

UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

LICENCIATURA EN DOCENCIA

Propuesta de estrategias metodológicas para el contenido curricular
“Oscilaciones y ondas mecánicas” que propicie el aprendizaje significativo en
el estudiantado que asiste al curso Laboratorio de Física General II de la
Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente durante el II semestre del
2020

Modalidad: Proyecto

María Gabriela Campos Fernández

Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en
Docencia

Segundo semestre, 2020

Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo general el proponer estrategias metodológicas para el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” que propicien un aprendizaje significativo en el estudiantado que asiste al curso Laboratorio de Física General II de la Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente, durante el II semestre del año 2020.

Durante la realización del trabajo, primeramente, se realiza un diagnóstico utilizando información suministrada por el estudiantado de la carrera de Ingeniería Industrial y al personal docente de la Sección de Física de la Sede de Occidente, mediante una encuesta y una entrevista respectivamente. Con la información recolectada y analizada, se procede al diseño de una estrategia educativa para la posterior implementación. La estrategia educativa fue evaluada por el estudiantado del curso y validada por un experto.

Como principales resultados obtenidos se encuentra el uso de metodología y evaluación similar para el curso impartido en la modalidad presencial y virtual. A la vez, aparecen una serie de diferencias en cuanto a la percepción del estudiantado bajo la modalidad presencial y virtual, siendo la modalidad presencial mejor calificada que la virtual. Se identifica el uso de evaluación sumativa tanto en la modalidad presencial como virtual, pero no el uso de evaluación diagnóstica. Como principales conclusiones se encuentra la necesidad de iniciar la actividad experimental en el laboratorio desde el curso de teoría, la percepción del estudiantado es que el laboratorio sigue una metodología expositiva y se observa el enfoque conductista aplicado en el curso. Se proponen diversidad de actividades utilizando la plataforma institucional Mediación Virtual, así como evaluación diagnóstica, formativa y sumativa bajo el enfoque constructivista y propiciar un aprendizaje significativo en el estudiantado.

Palabras clave: estrategias metodológicas, aprendizaje significativo, laboratorio de Física, oscilaciones y ondas mecánicas.

Tribunal examinador

Este Trabajo Final de Graduación fue sometido a la consideración del Tribunal Examinador compuesto por las siguientes personas:

Persona representante de la CTFG

Mag. Ilse Gutiérrez Schwanhäuser
Coordinadora de la carrera de Licenciatura en Docencia

Licda. Maribel Martínez Gallo
Directora de Trabajo Final de Graduación

MSc. Cinthia Carvajal Arce
Asesora

Licda. Andrea Morales Méndez
Asesora

Agradecimiento

A mis padres y hermano por estar presentes en el proceso.

A la Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente por permitir llevar a cabo el proyecto.

A la Sección de Física de la Sede de Occidente por su apoyo y colaboración.

A las profesoras Maribel y Margott por la guía y el acompañamiento en el proceso.

A los estudiantes que colaboraron, especialmente a Lauren y Yefri.

A todos los de que alguna u otra manera fueron parte del proceso y permitieron finalizarlo.

Dedicatoria

A mis padres.

Tabla de contenidos

Capítulo N°1: Introducción.....	1
1.1 Tema.....	2
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Contexto educativo en el que se inscribe el proyecto	6
1.4 Justificación	8
1.5 Objetivos.....	11
1.5.1 Objetivo general.....	11
1.5.2 Objetivos específicos.....	11
1.6 Antecedentes	12
1.6.2 Antecedentes internacionales.....	13
1.6.3 Antecedentes nacionales	17
Capítulo 2: Marco teórico.....	22
2.1 Enseñanza de la Física	23
2.1.1 Laboratorios de Física	29
2.1.2 Programa del curso FS0311 Laboratorio de Física General II.....	34
2.1.3 Contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”	35
2.2 Aprendizaje significativo de David Ausubel.....	37
2.2.1 Rol de las estrategias metodológicas en el aprendizaje	39
2.2.2 La evaluación: tipos de evaluación	42
2.2.3 Material didáctico.....	43
2.2.3.1 Rol del material didáctico en la dinámica del aula.....	43
Capítulo 3: Marco metodológico	45
3.1. Proceso metodológico ejecutado para hacer el diagnóstico	46
3.1.1 Objetivos del diagnóstico.....	46
3.1.2 Destinatarios del proyecto	47
3.1.2.1 Sujetos de información	47
3.1.2.2 Ejecución.....	47
3.1.3 Instrumentos utilizados en el diagnóstico.....	48
3.1.3.1 Descripción de los instrumentos.....	48
3.1.4 Cronograma de ejecución	51

3.1.5 Técnicas	52
3.1.6 Cuadro de operacionalización de elementos claves de los objetivos del diagnóstico	52
3.2. Proceso metodológico para el desarrollo de la estrategia educativa.....	54
3.2.1 Diseño de la estrategia educativa	54
3.2.2 Proceso metodológico para el desarrollo de la Estrategia Educativa.	56
3.3 Descripción del proceso para la evaluación y validación de la estrategia educativa: técnicas, instrumentos y procedimientos.....	57
Capítulo 4: Resultados	58
4.1 Resultados del diagnóstico	59
4.1.1 Identificar la percepción del estudiantado respecto a las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”	61
4.1.1.1 Elemento clave N°1: Estrategias metodológicas.....	64
4.1.1.2 Elemento clave N°2: Material didáctico	67
4.1.1.3 Elemento clave N°3: Evaluación.....	70
4.1.2 Diagnosticar las necesidades y expectativas de formación del estudiantado que asiste al curso Laboratorio de Física General II.....	73
4.1.3 Identificar la percepción del personal docente sobre las estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación utilizada en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”	81
4.1.3.1 Elemento clave N°1: Estrategias metodológicas.....	82
4.1.3.2 Elemento clave N°2: Material didáctico	93
4.1.3.3 Elemento clave N°3: Evaluación.....	96
4.1.4 Principales hallazgos.....	104
4.1.4.1 Estrategias metodológicas, material didáctico y evaluaciones del curso Laboratorio de Física General II	104
4.1.4.1.1 Estrategias metodológicas	104
4.1.4.1.2 Material didáctico	107
4.1.4.1.3 Evaluación.....	109
4.2 Estrategia educativa.....	114
4.2.1 Justificación.....	114
4.2.2 Objetivos de la estrategia educativa.....	116

4.2.3 Fundamentación teórica de la estrategia educativa	116
4.2.4 Población meta	118
4.2.5 Componentes de la estrategia educativa	118
4.3 Resultados de la implementación de la estrategia educativa	131
4.4 Evaluación de la estrategia educativa	134
4.5 Validación de la estrategia educativa	137
Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones	150
5.1 Conclusiones	151
5.2 Recomendaciones	158
5.3. Alcances y limitaciones.....	160
Referencias Bibliográficas	162

Índice de cuadros

Cuadro 1 Cronograma de ejecución del diagnóstico	51
Cuadro 2 Cuadro de operación de los elementos clave de los objetivos del diagnóstico.....	53
Cuadro 3 Objetivos específicos	55
Cuadro 4 Planeamiento de la estrategia educativa.....	56
Cuadro 5 Plan didáctico de la estrategia educativa	57
Cuadro 6 Opinión del estudiantado con respecto a la evaluación del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”, según modalidad matriculada...	72

Índice de figuras

Figura N°1 Porcentaje de estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial y Enseñanza de las Ciencias Naturales que respondieron el cuestionario	61
Figura N°2 Porcentaje de estudiantes que tiene una condición de matriculado o de aprobado en el curso Física General II.....	62
Figura N°3 Porcentaje estudiantil matriculado en curso bajo la modalidad virtual y bajo la modalidad presencial.....	63
Figura N°4 Percepción estudiantil sobre la relación entre las estrategias metodológicas utilizadas y el logro de los objetivos del curso Laboratorio de Física General II, según la modalidad matriculada	64
Figura N°5 Estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente durante el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” indicadas por el estudiantado, según la modalidad matriculada	65
Figura N°6 Opinión del estudiantado sobre la relación entre las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” y el aprendizaje significativo, según modalidad matriculada	66
Figura N°7 Criterio del estudiantado con relación al material didáctico utilizado por el personal docente del curso Laboratorio de Física General II, según modalidad matriculada.....	68
Figura N°8 Materiales didácticos utilizado por el personal docente, según el estudiantado, en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”, según modalidad matriculada.....	69
Figura N°9 Instrumentos de evaluación de los aprendizajes en el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” utilizados por el personal docente, indicados por el estudiantado, según modalidad matriculada.....	71
Figura N°10 Opinión del estudiantado respecto a expectativas de formación académica al asistir al curso Laboratorio de Física General II, según modalidad matriculada	74
Figura N°11 Opinión del estudiantado sobre el nivel de satisfacción de necesidades de formación en la carrera en el curso Laboratorio de Física General II, según la modalidad matriculada	76
Figura N°12 Nivel de satisfacción del estudiantado con respecto al curso Laboratorio de Física General II, según la modalidad matriculada.....	78

Figura N°13 Opinión del estudiantado respecto a la necesidad de comprensión de principios de experimentación como parte de la formación universitaria, según la modalidad matriculada.....	79
Figura N°14 Opinión del estudiantado respecto a la necesidad del uso de instrumentos de medición como parte de la formación universitaria, según la modalidad matriculada.....	80

Lista de anexos

ANEXO N°1 Carta de solicitud de autorización de la institución.....	169
ANEXO N°2 Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida al personal docente de la Sección de Física de la Universidad de Costa Rica, Sede Occidente.....	171
ANEXO N°3 Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida a una persona especialista en constructivismo	175
ANEXO N°4 Cuestionario auto administrado dirigido a estudiantes de Ingeniería Industrial que cursan el Laboratorio de Física General II el segundo semestre del año 2020 en la Universidad de Costa Rica, Sede Occidente	178
ANEXO N°5 Rúbrica de validación de instrumentos de recolección de datos: Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida al personal docente de la Sección de Física de la Universidad de Costa Rica, Sede Occidente.....	184
ANEXO N°6 Rúbrica de validación de instrumentos de recolección de datos: Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida a un especialista del constructivismo.....	195
ANEXO N°7 Rúbrica de evaluación de la Estrategia Educativa	206
ANEXO N°8 Rúbrica de validación del diseño de la Estrategia Educativa por experto	209
ANEXO N°9 Programa del curso FS0311 Laboratorio de Física General II	213
ANEXO N°10 Cronograma.....	216

Capítulo N°1: Introducción

1.1 Tema

El curso Laboratorio de Física General II en la Universidad de Costa Rica presenta una metodología y evaluación utilizada por muchos años sin cambios significativos. La metodología actual en el curso sigue una línea tradicional basado en la completitud de procedimientos ya establecidos y actividades extra como la realización de un preinforme e informe que deben ser analizados en el contexto actual. La existencia de herramientas virtuales en la vida cotidiana del estudiantado facilita las labores, sin embargo, estas deben ser planificadas para lograr los objetivos de aprendizaje de acuerdo a las recomendaciones encontradas en la literatura de la enseñanza de la Física. Es de interés la implementación de estrategias metodológicas para el curso Laboratorio de Física General II sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” que involucra los laboratorios llamados “Movimiento armónico” y “Ondas estacionarias en una cuerda”.

Cabe acotar que la estrategia educativa se limita a la población estudiantil de la Sede de Occidente de la Universidad de Costa Rica, que se encuentre matriculada en el FS0311 Laboratorio de Física General II en el II semestre de 2020. Este trabajo tiene por objetivo general proponer estrategias metodológicas sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” que propicie el aprendizaje significativo en el estudiantado que asiste al curso FS0311 Laboratorio de Física General II de la Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente durante el II semestre de 2020.

