciences Corp. (s.f.). *Big Data universe beginning to explode*. Recuperado el 16 de Enero de 2016, de CSC: http://www.csc.com/insights/flxwd/78931-big_data_universe_beginning_to_explode
9. Consejo de universidades - Secretaría General. (1990). 1as Jornadas Nacionales de Didáctica Universitaria. (pág. 267). Córdoba: Universidad de Córdoba.
10. Correa, M. R. (Enero de 2016). *PUCP*. Obtenido de La universidad: <http://www.pucp.edu.pe/la-universidad/nuestra-universidad/bienvenida/>
11. Dick, W., & Carey, L. (1978). *Diseño sistemático de la instrucción*. Bogotá, Colombia: Voluntad Editores Ltda. & Cía. S.C.A.
12. Fidalgo, A. (17 de Octubre de 2010). *El símil de la silla para entender qué es la innovación educativa y cómo aplicarla*. Obtenido de Innovación Educativa: <https://innovacioneducativa.wordpress.com/2010/10/17/el-simil-de-la-silla-para-entender-que-es-la-innovacion-educativa-y-como-aplicarla/>
13. Fuenzalida, V. (1998). Situación de la Televisión Pública en América Latina. *Diálogos de la comunicación*, 89-119.
14. Georgia Institute of Technology. (s.f.). *Introductory Physics I with Laboratory*. Recuperado el 18 de Enero de 2016, de Coursera: <https://www.coursera.org/course/phys1>

15. Goset, J., & Espinoza. (2013). Perception of the use of teaching videos in preclinical training of Chilean dentistry students. *Journal of Oral Research*, 90-94.
16. Gutiérrez Aguilar, O. (2005). Las TIC's en las estrategias de enseñanza-aprendizaje. En U. N. Arequipa, *TIC's en Educación*.
17. Harvard University. (s.f.). Recuperado el 20 de Enero de 2016, de Harvard Online Learning: <http://online-learning.harvard.edu/>
18. <https://www.borrowlenses.com/>. (18 de Febrero de 2016).
19. <https://www.rentacenter.com/>. (18 de Febrero de 2016).
20. Iberestudios. (s.f.). *¿Qué son las TIC y para que sirven?* Recuperado el 16 de Enero de 2016, de Iberestudios internacional: <http://noticias.iberestudios.com/%C2%BFque-son-las-tic-y-para-que-sirven/>
21. Iberestudios. (s.f.). *Las TIC en la formación: educación presencial vs educación online*. Recuperado el 16 de Enero de 2016, de Iberestudios internacional: <http://noticias.iberestudios.com/las-tic-en-la-formacion-educacion-presencial-vs-educacion-online/>
22. Instituto Nacional de Estadística. (s.f.). *Estadísticas: población que accede a internet*. Recuperado el 2015, de INEI: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/population-access-to-internet/>
23. Lacruz, M. (2002). *Nuevas Tecnologías para futuros docentes*. Universidad de Castilla la Mancha.
24. Mabillo, J. (1996). *¿Sabes enseñar? Manual para padres y profesores*. España: Espasa Calpe, S.A.
25. Massachusetts Institute of Technology. (s.f.). *MIT Open Courseware*. Recuperado el 20 de Enero de 2016, de <http://ocw.mit.edu/about/our-history/>
26. Mastache Román, J. (1962). *Didáctica general*. México D.F.: Editorial Herrero, S.A.
27. Mugliaroli, S. S. (5 de Febrero de 2014). *El uso de videos para el aprendizaje en el laboratorio*. Obtenido de <http://www.oei.es/congreso2014/memoriactei/776.pdf>
28. Orozco Gómez, M. (Marzo de 2011). Jóvenes audiencias frente a múltiples pantallas: implicaciones educativas. *Novedades Educativas*, 243.
29. Platanius, A. (2011). *Improving the Physics lab multimedia contents*. Obtenido de Worcester Polytechnic Institute: https://m.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-042011-115645/unrestricted/Improving_the_Physics_lab_Multimedia_contents_V2.pdf
30. Pontificia Universidad Católica del Perú. (7 de Setiembre de 2005). *Laboratorios de Física en video*. Obtenido de Punto Edu: <http://puntoedu.pucp.edu.pe/noticias/laboratorios-de-fisica-en-video/>