La línea de investigación institucional de la Escuela de Ciencias de la Educación es “Liderazgo e innovación en la gestión educativa” y el campo temático de la carrera es “Liderazgo del quehacer docente en las dinámicas educativas”. En el Capítulo N°1 se desarrolla la introducción que contiene el tema, planteamiento del problema, el contexto educativo en el que se inscribe el proyecto, justificación, objetivos y antecedentes. En el Capítulo N°2 se desarrolla el referente teórico y

en el Capítulo N°3 el marco metodológico. En el Capítulo N°4 se muestran los resultados y la estrategia educativa. Finalmente, el Capítulo N°5 se muestran las conclusiones y recomendaciones.

1.2 Planteamiento del problema

El laboratorio de Física de la Sede de Occidente está localizado en el Recinto de San Ramón, en San Ramón de Alajuela. Este laboratorio es el espacio físico donde se imparten los distintos cursos de laboratorio de Física que están en los planes de estudios de las carreras impartidas en la sede. Los cursos de Física General I, II y III con sus respectivos laboratorios son parte del plan de estudio de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Industrial. Los cursos de laboratorio aportan una comprensión de fenómenos físicos y complemento de los cursos teóricos de Física General a nivel universitario.

En el curso FS0311 Laboratorio de Física General II en la Universidad de Costa Rica indica, como parte de su metodología, el desarrollo de una práctica de laboratorio descrita en el manual de prácticas, realizar una prueba corta al inicio de la lección y una explicación sobre el fenómeno físico a estudiar, y fuera del tiempo de clases la elaboración de un preinforme e informe. Adicional, la plataforma institucional Mediación Virtual se utiliza como parte del curso, añadiendo un nivel de virtualidad bimodal. La realización de un preinforme en casa previo a cada lección, la realización de una prueba corta, el trabajo en laboratorio, y la realización de un informe a entregar una semana después de realizada la práctica y un proyecto final corresponde a la evaluación sumativa del curso.

El rol del profesor o profesora es el de instruir al estudiantado sobre las correctas prácticas del uso del equipo y software, de explicar las actividades y generar comprensión sobre la relación de los hallazgos con la teoría. Este tipo de metodología ha sido implementada desde hace años para este curso sin una variación significativa. Las estrategias metodológicas utilizadas en el curso

deben ser analizadas porque hay una metodología tradicional plasmada en el programa del curso.

Para ejemplificar la problemática respecto a los laboratorios de Física a nivel universitario, un proyecto de apoyo a la docencia realizado en el 2008, para el Laboratorio de Física I en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), con el afán de mejorar el aprovechamiento de los laboratorios para incrementar el rendimiento académico, evalúa y da recomendaciones sobre el curso. Este laboratorio tiene similitudes en cuanto a la metodología utilizada, con la principal diferencia sobre el nivel de virtualidad utilizado. Entre las recomendaciones mencionadas para el ITCR se encuentran incorporar el uso de la computadora, mostrar la utilidad de los experimentos, enfocarse en la calidad del análisis y conclusiones en lugar de cantidad a la hora de hacer el informe, entre otros (Chinchilla, Muñoz, Segura, 2008). El curso impartido en la Universidad de Costa Rica carece de una evaluación sobre su situación actual, pero los hallazgos mostrados en el proyecto de ITCR demuestra la necesidad de identificar factores que pueden ser intervenidos para mejorar la metodología utilizada.

Actualmente, el laboratorio de Física en el Recinto Universitario de San Ramón está equipado con sensores y programas para las actividades descritas en los manuales de las prácticas de laboratorio, y además está reforzado con herramientas virtuales. Existen ventajas y desventajas en cuanto a esto, por ejemplo, las herramientas tecnológicas deben ser usadas adecuadamente para que el estudiantado sea capaz de entender el fenómeno físico a estudiar, caso contrario pueden ser usadas para simplificar el trabajo pedido en las actividades de laboratorio, como por ejemplo al copiar y pegar el contenido del marco teórico o procedimiento para realizar el preinforme de laboratorio, y con esto, se pierde el objetivo buscado en esta actividad.

Por otro lado, el aula virtual en la plataforma institucional Mediación Virtual es usada como medio de comunicación, realización de pruebas cortas, para entrega de trabajos, entre otros, teniendo éste mayor potencial como recurso educativo. Adicional, se desconoce la percepción del estudiantado con respecto a la utilidad de las actividades de laboratorio para el entendimiento del fenómeno físico.

Es por ello que se debe explorar alguna forma innovadora que cumpla con las expectativas de docentes y del estudiantado y se logre una mejora mediante actividades que propicie aprendizajes significativos en cada práctica de laboratorio. La falta de evaluación diagnóstica sobre las actividades realizadas como parte de la metodología del laboratorio no permite identificar deficiencias que pueden ser superadas con una estrategia metodológica para el contexto actual. De no proponerse estrategias metodológicas sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” que propicie el aprendizaje significativo en el estudiantado que asisten al curso Laboratorio de Física General II que vengan a mejorar la práctica de aula continua sin explotar el potencial de los laboratorios como actividad investigadora en la formación del estudiantado.

La presente investigación se considera viable dado que se cuenta con el respectivo el permiso institucional para hacer el trabajo de campo. El curso FS0311 Laboratorio de Física General II es parte de la oferta académica para el II semestre de 2020, bajo la modalidad virtual debido a la emergencia sanitaria por el virus SARS CoV-2. El laboratorio cuenta con el equipo completo para los laboratorios relacionados con “Oscilaciones y ondas mecánicas”. Además, se cuenta con un aula virtual en la plataforma institucional Mediación Virtual. Es por ello que se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las estrategias metodológicas sobre el contenido curricular Oscilaciones y ondas mecánicas que propicien el aprendizaje significativo en el estudiantado que asisten al curso Laboratorio de Física General II de la Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente durante el II semestre de 2020?

1.3 Contexto educativo en el que se inscribe el proyecto

La Universidad de Costa Rica (UCR, 2020) crea la Sede de Occidente en 1968. La Sede Occidente consta de dos recintos universitarios: el Recinto Universitario de San Ramón localizado en San Ramón de Alajuela, y el Recinto Universitario de Grecia, localizado en Tacaes Norte de Grecia. Actualmente, la Sede de Occidente es la sede con mayor población de las sedes regionales de la Universidad de Costa Rica. Esta cuenta con 2820 estudiantes y diversas carreras de Bachillerato, Licenciatura y Maestría.

La Sede de Occidente está integrada por los departamentos de Ciencias Naturales, Ciencias Sociales, Ciencias de la Educación y Filosofía, Artes y Letras. El Departamento de Ciencias Naturales es el más grande y este está conformado por las Secciones de Matemática, Física, Química y Biología. Además, en este Departamento laboran directamente cinco administrativos: el director, la asistente y tres encargados de los laboratorios de Física, Química y Biología. El Departamento ofrece 9 carreras impartidas en el Recinto de San Ramón y el Recinto de Grecia. Las siguientes carreras tienen cursos de Física en el programa de estudio: Licenciatura en Ingeniería Industrial, Bachillerato y Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas, Bachillerato y Licenciatura en Laboratorista Químico, Bachillerato en Enseñanza de las Ciencias Naturales y Bachillerato en la Gestión de los Recursos Naturales.

De las carreras mencionadas, solo la Licenciatura en Ingeniería Industrial y el Bachillerato en Enseñanza de las Ciencias Naturales llevan un fuerte componente en Física, con al menos tres cursos de teoría. Mediante los cursos FS0210 Física General I, FS0310 Física General II y FS0410 Física General III se cubre la teoría de Física universitaria en la carrera de Ingeniería Industrial. Como complemento a estos cursos, se tienen cursos de correquisito los laboratorios de FS0211 Laboratorio de Física General I, FS0311 Laboratorio de Física General II y FS0411 Laboratorio de Física General III respectivamente.

El curso FS0311 Laboratorio de Física General II pertenece a la Escuela de Física; es un curso de cátedra. Está orientado a todas las carreras de la Universidad de Costa Rica que lo contemple en su plan de estudios, en todos sus sedes y recintos. Las carreras involucradas son: Tecnología de Alimentos, Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química, Ingeniería Agrícola y de Biosistema, Ingeniería Topográfica, Topografía, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería Electromecánica Industrial, Ingeniería en Desarrollo Sostenible y Enseñanza de las Ciencias Naturales.

El Laboratorio de Física General II es un curso localizado en el tercer ciclo del plan de estudios de Ingeniería Industrial. El estudiantado que puede matricular el curso son hombres y mujeres, que ya han aprobado Física General I y Laboratorio de Física General I. Debido a la capacidad del laboratorio, el curso en modalidad presencial tiene un máximo de 18 personas por grupo, pero este valor puede ser menor por ciclo lectivo. El curso con modalidad presencial tiene un grado de virtualidad bimodal, el cual comprende 50% de interacción virtual mediante un aula virtual para el estudiantado de la Sede de Occidente por medio de la plataforma institucional Mediación Virtual. Debido a la emergencia sanitaria por el virus SARS CoV-2, los cursos de Laboratorio de Física se desarrollarán en modalidad virtual mediante el aula virtual en la plataforma.

El laboratorio de Física es un espacio físico localizado en el edificio de Ciencias Naturales en el Recinto de San Ramón. En este espacio se encuentran un cuarto de instrumentos, la oficina del encargado de laboratorio y el espacio físico para impartir las clases de laboratorio. Este espacio cuenta con pizarra, escritorio, proyector de video, seis mesas alargadas para tres personas cada una, donde el estudiantado realiza las actividades asignadas, pila, refrigerador, armarios con equipo y salida de emergencias. Las mesas están equipadas con una computadora portátil cada una y el equipo necesario para desarrollar la práctica de laboratorio. Por último, cabe mencionar que este espacio está conectado con

tres cubículos para uso del personal docente, y con la oficina del coordinador de la Sección de Física. Es en este lugar donde se atiende a la población estudiantil de la carrera de Ingeniería Industrial.

1.4 Justificación

La Sede de Occidente es una sede regional de la Universidad de Costa Rica. Como parte de las carreras que se imparten, se encuentra la Licenciatura en Ingeniería Industrial, la cual contempla en el plan de estudios tres cursos de Física General con sus respectivos laboratorios. Los Laboratorios de Física General tienen asignados tres horas de trabajo presencial y seis horas de trabajo en casa. El estudiantado, de forma presencial experimenta mediante las actividades indicadas en un manual de prácticas de laboratorio, para cumplir con los objetivos específicos de cada práctica y con el objetivo general del laboratorio, el cual indica en el programa del curso (Anexo N°9) lo siguiente “Por medio de la realización de experimentos básicos permitir al estudiante comprender la aplicabilidad de la Física en el ámbito de la Ingeniería y las Ciencias Naturales”.

Las estrategias realizadas antes de la emergencia sanitaria debido al virus SARS CoV-2 consistían en la realización de prácticas debidamente establecidas en grupos de dos o tres personas donde se manipula equipo de laboratorio con la guía de la persona docente. Actualmente esas prácticas se modificarán para realizarlas de forma virtual. Como parte de la evaluación sumativa del curso, el estudiantado debe cumplir con la entrega de un preinforme antes de la clase, realizar una prueba corta y las actividades descritas en el manual de prácticas y presentar un informe una semana después de realizada la clase.

Durante el desarrollo de los contenidos programáticos de los laboratorios de Física se realiza una serie de actividades por parte del estudiantado que consisten en observación, medición, colección y análisis de datos, y sacar conclusiones utilizando cierto equipo y materiales (Sutarno, Setiawan, Kaniawati y Suhandi, 2019). Las actividades actualmente utilizadas persiguen

lo anterior, sin embargo, la estrategia metodológica implementada en el laboratorio está basada en el método tradicional con pequeñas variantes para sustituir algunas actividades realizadas a lápiz y papel con actividades virtuales, por ejemplo, las pruebas cortas o la realización de gráficos con los datos obtenidos. La propuesta de estrategias metodológicas donde se utilicen, por ejemplo, actividades virtuales como lo son simulaciones interactivas además de las presenciales, y así lograr los objetivos de la práctica, debe ser analizada. Radinschi, Fratiman, Vasilica y Cazacu (2017) concluyen que un método eficiente en la enseñanza de la Física consiste en unificar el trabajo de laboratorio con equipo y con simulaciones computacionales. Esta unificación genera un mejor entendimiento del fenómeno físico a estudiar.

El proyecto de graduación es viable dado que en el Recinto de San Ramón de la Sede de Occidente de la Universidad de Costa Rica se cuentan con el permiso institucional para realizar el trabajo de campo. Este Recinto cuenta con un laboratorio de Física debidamente equipado para la realización de todas las actividades descritas en el manual de prácticas del curso y se cuenta con un aula virtual en la plataforma institucional Mediación Virtual para el apoyo a las actividades. Los sujetos de información con los que se trabajó son el personal docente de la Sección de Física y el estudiantado de la carrera de Ingeniería Industrial que matriculen el curso FS0311 Laboratorio de Física General II durante el II semestre del 2020. El curso Laboratorio de Física General II se impartió en el II semestre del 2020 bajo la modalidad virtual, lo cual hace posible una implementación de estrategias metodológicas.

Se pueden generar nuevos conocimientos al no existir bibliografía referente a estrategias metodológicas en la Sede de Occidente. Un estudio importante para la investigación fue realizado en Rumania por Radinschi et al. aborda un contenido de “Oscilaciones y ondas mecánicas” como lo es “Ondas estacionarias” (Radinschi et al., 2017, p. 1). Este estudio es un antecedente clave como aplicación de una estrategia metodológica en la enseñanza de la Física utilizando

un medio virtual. Un proyecto de graduación en la Sede de Occidente generará un valor teórico en el sentido de la aplicación al contexto local. Además, los hallazgos y metodologías pueden ser incluidos en otros contenidos curriculares del curso, así como de otros cursos de laboratorio de Física en la Sede de Occidente indicados en el plan de estudios de la carrera Licenciatura en Ingeniería Industrial.

Un aporte importante para la docencia es que permitirá desarrollar e implementar estrategias metodológicas sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” para generar una dinámica diferente a la actualmente utilizada con el fin de propiciar un mayor entendimiento por parte del estudiantado. Los beneficiarios de la realización del proyecto de graduación son el personal docente de la Sección de Física y el estudiantado de Ingeniería Industrial que cursa la materia en la Sede de Occidente por medio de la intervención de otras prácticas de laboratorio del curso con base en los aportes de la presente investigación.

A pesar de que existen estudios sobre diferentes metodologías implementadas en otros países y en la Cátedra de Física de la Universidad Estatal a Distancia (UNED) relacionados con la enseñanza de la Física a nivel universitario, no hay estudios publicados en la Universidad de Costa Rica que aborden propiamente las estrategias metodológicas en los laboratorios de Física. El Laboratorio de Física General II tiene tanto el equipo para realizar la clase tradicional como un aula virtual que es usada para disposición y entrega de documentos, y como medio de comunicación formal entre el profesorado y el estudiantado. Estas dos características hacen que se pueda abordar una solución en forma de estrategia presencial y virtual, tal y como lo menciona las referencias consultadas. Como utilidad metodológica permitirá la creación de nuevos instrumentos para recolección de información tales como instrumentos para diagnóstico en el estudiantado.

La meta de investigación consiste en el diseño, aplicación y validación de estrategias metodológicas para el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” que propicien un aprendizaje significativo en el estudiantado, utilizando los recursos como lo son el equipo de laboratorio y el aula virtual que están actualmente a disposición del curso Laboratorio de Física General II.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Proponer estrategias metodológicas sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” que propicie el aprendizaje significativo en el estudiantado que asiste al curso de Laboratorio de Física General II de la Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente durante el II semestre del 2020.

1.5.2 Objetivos específicos

- ❖ Identificar la percepción del estudiantado que asiste al curso de Laboratorio de Física General II sobre las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”.
- ❖ Diagnosticar las necesidades y expectativas de formación del estudiantado que asiste al curso Laboratorio de Física General II.
- ❖ Identificar la percepción del personal docente sobre las estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación utilizada en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”.
- ❖ Diseñar estrategias metodológicas para el curso de Laboratorio de Física General II sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” que propicie aprendizaje significativo en el estudiantado.

- ❖ Aplicar estrategias metodológicas para el curso Laboratorio de Física General II sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”.
- ❖ Validar las estrategias metodológicas para el curso de Laboratorio de Física General II sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”.
- ❖ Evaluar las estrategias metodológicas para el curso de Laboratorio de Física General II sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”.

1.6 Antecedentes

A continuación, se presentan los antecedentes de la investigación “Propuesta de estrategias metodológicas sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” que propicie el aprendizaje significativo en el estudiantado que asisten al curso Laboratorio de Física General II de la Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente durante el II semestre del 2020”, los cuales se muestran en dos apartados: antecedentes internacionales y antecedentes nacionales. Se respeta el orden cronológico, partiendo del más antiguo al más reciente. La información fue obtenida por medio de la Biblioteca Virtual de la Universidad Estatal a Distancia y artículos y otros documentos almacenados en el repositorio Info+Fácil y catálogo OPAC del Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información de datos de la Universidad de Costa Rica. Además, se consultaron otras bases de datos de acceso abierto como Dialnet, Redalyc y ResearchGate.

En la literatura disponible, existen diferentes modalidades de los cuales el entorno experimental puede ser local o remoto (Infante, 2014). El interés, debido a las características del curso FS0311 Laboratorio de Física General II, está en entornos experimentales locales, específicamente local real (presencial) y virtual, por ello, los antecedentes expuestos abarcan esta modalidad.

En la literatura internacional se encuentran casos específicos sobre propuestas de laboratorios enfocados en la experiencia con laboratorios virtuales con reales para población universitaria. El laboratorio virtual se centra en el aprendizaje activo usando herramientas con escenarios interactivos y de respuesta dinámica (Salinas, Giménez, Cuenca, Seiz y Monsoriu, 2019). Hay gran variedad de herramientas virtuales utilizadas y documentadas en distintas partes del mundo.

Por otra parte, en la literatura nacional se encuentra poco material respecto a laboratorios a nivel universitario. Resalta el hecho de que la Universidad Estatal a Distancia (UNED) ha estado implementando recursos virtuales en diversos cursos como parte de la educación a distancia. Otras universidades costarricenses no reportan material bibliográfico sobre su manejo de laboratorios de Física, es por ello, que se amplía la búsqueda a Biología y Química, y a estudios en la educación costarricense en la Enseñanza de las Ciencias o Matemáticas.

1.6.2 Antecedentes internacionales

En Rumania, Radinchi et al. (2017) crearon e implementaron una simulación sobre ondas estacionarias en la Universidad Técnica de Gheorghe Asach. El estudio fue realizado en el segundo semestre del año académico 2015-2016 utilizando dos grupos de laboratorio de Física en la Facultad de Ingeniería Civil y Servicios de Construcción. El programa creado consistió en dos simulaciones computacionales, la primera sobre ondas estacionarias en una cuerda vibrante y la segunda de ondas electromagnéticas estacionarias en un sistema de Lecher. Se indica que las personas estudiantes decidían si trabajaban con la simulación o no. El estudio incluyó 226 estudiantes de los cuales 51 no usó la simulación. El tiempo de uso de la simulación fue del 25% de la lección, siempre asistido por un profesor o profesora. En ese tiempo el estudiantado colecta datos, realiza cálculos, interpreta y hace gráficos que luego compara con el caso real.

El objetivo principal de los planes de estudio en la facultad de Ingeniería Civil y Servicios de Construcción está en que el estudiantado debe adquirir y entender los fundamentos de ciencias e ingeniería para soluciones de diversos problemas de ingeniería civil y construcción, incrementar sus aprendizajes e incrementar sus habilidades en informática y trabajo en equipo. El personal académico confía en las ciencias de la vida y las herramientas informáticas modernas para guiar las actividades (Radinchi et al.; 2017). Las simulaciones computacionales, indican, tienen éxito como herramienta de enseñanza-aprendizaje y han concluido desde su experiencia acumulada por años, que un método eficiente en la enseñanza de la Física el trabajo con equipo real y simulaciones computacionales.

La evaluación de los aprendizajes del alumnado es reportada mediante la estadística descriptiva e inferencial. Al final del laboratorio, se realizaron dos pruebas cortas de 20 preguntas, uno para cada trabajo de laboratorio, para verificar el grado de conocimiento de los objetivos de aprendizaje. Además, se realiza una actividad de comparación entre el laboratorio real y virtual, esta actividad contribuye a la calificación del laboratorio. Adicional, se realizó un Test-T al set de datos. Los resultados muestran que el estudiantado que trabajó con la simulación computacional alcanzará mejores notas en el laboratorio y el examen final.

Este estudio es clave para el tema, ya que aborda el uso de situaciones reales y virtuales como entornos para el aprendizaje en laboratorios de Física. Esto permite un redireccionamiento de lo planteado para la aplicación en otro contexto. Hay un puntaje mayor para la población estudiantil que realizó la actividad virtual demostrando que las simulaciones computacionales son una herramienta para mejorar los procesos de enseñanza, brindando una justificación para considerar simulaciones computacionales como herramienta del aula virtual.

Un estudio realizado en Indonesia por Sutarno et al. (2019) implementó un modelo de capacidades mentales de orden superior en laboratorio virtual (HOT-VLab, en sus siglas en inglés) en el concepto de efecto fotoeléctrico para mejorar habilidades de pensamiento crítico y de resolución creativa de problemas. Los miembros del estudiantado involucrados fueron 35 maestros de pre-servicio de la Universidad de Bengkulu en el semestre del año académico 2017-2018. El estudio involucró 9 hombres y 26 mujeres en el rango de 19 a 22 años. Como parte de la metodología, se realizaron pre-test y post-test para medir la diferencia e incremento en notas. No se indican detalles del contexto educativo del estudio.

Este estudio es de interés ya que implementa una estrategia metodológica que involucra un espacio virtual como lo es un laboratorio virtual, así como su diseño. Se indica que hay una fase previa al laboratorio y la fase de laboratorio realizado durante la sesión de laboratorio virtual. Se especifica que en la fase previa las actividades que el estudiantado realiza corresponden a pasos preparatorios, descripción y formulación del problema, preguntas de predicción, predicciones en grupo y determinación y selección de ideas. La actividad de laboratorio consiste en una etapa de exploración, etapa de explicación y etapa de conclusión. La validación del modelo de laboratorio virtual empleado consistió en la crítica de tres expertos en la enseñanza de la Física. Este proceso descrito, además de los resultados expuestos en el documento son importantes para el proceso de diseño de la estrategia educativa. Además, la metodología utilizada es de importancia para estudiar las fases detalladas en el documento como parte de la propuesta a plantear debido a que hay semejanzas en cuanto a la metodología del laboratorio, pero con la intención de provocar capacidades mentales de orden superior en el estudiantado.

En España, Salinas et al. (2019) implementa el diseño y evaluación de un laboratorio virtual con el objetivo de estudiar y comprender operaciones de vectores y sus propiedades. Para ello utilizó la herramienta “Easy Java

Simulation”. Se realizaron encuestas para conocer la opinión del estudiantado, así como generar un proceso de retroalimentación. El estudio se realizó en la Universidad Politécnica de Valencia durante el año académico 2017-2018. De la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño se utilizó un grupo con enseñanza tradicional del grado en ingeniería mecánica y otro grupo con laboratorio virtual en el grado de ingeniería eléctrica, en todos los casos pertenecen al primer año de carrera. El método de evaluación de la herramienta consistió en una serie de test de con respuesta de tipo abierta y numérica. Un test inicial para conocer el nivel de conocimiento inicial de sobre el tema de vectores y un segundo test después de la explicación y metodología usada, finalmente, una evaluación para conocer el grado de satisfacción se realizó una encuesta anónima.

El estudio realizado por Salinas et al. (2019) es relevante para el proyecto de graduación ya que implementa una herramienta virtual como parte de la formación del estudiantado de ingeniería. Además, indica que se realizaron test con el fin de medir el desempeño académico. La metodología de evaluación utilizada es relevante para implementarla en el proyecto como evaluación de las estrategias metodológicas a implementar. Los resultados muestran que a pesar de que mejora la puntuación con el uso de laboratorio virtual, los resultados no son concluyentes. Destaca un incremento en la motivación del estudiantado por el uso de esta herramienta virtual. La diferencia sustancial está en que el tema de vectores es un tema matemático relevante para la Física.