31. Pontificia Universidad Católica del Perú. (Octubre de 2012). *Plan Estratégico Institucional 2011-2017*. Obtenido de <http://textos.pucp.edu.pe/pdf/2476.pdf>
32. Pontificia Universidad Católica del Perú. (Julio de 2014). Programa analítico. *Física 2*. Lima, Perú.
33. Pontificia Universidad Católica del Perú. (2015). *Estudios Generales Ciencias*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2015, de <http://facultad.pucp.edu.pe/generales-ciencias/nosotros/presentacion-eegccc/>
34. Pontificia Universidad Católica del Perú. (Noviembre de 2015). *Instituto de Docencia Universitaria*. Obtenido de Conversatorio "La PUCP en Youtube": <http://idu.pucp.edu.pe/eventos/conversatorio-la-pucp-en-youtube/>
35. Pontificia Universidad Católica del Perú. (Setiembre de 2015). *Modelo Educativo PUCP*. Obtenido de <http://www.pucp.edu.pe/documento/MOD-Educativo-2015.pdf>
36. Pontificia Universidad Católica del Perú. (s.f.). *DIA PUCP: Presentación*. Recuperado el 16 de Enero de 2016, de Dirección de Informática Académica: <http://dia.pucp.edu.pe/presentacion/>
37. Pontificia Universidad Católica del Perú. (s.f.). *Educast*. Recuperado el 16 de Enero de 2016, de <http://educast.pucp.edu.pe/>
38. Pontificia Universidad Católica del Perú. (s.f.). *Portal de Comunicación Institucional*. Recuperado el 14 de Diciembre de 2015, de Sobre DCI: <http://dci.pucp.edu.pe/dci/>
39. Pontificia Universidad Católica del Perú. (s.f.). *PUCP*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2015, de LA UNIVERSIDAD - Historia: <http://www.pucp.edu.pe/la-universidad/nuestra-universidad/historia/resena-historica/>
40. Pontificia Universidad Católica del Perú. (s.f.). *Videoconferencias PUCP*. Obtenido de <http://videoconferencias.pucp.edu.pe/service/4>
41. Pontificia Universidad Católica del Perú. (s.f.). *Videos PUCP*. Obtenido de <https://videos.pucp.edu.pe/>
42. QS Quacquarelli Symonds Limited. (s.f.). *QS Top Universities*. Recuperado el 14 de Enero de 2016, de QS University Rankings: Latin America 2015: <http://www.topuniversities.com/university-rankings/latam-university-rankings/2015>
43. RefSeek. (s.f.). *Educational video sites*. Recuperado el 1 de 16 de 2016, de http://www.refseek.com/directory/educational_videos.html
44. Rubio Correa, M. (s.f.). *La universidad*. Recuperado el 15 de Enero de 2016, de PUCP: <http://www.pucp.edu.pe/la-universidad/nuestra-universidad/bienvenida/>
45. Schmieder, J. (1963). *Didáctica general* (7 ed.). Buenos Aires, Argentina: Editorial Losada S.A.
46. The New Media Consortium. (2008). *The Horizon Report*. California.

47. University of New South Wales. (2014). *LAB CLASSES for ALL first year physics courses, Term 2, 2014*. Recuperado el 22 de Enero de 2016, de UNSW - Faculty of Science: https://newt.phys.unsw.edu.au/firstyear/labs/lab_classes.html
48. University of Stony Brook. (s.f.). *PHY 124 Main Page*. Recuperado el 2 de Febrero de 2016, de Stony Brook Physics Laboratory Manuals: <http://skipper.physics.sunysb.edu/~physlab/doku.php?id=phy124:phy124>
49. University of Western Ontario. (s.f.). *Chemistry 1301A Course Outline (2015-16)*. Recuperado el 11 de Diciembre de 2015, de <https://www.uwo.ca/chem/undergraduate/docs/outlines/1301.pdf>
50. Vera, E. (2005). Educomunicación audiovisual. En U. N. Arequipa, *TIC's en na Educación*.
51. Youtube. (s.f.). *PUCP - Youtube*. Recuperado el 14 de Diciembre de 2015, de Youtube: <https://www.youtube.com/user/pucp>



APÉNDICE 1: EJEMPLO DE GUIÓN PARA EL VIDEO DE LABORATORIO SOBRE LA LEY DE BOYLE

FÍSICA 2 2015-1 LABORATORIO 6: LEY DE BOYLE

Leyenda:

Única imagen	Cuadro de texto sobre la imagen
Texto sobre fondo borroso	Pantalla compartida