Otro estudio realizado en Indonesia, por Gunawan et al. (2019) desarrolló un laboratorio virtual para el curso de termodinámica en la Universidad de Mataram, para personas docentes de Física de pre-servicio. En este caso se conformaron dos grupos del curso de termodinámica, uno de control y uno experimental. Se usó un diseño de evaluación pre-test y post-test. Los instrumentos utilizados son test de creatividad y test de solución de problema en forma de ensayo. Los instrumentos fueron validados por expertos. Los datos son

analizados con un Test-T y el incremento de la creatividad y habilidades de resolución de problemas es medido con la formula “N-gain”. Este tratamiento de datos hace al estudio relevante para la investigación ya que es una forma aplicada de analizar los resultados de la aplicación de una estrategia en laboratorios de Física. Se concluye que el uso de laboratorios virtuales ha sido capaz de aumentar la creatividad y la habilidad de resolución de problemas.

1.6.3 Antecedentes nacionales

Existen pocos antecedentes que mencionen las estrategias implementadas en laboratorios de ciencias a nivel universitario, es por ello que se amplía la búsqueda a la educación costarricense a nivel básico, secundaria y superior.

En la revisión de antecedentes se encuentra un artículo de Pereira (2015), el cual indica que una forma tradicional enseñanza de la Biología en el Ciclo Diversificado consiste en facilitar cuestionarios o guías de estudio con un libro de texto asignado. La problemática surge al abordar la gran cantidad de temas y que el estudiantado aprenda en el proceso. La investigación se llevó a cabo en el Colegio Humanístico Costarricense de Heredia, con un único grupo de undécimo año, ya que este reporta destacados resultados académicos. El grupo consistía de 24 alumnos, 12 hombres y 12 mujeres. La investigación es una investigación cualitativa, mediante el método etnográfico con un estudio de casos. Se realizaron 18 observaciones participativas entre febrero y septiembre del 2011, se les aplicó una entrevista semiestructurada por duplicado, se realizaron dos sesiones con grupo focal con seis estudiantes. La información fue analizada referente a las estrategias metodológicas. El estudio muestra muchas diferencias, tanto a nivel de población como de contenido. Sin embargo, el estudio realiza un estudio detallado cualitativo de las diferentes estrategias metodológicas aplicadas a la enseñanza de la Biología, donde la metodología de investigación utilizada puede ser importante para completar los objetivos de

diagnóstico al ser la investigación de Pereira una investigación de tipo cualitativa.

Por otra parte, a nivel universitario, Arguedas y Ureña (2016) escriben sobre la forma de impartir el curso “Física Moderna” en la carrera de Licenciatura en Enseñanzas de las Ciencias de la UNED y la forma en que se ha impartido el curso con la plataforma Moodle. La implementación de la plataforma Moodle inició en el 2011. Se describe la estructura del curso, así como las actividades realizadas formativas y evaluables.

La relevancia de este documento está en la implementación y experiencia con la plataforma institucional Moodle para la enseñanza de la Física. Debido a que el curso FS0311 Laboratorio de Física General II tiene un aula virtual, es importante conocer cómo se ha usado estas plataformas en otros cursos de Física. Hay que destacar como principal diferencia contextual el hecho de que la UNED se enfoca en la educación a distancia, contrario al curso FS0311 Laboratorio de Física II cuya modalidad es de tipo presencial. Un dato importante es que se indica que el curso tiene el mayor porcentaje de aprobación de la Cátedra de Física entre los años 2011-2016, mostrando la importancia de la herramienta.

Por otra parte, Alvarado, Delgado, González, Sánchez y Vásquez (2017) sistematiza el proceso inicial de implementación del modelo de laboratorios virtuales para la Universidad Estatal a Distancia (UNED) de Costa Rica, para diversas áreas. Los laboratorios virtuales fueron elaborados como material didáctico multimedia. Se elaboraron un total de 13 laboratorios distribuidos en cuatro grupos, de la siguiente manera: 4 de Didáctica inclusiva de los Estudios Sociales y la Educación Cívica: buenas prácticas, 4 de Geometría Euclídea, 4 de Herramientas Colaborativas para Entornos Virtuales y 1 del Ciclo for. Como parte de la fundamentación teórica del proceso implementado está el concepto de laboratorio virtual y las componentes del laboratorio virtual. La importancia del estudio está en que es un esfuerzo por implementar laboratorios virtuales en

diferentes cursos. A pesar de que la modalidad de educación a distancia, la descripción, así como los criterios para el nivel de complejidad de la herramienta son valiosos para el proyecto a desarrollar.

Una tesis de licenciatura fue desarrollada en por Arroyo (2017) en el cual realizó una investigación bajo el paradigma cuantitativo en el centro educativo Escuela de Peñas Blancas en el General en la materia de Matemática y un estudio descriptivo. La población de estudio son dos profesores y 33 estudiantes de tercer nivel de primaria. La problemática señalada consiste en el no logro de puesta en práctica habilidades matemáticas para la resolución de problemas. Para la investigación se realizó un análisis de las estrategias metodológicas utilizadas por el cuerpo docente en el tercer nivel para un aprendizaje significativo de la Matemática.

La metodología utilizada consistió en el uso de la entrevista, encuesta y observación de clases. Se realizó un análisis de la información recolectada, una triangulación de datos y un análisis de los resultados obtenidos. Se concluye que las estrategias utilizadas no son significativas y no son utilizadas favorablemente según lo establecido por el Ministerio de Educación. Esta investigación es importante como antecedente porque da un aporte en el aspecto metodológico para determinar estrategias que propicien aprendizaje significativo, sin embargo, la población meta y la materia son diferencias importantes a considerar.

Un trabajo final de graduación de modalidad proyecto de graduación fue realizado por González (2018). Se realizó un proyecto titulado *Diseño de una herramienta tecnológica destinada al favorecimiento de los procesos de enseñanza – aprendizaje de la Química para el estudiantado de la Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED), durante el segundo semestre del año 2018*. La problemática presentada se trata del bajo rendimiento académico mostrado por la población estudiantil que cursa Química según la Unidad de Aseguramiento de Calidad

Académica de esta institución desde 2014 hasta el 2017. Los dos objetivos generales son “analizar los factores académicos y familiares que inciden en el proceso de enseñanza- aprendizaje del estudiantado de química, de la Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED) durante el primer semestre del año 2018” y “proponer una herramienta tecnológica como recurso didáctico de apoyo en los procesos de enseñanza – aprendizaje de la Química, en el estudiantado matriculado en la Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED) durante el primer semestre del año 2018” (p. 11). Cabe destacar, entre los objetivos específicos está el determinar el estilo de aprendizaje significativo predominante en la población meta.

El diseño metodológico propuesto consiste en realizar un diagnóstico por medio de una encuesta y observación, y una validación para la página web diseñada. Como parte de los instrumentos para el diagnóstico se utilizó un cuestionario y una hoja de cotejo para una observación no participativa de lecciones para su posterior triangulación. Los resultados son utilizados para la elaboración de una estrategia educativa. Se determinó los estilos de aprendizaje significativo en los procesos de enseñanza-aprendizaje, específicamente las estrategias de aprendizaje utilizando el modelo de Programación Neurolingüística de Bandler y Grinder utilizando un cuestionario. Como resultado se concluye que se debe realizar una estrategia de aprendizaje inclusiva, que incluya los tres tipos de aprendizaje indicado por el modelo: auditivo, visual y kinestésico. Se indica que la didáctica por medio del uso de las tecnologías de la información y comunicación podría ser fuente de motivación. Para la implementación de la estrategia educativa se desarrolló y validó una página web para el curso de Química. Se utilizó la validación por medio de profesores del curso. Además, se evaluó la página web mediante un cuestionario aplicado al estudiantado.

Lo propuesto por Diego González es importante ya que la metodología utilizada puede ser tomada en cuenta porque existen similitudes en cuanto a población meta y materia. Por otra parte, el aporte sobre el aprendizaje significativo es una

contribución a tomar en cuenta al ser ambos cursos de la materia de ciencias a nivel universitario.

Por último, una investigación en modalidad de tesis fue realizada por Arias (2018) en el Liceo la Alegría de Siquirres durante el segundo semestre. En esta se analizan las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente en la materia de ciencias en el nivel de séptimo año para fortalecer la medición pedagógica. La investigación es de enfoque tipo cualitativo en el que se usaron la observación y la entrevista semiestructurada. Se concluye que existe poco conocimiento en cuanto a conceptos de neurociencia, la inadecuada aplicación de las estrategias metodológicas provocando que se desaprovechen las ventajas de neurociencia en la labor docente y no ocurra un aprendizaje significativo en el estudiantado. Se determinó que la clase magistral y preguntas generadoras son las estrategias utilizadas con mayor frecuencia, pero son estrategias que desentonan con los aportes de las neurociencias.

Esta investigación es relevante para el objeto de estudio ya que involucra una investigación en estrategias metodológicas y el aprendizaje significativo en el área de ciencias. Entre sus diferencias se encuentra la población meta y el nivel educativo. Además, el diseño metodológico utilizado es relevante ya que una de las poblaciones involucradas como lo es el personal docente.

Capítulo 2: Marco teórico

Para el presente trabajo se realiza una descripción teórica sobre la enseñanza de la Física desde el punto de vista objetivista y constructivista a través de los años hasta las recomendaciones actuales sobre los objetivos que deben alcanzar los laboratorios de Física en la actualidad. Por otra parte, se describen algunos aportes importantes de la teoría de aprendizajes significativos de Ausubel. Es por lo anterior que en este apartado se desarrollan en dos ejes centrales. El primero titulado “Enseñanza de la Física” el cual contiene tres subtemas titulados “Laboratorio de Física”, “Programa del curso FS0311 Laboratorio de Física General II” y “Contenido curricular Oscilaciones y ondas mecánicas”. El segundo tema a desarrollar se titula “Aprendizaje significativo de David Ausubel” con los subtemas “Rol de las estrategias metodológicas en el aprendizaje”, “La evaluación: tipos de evaluación” y “Material didáctico”.

2.1 Enseñanza de la Física

La enseñanza, según la *Real Academia Española*, tiene varias definiciones dentro de los cuales destaca “Acción y efecto de enseñar”, “Sistema y método de dar instrucción” y “Conjunto de conocimientos, principios, ideas, entre otros, que se enseñan a alguien” (RAE, 2014). Sin embargo, estas definiciones se centran en la acción y no detalla todo lo que implica la enseñanza. Una definición más amplia y contextualizada a la Enseñanza de las Ciencias es escrito por Vílchez (2019):

... se puede definir a la enseñanza como una vía de conocimiento entre el estudiante y el docente, en este proceso la asimilación de saberes dependerá del tipo de enseñanza utilizado por el docente dentro de su estrategia didáctica mediante la cual ampliará el horizonte para el educando y evitará delimitar su aprendizaje a ciertas formas de enseñar. (párr. 20)

Se destaca la interacción entre el estudiantado y el personal docente, el rol del docente como guía para que el individuo aprenda como aspectos esenciales en la enseñanza. Además, la planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje es

importante para definir aspectos metodológicos y evaluativos necesarios para completar los objetivos de enseñanza.

La enseñanza de la Física a nivel universitario se centra en enseñar principios fundamentales de la Física y cómo aplicarlos. Sin embargo, Moreira (2014) señala “la enseñanza en la Física en la educación contemporánea estimula el aprendizaje mecánico de contenidos desactualizados” (p. 45), haciendo énfasis a la falta de contenido de Física Cuántica, de Plasmas, de Partículas y Superconductividad. Al respecto Valdés y Valdés (1999) señala

En particular, es considerable el número de estudiantes que luego de la enseñanza recibida no domina los conceptos básicos, no adquiere las habilidades intelectuales que se esperaban o no manifiesta una actitud crítica durante el análisis de las cuestiones examinadas. A esta ya de por sí sería situación se suma la imperiosa necesidad de *actualizar* los cursos; urge la tarea de ponerlos en correspondencia con los adelantos de la ciencia y de la técnica, así como de reflejar mejor en ellos la enorme importancia que tiene la física para la vida de la sociedad. (p. 522)

Reiterando nuevamente la necesidad de introducir nuevos contenidos, pero hace énfasis en falencias en habilidades y actitudes, las cuales deben ser parte de la enseñanza de la Física independiente de los contenidos a tratar. Actualmente, los libros de Física para cursos a nivel universitario están diseñados con una serie de características para que el estudiantado entienda los conceptos mediante una serie de dibujos ilustrativos, resolución de problemas de forma sistemática, dan una serie de aplicaciones como parte de la lectura, entre otros. Por ejemplo, el libro *Física Universitaria* (Young y Freedman, 2009) indica que en su primera edición de 1949 se enfocó en principios fundamentales de la Física y cómo aplicarlos, contrario a los libros de la época cuya base era el cálculo. A pesar de incluir figuras con anotaciones, evaluaciones conceptuales, resolución de ejemplos y uso de material adicional digital como parte integral del libro, se encuentra literatura que señala falencias o críticas acerca de las formas de enseñanza aplicadas a cursos como las señaladas anteriormente por Valdés y

Valdés (1999). Estos cambios señalados por Young y Freedman (2009) indican que existió un cambio de paradigma en la enseñanza de la Física.

La educación científica ha sufrido una transformación de un paradigma objetivista a uno constructivista. Esta transformación surge de una serie de signos que muestran una crisis en el modelo. El objetivismo busca divorciar la subjetividad humana de los hechos de la realidad y elimina valor y consideraciones de factores contextuales del discurso educativo. El objetivo del paradigma objetivista consiste en la transmisión del conocimiento de expertos a estudiantes, argumentando que los conocimientos de las personas expertas son más cercanos a la realidad que los conocimientos de estudiantes (Davis, McCarty, Shaw y Sadani, 2006). Al respecto se indica que ciencia, desde una perspectiva constructivista, es la mejor explicación acordada disponible, lo que tiene sentido y explica los fenómenos observados (Davis et al., 2006).

El paradigma constructivista es el que mejor se ajusta para la ciencia, donde se incluye la Física. El personal docente se comporta más como un investigador tratando de entender como el estudiantado construye el conocimiento haciendo disponible el desarrollo y la modificación de la comprensión, hacer conexiones y uso de la negociación, pero a la vez, el personal docente aprende en el proceso. El estudiantado ve a la persona docente como una fuente de información, no como una persona que conoce todo (Davis et al., 2006). El discurso educativo desde los años setenta, según Moreira (2014) “está centrada en el alumno, del aprender a aprender y del aprendizaje significativo” (p. 45). Estos conceptos se retomarán más adelante.

Como se señaló anteriormente, Valdés y Valdés (1999) señalan las dificultades que confronta la enseñanza de la Física y la necesidad de actualizar los cursos de Física. Ellos argumentan que “... esa actualización ha de abarcar tanto el sistema de conocimientos y las aplicaciones técnicas que se consideran en los cursos, hacia lo cual usualmente se dirige el interés principal, como las

características del propio proceso de enseñanza-aprendizaje ...” (p. 522). Una tendencia innovadora indica que es la aproximación de las ciencias a la actividad científico-investigadoras como manera de solventar dos problemáticas señaladas: las dificultades en la enseñanza y uso de métodos y formas de trabajo actualmente utilizadas en la actividad científica (Valdés y Valdés, 1999).

Valdés y Valdés (1999) indican que hay dos preguntas básicas para la concepción del aprendizaje de la Física: “¿Por qué aprendizaje en la Física como actividad científico-investigadora?” y “¿De qué actividad investigadora se trata?” (p. 522) Para responder la primera pregunta se indica que el rasgo que “caracteriza la investigación científica es, precisamente, el de ser una actividad orientada a profundizar a partir de la apariencia de las cosas, en lo que está oculto, en lo que no apreciamos directamente” (p. 524). El organizar el aprendizaje como una investigación necesita de las actitudes como disciplina, tenacidad, ... pero además tiene un papel motivador en el estudiantado (Valdés y Valdés, 1999). Para resumir la respuesta a la primera pregunta, ellos responden

a) Porque el objetivo fundamental de la educación es reproducir en las nuevas generaciones lo mejor de la experiencia histórico-social de la humanidad, uno de cuyos elementos principales es la experiencia de la actividad investigadora, creadora. b) Porque la actitud científico-investigadora ha adquirido en la actualidad especial relevancia, abarcando casi todas las esferas de la vida, convirtiéndose en uno de los elementos fundamentales del profundo cambio cultural que se está operando en la sociedad. c) Porque la actividad investigadora constituye la vía idónea para que los estudiantes profundicen en las cuestiones estudiadas y reestructuren las concepciones que poseen, así como para desarrollar en ellos una postura crítica durante el análisis de las situaciones consideradas y motivarlos por el aprendizaje. (p. 525)

Con respecto a la segunda pregunta planteada, se argumenta que el aprendizaje no tiene lugar espontáneamente y por tanto la persona docente debe dirigir la dirección del proceso (Valdés y Valdés, 1999). Para actualizar los métodos y formas de trabajo que se emplean en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la

Física, se debe conocer cuáles son las características de la actividad científica en la actualidad, y en base a estas características, Valdés y Valdés (1999) indica

... si verdaderamente se desean reflejar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física elementos esenciales de la experiencia investigadora *contemporánea*, entonces no es suficiente que los estudiantes realicen actividades como el análisis y acotamiento de la situación estudiada, la formulación de hipótesis y la operativización de ellas en forma matemática, el diseño de experimentos, etc. Se requiere, además: cuidar de que una parte de las situaciones consideradas estén orientadas hacia aplicaciones actuales de la física en la técnica, en otras esferas de la ciencia, o que tengan una proyección social; elevar el papel que desempeña el elemento intelectual, teórico, durante el análisis y resolución de los problemas; utilizar dispositivos electrónicos, computadoras y, en general, la automatización como importantes herramientas para la solución de los problemas planteados; promover formas de trabajo que realcen el carácter colectivo, social, de la actividad científica; etc. La incorporación de tales elementos al proceso de enseñanza-aprendizaje de la física constituye, sin lugar a dudas, uno de los mayores retos que ha de enfrentar la didáctica de la física en nuestros días. (p. 526)

por tanto, los elementos descritos anteriormente deben de estar incorporados al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, pero a la vez constituye un reto actual. Además, los autores argumentan que la actividad investigadora no puede ser simplificada con la realización de actividades de laboratorio como ocurre en la enseñanza de la Física (Valdés y Valdés, 1999) y se debe prestar más atención a incorporar los elementos anteriores.

Como elemento básico para la dirección dada por el profesorado se menciona un sistema de tareas. Un sistema de tareas o programa de actividades para estimular y orientar adecuadamente al estudiantado, este debe tener como condiciones el poseer un adecuado nivel de dificultad, tomar en cuenta la experiencia previa del estudiantado, formular las tareas en contextos que sean significativos y además de interés, estimular realizar acciones específicas mediante las cuales en la ciencia se profundiza en el objeto estudiado, es decir, acciones propias de la actividad científico-investigadora, contribuir a convertir

las características esenciales de la situación considerada, en objeto directo de las acciones intelectuales de los estudiantes y por último, favorecer un elevado nivel de generalización en el sentido de prescindir aspectos que resulten irrelevantes en la situación estudiada, pero retenga características esenciales y elaboren modelos genéricos de las situaciones a estudiar (Valdés y Valdés, 1999; pp. 526-527).

Además del sistema de tareas, los autores señalan que se debe utilizar esquemas y modelos para exteriorizar acciones que se llevan a cabo en el plano ideal y como apoyo sensorial durante la experimentación mental con las situaciones analizadas, se debe favorecer una elevada independencia intelectual durante la realización de las tareas, organizar el trabajo en equipos y presentar y discutir en el colectivo los resultados obtenidos, y finalmente, evaluar continuamente la actividad que se realiza. La resolución de cuestiones a lápiz y papel y las prácticas de laboratorio son actividades donde el estudiantado tiene la posibilidad de desarrollar un intenso trabajo intelectual, propiciando dos cosas: precisar rasgos esenciales de conceptos y que se ponga en manifiesto concepciones alternativas no científicas que el estudiantado (Valdés y Valdés, 1999).

Valdés y Valdés (1999) señalan que una de las tendencias innovadoras más extendidas en la última década corresponde al uso de computadoras. Con base en todo lo anterior indicado por los autores, la introducción de una computadora puede tener dos orientaciones. Primero, en relacionar al estudiantado con conceptos y procedimientos que caracterizan la actividad científica. Segundo, la computadora usada como “un facilitador del aprendizaje, un medio de ayuda al profesor” (p. 528). Sin embargo, bajo la concepción de Valdés y Valdés (1999) esta herramienta debe dar solución a problemas. De otro modo, el objetivo de los programas informáticos, como por ejemplo las simulaciones, consiste en “favorecer el cambio conceptual” (p. 528).

Como una referencia más actual de la enseñanza de la Física, Moreira (2014) señala que se debe tener en consideración el conocimiento previo del estudiantado, presentar en el comienzo de la enseñanza los aspectos más generales del cuerpo de conocimientos y progresivamente ir a adentrándose en los contenidos, incorporar tecnologías de la información y comunicación en la enseñanza, considerar la interacción personal y negociación de significados entre el alumnado y profesorado o entre ellos mismos como algo fundamental, considerar la enseñanza dialógica, los contenidos físicos deben ser enseñados como construcciones, creaciones del hombre, los contenidos curriculares deben incluir Física Moderna y Contemporánea, se deben usar distintos materiales instruccionales y estrategias didácticas para estimular la participación del estudiantado, la evaluación debe buscar evidencias de aprendizaje incluyendo aspectos formativos y recursivos, y finalmente, se señala el desarrollar talentos mezclando el aprendizaje activo con la práctica deliberada.

2.1.1 Laboratorios de Física

Los laboratorios en la enseñanza de las ciencias corresponden a una serie de actividades basadas en observación, ensayos y experimentos realizados por el alumnado (Trumper, 2003). De forma más específica Saturno et al. (2019) indica que las actividades realizadas por el estudiantado en los laboratorios de Física corresponden a la observación, medición, recolección y análisis de datos, y extracción de conclusiones en el laboratorio utilizando ciertos equipos y materiales. Espinosa-Rios, González-López y Hernández-Ramírez (2016) amplía las consideraciones antes señaladas indicando

La implementación de las prácticas de laboratorio implica un proceso de enseñanza-aprendizaje facilitado y regulado por el docente, el cual debe organizar temporal y espacialmente ambientes de aprendizaje para ejecutar etapas estrechamente relacionadas que le permitan a los estudiantes, realizar acciones psicomotoras y sociales a través del trabajo colaborativo, establecer comunicación entre las diversas fuentes de información,

interactuar con equipos e instrumentos y abordar la solución de los problemas desde un enfoque interdisciplinar-profesional. (p. 269)

A la vez, los autores hacen una crítica al personal docente que considera que las prácticas de laboratorio están orientadas a confirmar algo tratado en una lección tipo expositiva con actividades donde el estudiantado siguen una receta para llegar a un producto esperado, generando una demanda cognitiva muy baja, explícitamente se indica “La rigidez, el control y seguir instrucciones desplazan el desarrollo de los procesos cognitivos en los estudiantes” (Espinosa-Rios et al., 2016, p. 269). Es por ello que el personal docente debe implementar una metodología apropiada para generar una mayor demanda cognitiva.