	Audio (A)	Texto (T)	Laboratorio (L)	Computadora (C)
1	OBJETIVO: -Verificar la ley de Boyle.	OBJETIVO: -Verificar la ley de Boyle.	Fondo borroso del laboratorio.	----
2	En este laboratorio, se utilizarán los siguientes materiales: -Interfaz Pasco -Sensor de presión -Sensor de temperatura -Jeringa	MATERIALES: -Interfaz Pasco -Sensor de presión -Sensor de temperatura -Jeringa	Se muestran los materiales en orden: -Interfaz Pasco -Sensor de presión -Sensor de temperatura -Jeringa	----
3	Primero, conectar el sensor de presión absoluta a la interfaz en el canal A.	----	Se ve cómo se conecta el sensor de presión a la interfaz	----
4	Luego, conectar el sensor de temperatura en el canal B	----	Se ve cómo se conecta el sensor de temperatura a la interfaz	----
5	Indicar en el DataStudio, que se ha conectado el sensor de presión absoluta en el canal A	----	----	Se ve cómo se conecta el sensor de presión absoluta. Encerrar el nombre del sensor en un recuadro rojo.
6	... y el sensor de temperatura en el canal B. No es necesario calibrar ninguno de los sensores.	<i>Cuadro de texto:</i> No es necesario calibrar ninguno de los sensores.	----	Se ve cómo se conecta el sensor de temperatura. Encerrar el nombre del sensor en un recuadro rojo.
	Audio (A)	Texto (T)	Laboratorio (L)	Computadora (C)
7	Ya que la ley de Boyle se cumple únicamente para gases mantenidos a temperaturas constantes, será necesario medir la temperatura.	LEY DE BOYLE: $PV = cte$ (para procesos isotermos)	Fondo borroso donde se ve la jeringa.	----
8	Para esto, colocar el sensor de temperatura en la mesa...	----	<i>(Pantalla compartida con 8C)</i> Se ve cómo se coloca el sensor de temperatura en la mesa	<i>(Pantalla compartida con 8L)</i> Se ve la pantalla de configuración
9	...y abrir una gráfica de temperatura versus tiempo.	----	<i>(Pantalla compartida con 9C)</i> Sensor de temperatura en la mesa	<i>(Pantalla compartida con 9L)</i> Se ve cómo se abre la gráfica de temperatura versus tiempo.

	Audio (A)	Texto (T)	Laboratorio (L)	Computadora (C)
10	Dar clic a inicio...	----	(Pantalla compartida con 10C) Sensor de temperatura en la mesa	(Pantalla compartida con 10L) Se ve cómo se da clic a inicio.
11	... y tomar datos por 30 segundos, aproximadamente. No acercarse al sensor mientras está midiendo la temperatura, pues la temperatura corporal podría afectar los resultados.	----	(Pantalla compartida con 11C) Sensor de temperatura en la mesa	(Pantalla compartida con 11L) Se ve cómo van apareciendo puntitos en el gráfico. Luego, se puede cortar el video para que no hayan momentos de silencio incómodo y pasar de frente a 12C.
12	Cuando hayan pasado los 30 segundos, dar clic en detener.	----	(Pantalla compartida con 12C) Sensor de temperatura en la mesa	(Pantalla compartida con 12L) Se ven los últimos segundos de toma de datos y cómo se da clic en detener.
13	Luego, determinar el promedio y la desviación estándar.	----	----	Se ve cómo se determinan el promedio y la desviación estándar. Encerrar el valor de la media y la desvEst en un recuadro rojo.
14	Una vez que se tienen estos resultados, borrar los datos registrados en este ensayo.	----	----	Se ve cómo se da clic en "Experimento" y luego en "Suprimir último ensayo de datos"
	Audio (A)	Texto (T)	Laboratorio (L)	Computadora (C)
15	Dado que en este experimento se busca comprobar la ley de Boyle, es necesario registrar el volumen, el cuál será obtenido con ayuda de la jeringa graduada.	----	Se ve la imagen de la jeringa. Deben verse los numeritos.	----
16	Los valores de volumen serán ingresados por teclado.	<i>Cuadro de texto:</i> Los valores de volumen serán ingresados por teclado.	Se ve la imagen de la jeringa.	----
17	Dar clic a "opciones de muestreo" y, en la pestaña de "muestreo manual", definir el parámetro volumen a ingresar por teclado y sus unidades en mililitros. Dar clic en aceptar.	----	----	Se ve cómo se ingresa a opciones de muestreo y se definen el volumen y sus unidades.
18	Ya que el volumen y la presión son inversamente proporcionales, se deberá definir la inversa de la presión en la calculadora.	----	----	Se ve cómo se da clic en "calculadora"