En la actualidad, se desarrollan laboratorios de Física como parte del currículo al ser la Física una ciencia experimental. Por tal motivo, “... las prácticas de laboratorio concebidas como estrategias didácticas, deben permitirles a los estudiantes comprender la forma en que se construye el conocimiento en una comunidad científica” (Espinosa-Rios et al., 2016, p. 269), esto al considerar que la enseñanza de la Física debe tener elementos de la actividad investigadora. Al respecto Valdés y Valdés (1999) señala

Comenzaremos subrayando que la actividad investigadora no puede ser identificada de un modo simplista con la realización de actividades de laboratorio, como muchas veces ocurre en la enseñanza de la física. ¿Cómo no considerar, por ejemplo, la lectura analítica, consciente, de diversos materiales, si en la ciencia la mayor parte del tiempo de los investigadores se emplea en semejante actividad? Por otra parte, sabemos muy bien que los trabajos de laboratorio pueden llevarse a cabo como meras manipulaciones de instrumentos y fórmulas, sin tener en cuenta elemento alguno de investigación. (p. 526)

Ellos hacen una crítica el uso los laboratorios como una forma simplificada de enseñar la actividad investigadora, ya que la persona investigadora en temas de Física debe, por ejemplo, leer estudios recientes, debe ser capaz de escribir, exponer y discutir sus hallazgos con la comunidad científica, en contraposición con el manipular instrumentos o generar gráficas como logro de aprendizaje.

Adicional a lo señalado, las prácticas de laboratorio empleadas pueden tomar significancia al estar bien diseñadas

Los modelos y las teorías científicas adquirirán relevancia para los estudiantes si les proporcionamos repetidas oportunidades de comprobar su utilidad y su potencial explicativo. Las prácticas de laboratorio han sido tradicionalmente empleadas en la enseñanza de las ciencias para demostrar las teorías científicas. Bien diseñadas, permiten cuestionar las ideas alternativas de los alumnos formuladas como hipótesis previas a los experimentos, así como encontrar sentido a las ideas científicas cuando son aplicadas para explicar fenómenos. (Romero y Quesada, 2014, p. 103)

De esta forma, se debe buscar la utilidad y potencial explicativo de estas prácticas para adquirir relevancia en el estudiantado, y provocar un aprendizaje significativo.

Trumper (2003) realiza un repaso histórico por el uso de laboratorios en la enseñanza de la Física. Indica que antes de 1970, cuatro categorías diferentes resumen los propósitos y objetivos indicados por las personas partidarias al uso de laboratorios: (a) habilidades (uso preciso y manipulación de instrumentos, habilidades de indagación, orden y comunicación, pensamiento crítico y resolución de problemas), (b) conceptos (representación concreta de conceptos, aplicación de lo aprendido conceptos a niveles superiores y descubrimiento de nuevos conceptos), (c) la naturaleza de la ciencia (comprender la naturaleza de la ciencia y su desarrollo, y saber cómo trabajan los científicos), y (d) actitudes (curiosidad, apertura, realidad, objetividad, precisión y cooperación en el trabajo en equipo).

Un cambio en propósitos y objetivos de enseñanza toma lugar con la llegada del paradigma constructivista. Trumper (2003) afirma que los laboratorios son lugares para el intercambio social y exploración y expansión de ideas. La persona docente debe ser el encargado de ayudar con el entendimiento de las ciencias como actividad investigadora. Al respecto se indica que cinco propósitos de laboratorio para los procesos de investigación científica presentan

comportamientos componentes. Los primeros dos propósitos, que señalan las características "prácticas" de la investigación científica y el tipo de habilidades que se desarrollan al participar en actividades de laboratorio y el manejo de datos: (a) las habilidades para recopilar información científica a través del trabajo en laboratorio, y (b) la capacidad de organizar, comunicar e interpretar los datos y observaciones obtenidos por experimentación. En contraste con estos, otros tres propósitos ponen más énfasis en los aspectos reflexivos de la investigación científica: (c) la capacidad de hacer preguntas científicas apropiadas y reconocer lo que implica responder preguntas mediante experimentos de laboratorio, (d) la capacidad de sacar conclusiones o hacer inferencias a partir de datos, observaciones y experimentación, y (e) la capacidad de reconocer el papel de los experimentos y observaciones de laboratorio en el desarrollo de teorías científicas.

Se observa que se enlistan habilidades de forma más concreta como «la capacidad de hacer preguntas científicas apropiadas», que está relacionada con el quehacer del estudiantado y relacionado con el paradigma constructivista en comparación con «comprender la naturaleza de la ciencia y su desarrollo» que está enmarcado por el objetivismo.

De acuerdo con los principios constructivistas publicados por la *Asociación Americana de Profesores de Física* (AAPT por sus siglas en inglés) (1997), citados por Trumper (2003), un nuevo conjunto de objetivos para el laboratorio de Física:

Objetivo 1. El arte de la experimentación: el laboratorio introductorio debe involucrar a cada estudiante en experiencias significativas con procesos experimentales, incluida cierta experiencia en el diseño de investigaciones.

Objetivo 2. Habilidades experimentales y analíticas: el laboratorio debe ayudar a los estudiantes a desarrollar una amplia gama de habilidades básicas y herramientas de Física experimental y análisis de datos.

Objetivo 3. Aprendizaje conceptual: el laboratorio debe ayudar a los estudiantes a dominar los conceptos básicos de Física.

Objetivo 4. Comprender la base del conocimiento en Física: el laboratorio debe ayudar a los estudiantes a comprender el papel de la observación directa en la Física y a distinguir entre las inferencias basadas en la teoría y los resultados de los experimentos.

Objetivo 5. Desarrollar habilidades de aprendizaje colaborativo: el laboratorio debe ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de aprendizaje colaborativo que son vitales para el éxito en muchos esfuerzos de toda la vida.

Según menciona Holmes y Smith (2019), la AAPT lanzó descripciones para metas de aprendizaje que el plan de estudios trataría de lograr a través de la instrucción de laboratorios introductorios o avanzados de Física. Las recomendaciones abarcan una amplia gama de objetivos que se dividen en seis temas:

- a) El modelado incluye la definición de modelos como representaciones abstractas físicas y sistemas de medición con limitaciones y aproximaciones, y desarrollar, evaluar o probar dichos modelos.
- b) El diseño de experimentos incluye el desarrollo, la evaluación y la resolución de problemas de experimentos para probar modelos.
- c) El desarrollo de habilidades técnicas y prácticas incluye el desarrollo de una gama de habilidades relacionadas con la experimentación, como trabajar con equipos específicos.
- d) Analizar y visualizar datos incluye comprender e implementar una variedad de métodos estadísticos y gráficos para evaluar e interpretar los datos y sus incertidumbres.
- e) La construcción del conocimiento incluye el proceso de usar datos para generar ideas y conclusiones sobre el mundo físico.

- f) La comunicación física incluye la argumentación a partir de la evidencia y la síntesis de métodos y resultados experimentales para un consumo amplio.

Como conclusión se rescata el hecho de que diversos autores han enlistado aspectos importantes para un laboratorio de Física debe abordar y puntualmente se deben considerar las recomendaciones dadas por la AAPT ya que se indica que esta debe ser convertidas en objetivos para el aprendizaje efectivo (Holmes, 2019).

2.1.2 Programa del curso FS0311 Laboratorio de Física General II

El programa del curso Laboratorio de Física General II de la Escuela de Física es un programa que rige en todas las sedes de la Universidad de Costa Rica. Los programas de los cursos son “la guía a partir del cual el cuerpo docente organiza el proceso de enseñanza-aprendizaje, y que en materia de actividades de mediación y evaluación puede ampliar para obtener mejores resultados de acuerdo a características de la comunidad, centro educativo y el estudiantado” (Rojas, 2016, p.24). En el programa dado por la Escuela de Física se especifican los objetivos generales y objetivos específicos del curso, los contenidos programáticos, la metodología, la evaluación, el cronograma de los contenidos, la bibliografía y otros detalles importantes como normas de trabajo en laboratorio (Ver Anexo N°9).

El objetivo general hace referencia a comprender la aplicabilidad de la Física en la Ingeniería y Ciencias Básicas mediante la experimentación. Los rubros de evaluación sumativa contemplan la evaluación de pruebas escritas cortas, preinforme, informe, trabajo en laboratorio y un trabajo final con un porcentaje ya establecido. Como parte de la metodología, se especifica que en cada clase se desarrollará una práctica cuya guía se suministra al estudiantado. Bajo la emergencia sanitaria debido al virus SARS CoV-2, el desarrollo de la práctica se realizará de manera virtual. Se indica que la evaluación corta se realiza en los

primeros minutos de clase, posterior a ello, la persona docente da una explicación e indicaciones antes de comenzar con la práctica a desarrollar. La explicación y planificación que realiza el personal docente a cargo de la clase se realiza con base en la guía (también llamado manual de prácticas). Este material es dado al estudiantado de forma virtual mediante uso de la plataforma Mediación Virtual.

El manual de prácticas es un documento donde se especifican los objetivos específicos de la práctica, unas instrucciones para realizar previo a la clase y los pasos a seguir para manipular el equipo, además de indicar las tablas y gráficos a completar durante la lección. Debido a las particularidades de cada sede regional de la Universidad de Costa Rica, el manual de las prácticas, indicadas en el cronograma del programa del curso pueden ser adecuadas para las condiciones y equipos de laboratorio propios de cada sede, pero sin modificar lo estipulado en el programa del curso del semestre.

2.1.3 Contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”

El contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánica” abarca una serie de fenómenos y modelos físicos como lo es oscilación de una masa en un sistema masa resorte y en un péndulo, sobreposición de ondas, ondas estacionarias y resonancia. El entendimiento de estos conceptos es importante en el sentido de que tienen muchas aplicaciones tanto para comprender otros fenómenos físicos como las ondas electromagnéticas, así como aplicaciones en la vida profesional del estudiantado. Al respecto Serway y Jewett (2019) indica en su introducción

... Esta nueva parte del texto inicia con el estudio de una clase especial de movimiento llamado movimiento periódico, el movimiento repetitivo de un objeto en el que éste permanece para regresar a una posición conocida después de un intervalo de tiempo fijo. El movimiento repetitivo de tal objeto se llama oscilación. La atención se concentrará a un caso especial de movimiento periódico, llamado movimiento armónico simple. Todos los movimientos periódicos se representan como combinaciones de movimientos armónicos simples. (p. 385)

Se describe el movimiento periódico y el movimiento armónico como un tipo de movimiento periódico. El movimiento armónico simple es un modelo matemático inicial que describe muchas situaciones reales y es el paso inicial para comprender, por ejemplo, la onda sobre una cuerda.

El movimiento armónico simple también forma la base para comprender las ondas mecánicas. Las ondas sonoras, las ondas sísmicas, las ondas sobre cuerdas estiradas y las ondas en el agua son producidas por alguna fuente de oscilación. A medida que una onda sonora viaja a través del aire, elementos del aire oscilan de atrás para adelante; conforme una onda en el agua viaja a través de un estanque, los elementos del agua oscilan arriba y abajo y hacia atrás y hacia adelante. (Serway y Jewett, 2019, p. 385)

Un elemento de aire que oscilan está bajo un movimiento armónico simple. El conjunto de partículas moviéndose en forma oscilatoria sin existir un desplazamiento neto conforman una onda. Las ondas aparecen en muchos fenómenos en la naturaleza:

Para explicar muchos otros fenómenos en la naturaleza, se deben comprender los conceptos de oscilaciones y ondas. Por ejemplo, aunque los rascacielos y puentes parecen rígidos, en realidad oscilan, algo que deben tomar en consideración los arquitectos e ingenieros que los diseñan y construyen. Para entender cómo funcionan la radio y la televisión, debe comprender el origen y naturaleza de las ondas electromagnéticas y cómo se propagan a través del espacio. Por último, mucho de lo que han aprendido los científicos acerca de la estructura atómica viene de información aportada por las ondas (Serway y Jewett, 2019, p. 385)

Este tema puede desarrollarse tanto teóricamente, pensando en el estudio del movimiento periódico y onda, y práctico al pensar en las aplicaciones ingenieriles involucradas tal como lo ilustra la cita anterior. Como parte del curso de laboratorio se desarrollan dos prácticas para el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”. La primera práctica se titula “Movimiento armónico” y se estudian dos situaciones con un movimiento oscilatorio: un péndulo y un sistema masa resorte. La segunda práctica se titula “Ondas estacionarias” y se estudian las ondas estacionarias y la velocidad de la onda en

una cuerda. Ambas prácticas tienen en común el hecho que modifica diferentes variables para ver la reacción del sistema. En un péndulo las variables a modificar son el ángulo inicial, la masa y el largo de la cuerda. En un sistema masa resorte las variables a modificar corresponde a la constante del resorte y la masa. Por último, para las ondas estacionarias se modifican variables como tensión de la cuerda y densidad lineal de la cuerda.