	Audio (A)	Texto (T)	Laboratorio (L)	Computadora (C)
19	Escribir la fórmula e indicar que P es igual a la presión absoluta registrada por el sensor.	----	----	Se ve cómo se ingresa la fórmula y se define P.
20	Dar clic en aceptar	----	----	Se ve cómo se da clic en aceptar.
21	Antes de iniciar la grabación, abrir una tabla que muestre como variables el volumen y la presión absoluta. Esto ayudará a verificar, durante la grabación, que los resultados son consistentes con la realidad.	----	----	Se ve cómo se genera la tabla.
22	Ahora, conectar el sensor de presión absoluta a la jeringa. Asegurarse que no hay fugas de aire. Si esto sucede, el valor de volumen registrado sería incorrecto.		Se ve cómo se conecta el sensor a la jeringa.	
23	Para registrar los datos, jalar el émbolo de la jeringa hasta que marque un valor de 20 mililitros...		Se ve cómo se jala el émbolo hasta 20 mL.	
24	... y dar clic en "inicio"		<i>(Pantalla compartida con 24C)</i> Se ve la jeringa con el émbolo en 20 mL	<i>(Pantalla compartida con 24L)</i> Se ve cómo se da clic en inicio
25	Dar clic en "conservar" e ingresar el valor del volumen en mililitros. Dar clic en aceptar.		<i>(Pantalla compartida con 25C)</i> Se ve la jeringa con el émbolo en 20 mL	<i>(Pantalla compartida con 25L)</i> Se ve cómo se da clic en conservar y se ingresa el valor del volumen.
	Audio (A)	Texto (T)	Laboratorio (L)	Computadora (C)
26	Luego, empujar el émbolo hasta que marque un valor de 19 mililitros.		<i>(Pantalla compartida con 26C)</i> Se ve cómo se empuja el émbolo hasta que marca 19 mL.	<i>(Pantalla compartida con 26L)</i> Se ve cómo cambian los valores en la tabla.
27	Dar clic en "conservar" e ingresar el valor del volumen.		<i>(Pantalla compartida con 27C)</i> Se ve la jeringa con el émbolo en 19 mL	<i>(Pantalla compartida con 27L)</i> Se ve cómo se da clic en conservar y se ingresa el valor del volumen.
28	Repetir el procedimiento variando el volumen en pasos de 1 mililitro hasta llegar a 6 mililitros.		<i>(Pantalla compartida con 28C)</i> Se ve la jeringa con el émbolo en 6 mL	<i>(Pantalla compartida con 28L)</i> Se ve la tabla llena.
29	Luego, abrir una gráfica presión versus volumen y analizar la forma de la curva.	<i>Cuadro de texto:</i> ¿Qué forma tiene la curva? ¿Cómo se denomina?		Se ve cómo se abre la gráfica presión versus volumen

	Audio (A)	Texto (T)	Laboratorio (L)	Computadora (C)
30	Después, abrir una gráfica volumen versus la inversa de presión y determinar el tipo de ajuste que se debe hacer.	<i>Cuadro de texto:</i> ¿Qué forma tiene la curva? ¿Qué tipo de ajuste se debe hacer?		Se ve como se abre la gráfica volumen versus inversa de presión.
31	Con los parámetros del ajuste, es posible determinar el volumen de aire contenido en la manguera. Puede que necesites la orientación de tu jefe de laboratorio en esta parte. Para este ensayo, se obtuvo un valor de ____ mililitros.	<i>Cuadro de texto:</i> Determinar el volumen de aire en la manguera	Se ven la jeringa y la manguera.	
32	Una vez que se conoce el volumen de aire contenido en la manguera, es posible calcular el volumen total.			Se ve la gráfica volumen versus inversa de presión (30C)
33	Ingresar a calculadora y definir una nueva variable: el volumen total, el cual es igual a la suma del volumen de la jeringa con el volumen de la manguera. El volumen de la jeringa está dado por los datos ingresados por teclado, mientras que el volumen de la manguera será una constante.			Se ve cómo se da clic en "calcular" y cómo se define el volumen total
34	Finalmente, abrir una gráfica de presión versus volumen total y realizar un ajuste inverso.			Se ve cómo se abre la gráfica de presión versus volumen total.