2.2 Aprendizaje significativo de David Ausubel

Decía Ausubel (1983), citado por Moreira (2014),

Si fuera posible reducir toda la psicología educativa a un solo principio, éste sería el siguiente: *De todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante es lo que el alumno ya sabe. Averígüese eso y enséñese en consecuencia.* (p. 46)

Ausubel (1983) argumenta que, para entender la labor educativa, se debe tener en cuenta tres elementos del proceso educativo: “los profesores y su manera de enseñar; la estructura de los conocimientos que conforman el currículo y el modo en que éste se produce y el entramado social en el que se desarrolla el proceso educativo.” (p. 1)

La base del aprendizaje significativo según Ausubel (1983), consiste en conocer los conocimientos e ideas previas que posee el individuo para así orientar su aprendizaje,

... plantea que el aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información, debe entenderse por "estructura cognitiva", al conjunto de conceptos, ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización. (p. 1)

donde debe entenderse que además de conocer la cantidad de información, también la estabilidad de esta. Los educandos tienen una serie de experiencias y conocimientos que pueden ser aprovechados para su aprendizaje. Se debe

establecer una relación entre lo que el individuo ya sabe y lo que se desea aprender, tal como se explica a continuación

Un aprendizaje es significativo cuando los contenidos: Son relacionados de modo no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe. Por relación sustancial y no arbitraria se debe entender que las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición ... El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información "se conecta" con un concepto relevante ("subsunsor") pre existente en la estructura cognitiva, esto implica que, las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida en que otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes estén adecuadamente claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de "anclaje" a las primeras. (p. 2)

Tal como se especifica en la cita anterior, ocurre un aprendizaje significativo cuando la nueva información se relaciona con información pre-existente en el individuo. Por otra parte, Ausubel (1983) también menciona el aprendizaje mecánico como aquel en que la nueva información es almacenada de manera arbitraria, que no interactúa con conocimientos pre-existentes, contrario al aprendizaje significativo donde la nueva información adquiere un significado y es integrado "a la estructura cognitiva de manera no arbitraria y sustancial" (p. 2)

Por otra parte, Ausubel menciona dos métodos de aprendizajes que pueden ser aprendizajes significativos o aprendizajes mecánicos. Primero, el aprendizaje por descubrimiento donde lo que va a ser aprendido debe ser re-construido antes de ser aprendido e incorporado en la estructura cognitiva. Esto quiere decir que el individuo debe "reordenar la información, integrarla con la estructura cognitiva y reorganizar o transformar la combinación integrada de manera que se produzca el aprendizaje deseado" (p. 3). Un ejemplo es el aprendizaje de una ley Física, entonces para que este sea un aprendizaje significativo, debe ser

entendido e interactuar con conceptos relevantes previos en la estructura cognitiva.

Ausubel (1983) cita que el concepto o material es potencialmente significativo para el individuo cuando es relacionable con “la estructura de conocimiento sobre una base no arbitraria” (p. 4). Como otros requisitos para lograr el aprendizaje significativo se encuentra que el individuo muestre disposición para relacionar el nuevo conocimiento con su estructura cognitiva y también Ausubel indica que el individuo ha adquirido un “significado psicológico” cuando el significado potencial ha adquirido un contenido cognoscitivo nuevo como resultado del aprendizaje significativo.

Como conclusión, la teoría del Aprendizaje significativo de Ausubel ofrece un marco de referencia para el desarrollo de la labor educativa y para la selección de estrategias de enseñanza (Cordero y Pizarro, 2011). Es por ello que deben considerarse sus aportes al proceso enseñanza-aprendizaje.

2.2.1 Rol de las estrategias metodológicas en el aprendizaje

El proceso de enseñanza aprendizaje tienen como fin favorecer la formación integral del educando. Como parte del proceso, el personal docente debe planificar la enseñanza por medio de una serie de estrategias y metodologías para lograr el aprendizaje en el estudiantado. Al respecto Cárdenas (2016) menciona “el proceso enseñanza aprendizaje se convierte en una consecución de procedimientos que todo maestro debe ocuparse en diseñar, siendo la guía que le va a permitir avanzar de una forma sistemática” (2m13s). Para ello se debe tener claridad con una serie de conceptos relacionados al proceso enseñanza aprendizaje. Cordero y Pizarro (2011) indican con respecto a las estrategias de aprendizaje y su relación con los objetivos

Brandt (1998, p. 56) define a las estrategias de aprendizaje como “las estrategias metodológicas y las técnicas de aprendizaje que varían de acuerdo con los objetivos y contenidos del estudio y

aprendizaje de la formación previa de los participantes, posibilidades, capacidades y limitaciones personales de cada quien”. En otras palabras, todas aquellas actividades, técnicas y recursos que se planean según los objetivos que se pretende alcanzar y con la finalidad de hacer más efectivo el proceso de aprendizaje. (p. 196)

Las estrategias de aprendizaje van de la mano con objetivos y contenidos de estudio, pero también deben tomar en cuenta las peculiaridades de la persona a quien va dirigida las acciones y así lograr un aprendizaje. Sepúlveda y Rajadell (2011), mencionados por Cordero y Pizarro (2011), indican “una estrategia de enseñanza equivale a la actuación secuenciada potencialmente consciente por el profesional en educación, del proceso de enseñanza en su triple dimensión de saber, saber hacer y ser” (p. 191), donde explícitamente indica el rol del profesional docente como parte del proceso de enseñanza. Las estrategias en educación son conscientes e intencionales para lograr los objetivos de aprendizaje (Latorre y Seco, 2013, p. 15).

El método, entendido por Seas (2018), es un instrumento, específicamente indica

... es una herramienta poderosa, para desarrollar estrategias de conocimiento y de acción. Es un instrumento para el análisis, la reflexión y la construcción del docente y del estudiantado. Toma en cuenta el contexto educativo y las múltiples relaciones e interacciones que se desarrollan en este. (p. 193)

El método, en el contexto educativo, relaciona al estudiantado con los objetivos de aprendizaje para lograr estos. Por otra parte, la metodología responde a la pregunta ¿cómo enseñar? (Rojas, 2017), por lo que debe ser contextualizada a la realidad educativa y ser orientada por los objetivos de aprendizaje. Al respecto, Seas (2018) menciona:

La metodología no debe verse de manera aislada, pues forma parte de toda la estructura o engranaje que conforma el proceso de planificación y de acción docente. Los objetivos de aprendizaje orientan la construcción metodológica, en términos de aprendizajes

y de contenidos esperados, y las actividades o estrategia didácticas, las formas o procesos para llegar a ellos. (p. 193)

La metodología permite la aplicación del método y organiza las acciones en el aula, el papel del estudiantado y personal docente, la utilización de medios y recursos, los tiempos y espacios, etc (Latorre y Seco, 2013, p. 16). Las estrategias metodológicas pueden entenderse como las técnicas que permiten poner en práctica la metodología, entendiéndose la técnica como el procedimiento en acción. Cárdenas (2016) dice al respecto:

Las estrategias metodológicas son el sustento para poder ejecutar la labor de la docencia con eficiencia, por ello, es importante que a pesar de contar con diversas estrategias metodológicas, no hay que dejar de reconocer que el docente es libre de emplear sus propias estrategias que medien el aprendizaje, y se logre así, un aprendizaje significativo para la formación de individuos proactivos, críticos e investigativos y competentes dentro y fuera de su profesión, proceso mediante el cual el alumno elige, coordina y aplica los procedimientos para conseguir un fin relacionado con el aprendizaje. (2m58s)

Las estrategias metodológicas deben entenderse como las acciones planeadas y ejecutadas por criterio de la persona docente para lograr los objetivos de estudio. La persona estudiante aprende gracias a la mediación realizada por la persona docente. Por medio de acciones concretas, ejecutadas por la persona docente se logra el proceso de aprendizaje.

Una serie de estrategias de enseñanza con la intención de facilitar el aprendizaje significativo es propuesta por Díaz y Hernández (1998). Entre las principales estrategias se encuentran: objetivos o propósitos del aprendizaje, resúmenes, ilustraciones, organizadores previos, preguntas intercaladas, pistas tipográficas y discursivas, analogías, mapas conceptuales y redes semánticas y uso de estructuras textuales. Estos autores señalan que se pueden hacer una clasificación basados en el momento de uso y presentación, al respecto señala “Diversas estrategias de enseñanza pueden incluirse antes (preinstruccionales), durante (coinstruccionales) o después (posinstruccionales) de un contenido

curricular específico, ya sea después en un texto o en la dinámica del trabajo docente” (p. 71). Las estrategias preinstruccionales activan conocimientos y experiencias previas y como ejemplo de ellas se encuentran los objetivos y organizadores previos. Las estrategias coinstruccionales dan apoyo a los contenidos curriculares durante el proceso de enseñanza o de lectura del texto de enseñanza. Existen muchos ejemplos de esas estrategias como los mapas conceptuales, las analogías, entre otros. Por último, las estrategias posinstruccionales son utilizadas posterior al contenido a aprender y fomentan la síntesis, la integración de los contenidos y la criticidad. Ejemplo de estas estrategias se encuentra la pospregunta intercalada, resúmenes finales, redes semánticas, entre otras.

2.2.2 La evaluación: tipos de evaluación

La evaluación es un proceso sistemático durante el proceso de enseñanza aprendizaje, donde se recopila información para llegar a un juicio de valor luego de comparar con normas o criterios determinados. Para realizar la evaluación se debe tener claro aquello por evaluar para emitir una serie de criterios para lo que es mejor o deseable para el estudiantado y conocer las metas y fines que se desean obtener en el proceso (Rojas, 2016).

Como parte del proceso de evaluación se requiere de la creación de instrumentos de evaluación con el cual se pretenden obtener resultados válidos y confiables. Un instrumento es válido cuando los resultados “sirven a los fines para los cuales se elaboraron” (Rojas, 2016, p. 215). La confiabilidad la definen como “consistencia de la medida que se ha desarrollado” (Rojas, 2016, p. 215), es asegurar una estabilidad del proceso evaluativo. Ambos deben tenerse en consideración, sin embargo, la confiabilidad es un parámetro difícil de establecer ya que se requiere de muchas aplicaciones de la evaluación para concluir que una evaluación es confiable.

Además de las dos características, Rojas (2016) indica que la evaluación en el contexto educativo se puede dividir en varios tipos según la intencionalidad. Primero, la evaluación diagnóstica es aquella que busca conocer el nivel de destrezas, conocimientos o habilidades que posee el estudiantado para orientar el planeamiento docente. Segundo, la evaluación formativa se entiende como la evaluación que permite analizar el proceso de enseñanza aprendizaje, advertir el grado de avance del planeamiento elaborado con la finalidad de tomar decisiones en el proceso para alcanzar los objetivos propuestos. Tercero, evaluación sumativa asigna calificaciones al estudiantado para certificar el paso de un nivel a otro. Aplicar las distintas evaluaciones según la intencionalidad es importante ya que la idea es que el individuo evaluado tenga una retroalimentación y sea crítico de su proceso de formación más allá de obtener un simple número para aprobar el curso.

2.2.3 Material didáctico

Los elementos materiales participan en el proceso de enseñanza aprendizaje al considerar que el estudiantado está inmerso en un ambiente físico y este debe contribuir en su formación. Estos materiales no son fines en sí mismos, sino que son necesarios para aprender o enseñar. Entre estos materiales se encuentra el material didáctico (Rojas, 2016). El material didáctico es definido por Juárez (2015) como “todos aquellos [materiales] de apoyo que ayudan al docente a mediar el aprendizaje, debe ser útil y funcional, no sustituyen al docente en la tarea de enseñar” (p. 29). Por tanto, estos deben cumplir la función de mediar en el aprendizaje entre los que se involucra tanto los objetos comunes como los objetos más elaborados para este fin.

2.2.3.1 Rol del material didáctico en la dinámica del aula

El material didáctico en la dinámica del aula tiene un rol relacionado con la mediación de los aprendizajes con una intencionalidad dada por el personal

docente. Estos materiales pueden ser usados para lograr el aprendizaje significativo. Al respecto Manrique y Gallego (2013) menciona

... tanto desde la teoría como desde las técnicas para la recolección de información, se evidencia que los materiales didácticos no son otra cosa que los recursos con que cuenta el docente para cumplir con significación el proceso de aprendizaje, en el que domina una metodología lúdica adecuada para usar intencionalmente esos recursos o material didáctico, lo que incide directamente en la adquisición de conocimientos y destrezas que le permitan al estudiante un aprendizaje significativo. (p. 105)

donde los autores aclaran que la palabra significación hace referencia a un aprendizaje a largo plazo. El material didáctico se convierte en una herramienta utilizada para dar dinámica y eficacia a la labor docente, además de dar soporte al proceso de aprendizaje.

Capítulo 3: Marco metodológico

3.1. Proceso metodológico ejecutado para hacer el diagnóstico

A continuación, se presenta el proceso metodológico ejecutado para la evaluación diagnóstica. Se realizó una recolección de insumos mediante el estudio de campo para, a partir de los mismos, diseñar la estrategia educativa. Primeramente, se presentan los objetivos de diagnóstico, seguidamente los sujetos de información, los instrumentos utilizados con la debida validación y por último el cronograma de ejecución en la etapa de diagnóstico.

3.1.1 Objetivos del diagnóstico

La realización de una evaluación diagnóstica tiene tres propósitos. Primero medir la percepción por parte del estudiantado y personal docente respecto a las estrategias metodológicas aplicadas en el curso de Laboratorio de Física General II para el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”. Segundo, diagnosticar las necesidades y las expectativas de formación del estudiantado respecto al curso. Tercero, conocer la percepción del personal docente respecto al material didáctico y evaluación utilizada en el curso. La evaluación diagnóstica es una evaluación inicial realizada para obtener información o conocer el estado inicial sobre las diversas variables involucradas en el proceso enseñanza aprendizaje, “al evaluar los conocimientos, el entorno, la situación previa de los estudiantes, permite adecuar estratégicamente el proceso de enseñanza aprendizaje” (Porta, 2017, p. 108). La importancia de esta evaluación está en que la información recolectada fue utilizada para el proceso de la planificación de la estrategia educativa. Los objetivos del diagnóstico para el proyecto de graduación son:

- ❖ Identificar la percepción del estudiantado que asiste al curso de Laboratorio de Física General II sobre las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”.

- ❖ Diagnosticar las necesidades y expectativas de formación del estudiantado que asiste al curso Laboratorio de Física General II
- ❖ Identificar la percepción del personal docente sobre las estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación utilizada en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”

3.1.2 Destinatarios del proyecto

Los destinatarios del proyecto son el personal de la Sección de Física y el estudiantado de la carrera de Ingeniería Industrial. La estrategia educativa se realizó el segundo semestre del año 2020. Es por ello que los destinatarios directos corresponden al estudiantado que matriculó el curso FS0311 Laboratorio de Física General II en el segundo semestre 2020 y el personal docente de la sección de Física. Los sujetos de información para la realización del diagnóstico y la descripción respecto a la ejecución de este se detallan en las secciones siguientes.

3.1.2.1 Sujetos de información

Como criterio general para seleccionar los sujetos de información de estos dos grupos de destinatarios es su participación en el curso FS0311 Laboratorio de Física General II. Para el personal docente que laboren actualmente en la Sección de Física, se toma en cuenta aquellos sujetos que hayan laborado como docentes en los últimos tres semestres, siendo estas 4 personas. Para el estudiantado de la carrera de Ingeniería Industrial, son sujetos de información las personas que matricularon el curso bajo una modalidad virtual. Por último, se tomará como sujeto de información una persona especialista en constructivismo.

3.1.2.2 Ejecución

La ejecución de la evaluación diagnóstica se realizó en el Recinto Universitario de San Ramón en el mes de agosto según el cronograma (Ver Anexo N°10). De

forma virtual se realizó la entrevista al personal docente seleccionado y a la persona especialista mediante la plataforma Zoom. Por último, una encuesta al estudiantado se realizó mediante un cuestionario en línea mediante el uso de Formularios de Google, en el cual tuvieron acceso mediante el siguiente link: <https://forms.gle/Z3AnKHMBYtKUVgQd9>.

3.1.3 Instrumentos utilizados en el diagnóstico

Para la realización del diagnóstico se seleccionaron dos tipos de instrumentos para cumplir con los propósitos. Para el estudiantado se realizó una encuesta mediante el instrumento del cuestionario. Al personal de la Sección de Física se realizó una entrevista semiestructurada y para complementar el diagnóstico se realizó una entrevista semiestructurada a una persona especialista en constructivismo. En el caso de las entrevistas el instrumento corresponde a una guía de entrevista semiestructurada para cada caso en específico.

3.1.3.1 Descripción de los instrumentos

Para la técnica entrevista se desarrollaron dos guías de entrevista semiestructurada; una al personal docente de la Sección de Física de la Sede de Occidente y otra a la persona especialista en constructivismo. La guía de entrevista es un instrumento útil para realizar una entrevista semiestructurada en el sentido de que indica las preguntas base y necesarias para obtener la información buscada, pero se puede ahondar en algunos puntos específicos de forma espontánea si lo expresado por la persona entrevistada lo permite.

El instrumento para el personal docente de la Sección de Física tiene una cantidad de 19 preguntas estructuradas. El instrumento está seccionado en cuatro partes. La primera parte titulado “Información general” con cuatro preguntas, la segunda parte titulado “Percepción respecto a las estrategias metodológicas” contiene seis preguntas. La tercera parte está titulada como “Percepción respecto al material didáctico” y contiene cuatro preguntas, por último, la cuarta parte está titulada como “Percepción respecto a las

evaluaciones” y contiene tres preguntas. Las preguntas utilizadas son abiertas, a excepción de las preguntas sobre “Información general” que son cerradas (Ver Anexo N°2). Al aplicar el instrumento, se pidió a la persona agendar una cita para realizar la entrevista por medio de una llamada o video llamada mediante Zoom. La información recolectada pretende esclarecer la percepción del personal de la Sección de Física respecto a las estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación utilizadas.

Una guía de entrevista semiestructurada se empleó para el caso de la entrevista al especialista del constructivismo. La guía de entrevista semiestructurada consta de tres partes tituladas “Datos académicos”, “Enfoque constructivista” y “Aplicación del enfoque constructivista en el aula virtual”, con tres, siete y cuatro preguntas por parte respectivamente (Ver Anexo N°3). Las preguntas incluidas son todas categorizadas como abiertas.

Por último, un cuestionario es un instrumento que consiste en una serie de preguntas respecto a una o más variables que se deben cuantificar (Hernández, Fernández y Baptista, 2017). La técnica corresponde a la encuesta. Los cuestionarios pueden contener preguntas abiertas y cerradas. Además, pueden contener escalas, por ejemplo, la escala Likert, para cuantificar una variable. La encuesta para el estudiantado de la carrera de Ingeniería Industrial pretende obtener información acerca de las necesidades y expectativas con respecto a los laboratorios a intervenir. Este cuestionario auto administrado está estructurado en tres secciones (Ver Anexo N°4). La primera sobre información general de la persona estudiante, la segunda titulada “Identificación de necesidades y expectativas de formación del estudiantado” y la tercera, “Percepción con respecto a las estrategias metodológicas utilizadas por el docente en el desarrollo el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas””, con tres, cinco y seis preguntas respectivamente. Las preguntas son cerradas, de selección única o múltiple, a excepción de una pregunta abierta.

3.1.3.2 Validación de los instrumentos

La validación consiste en “el grado en que aparentemente un instrumento mide la variable en cuestión de acuerdo con “voces calificadas”” (Hernández et al., 2017, p. 204). Para este tipo de validación se debe usar un número impar de personas expertas como, por ejemplo, 3 o 5 personas expertas que revisen aspectos como pertinencia, claridad conceptual, redacción y codificación del instrumento (Mousalli, 2017). Se realizó una validación por expertos de cada guía de entrevista semiestructurada. En el caso de la “Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida al personal docente de la Sección de Física de la Universidad de Costa Rica, Sede Occidente”, las personas profesionales coincidieron en realizar pequeñas modificaciones a la introducción del texto para que el objetivo de la entrevista sea claro, así como observaciones más puntuales respecto al uso de una pregunta cerrada para la pregunta número 2 y modificar la pregunta número 4 ya que se toca un tema muy específico donde las respuestas no sean de interés para el estudio. Por esta razón, se fusiona la pregunta 4 y la pregunta 5 para generar una pregunta más adecuada para lograr los objetivos de la entrevista. Adicional, se añade la pregunta número 4 del nuevo instrumento (ver Anexo N°2) que pretende recolectar información acerca de la modalidad del curso utilizado por la persona entrevistada. Por último, la pregunta 18 fue modificada con la intención de tener respuestas de mayor valor para el proyecto al introducir la modalidad de laboratorio virtual en la pregunta.

La validación del instrumento “Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida a una persona especialista en constructivismo” fue validada por tres personas expertas donde se señala la colocación de una introducción al documento y la repetitividad o redundancia de los temas en las secciones II y III, razón por la cual se solicita la revisión general de las preguntas de estas secciones. Posterior a los cambios, este instrumento fue remitido nuevamente a cada uno, donde únicamente señaló un cambio en la redacción de la introducción. Este cambio fue realizado en el documento del Anexo N°3.

Por otra parte, el cuestionario fue validado por una prueba piloto. La prueba piloto consiste en la aplicación del cuestionario a un grupo pequeño de personas para detectar defectos, ambigüedades, añadir preguntas relevantes, simplificar preguntas difíciles, corregir redacción, entre otros, con el propósito de corregirlos antes de aplicarlo a la totalidad de las personas que considere oportuno (Abascal y Grande, 2005). Para ello, el cuestionario fue aplicado a personas con características similares a los que conforman la muestra. El cuestionario fue remitido a tres estudiantes de la Sede de Occidente; dos estudiantes de la carrera de Enseñanza de las Ciencias Naturales y un estudiante de Ingeniería Industrial. Se señaló un error en la redacción de la introducción, así como valoraciones personales respecto a las opciones de las preguntas de percepción. Es por ello que se adecuaron y/o redujeron las opciones a escoger. Específicamente se estructuraron las preguntas sobre la información general del estudiantado y se cambió el contenido de la pregunta 3 para introducir la modalidad del curso: presencial o virtual. Adicional, las preguntas cuyas respuestas eran “Muy necesario, Bastante necesario, Poco necesario, Nada necesario, No se” fueron cambiadas por “Muy necesario, Bastante necesario, Poco necesario, Nada necesario” omitiendo así una respuesta de duda que puede interferir en el propósito de la pregunta. El instrumento con los cambios señalados es mostrado en el Anexo N° 4.

3.1.4 Cronograma de ejecución

Cuadro 1

Cronograma de ejecución del diagnóstico

Descripción	Fecha de inicio	Fecha de finalización
Entrevista personal docente	14 de agosto	30 de agosto
Entrevista especialista	14 de agosto	30 de agosto
Prueba piloto cuestionario	27 de julio	10 de agosto
Encuesta	13 de agosto	18 de agosto

Nota: Elaboración propia, 2020

3.1.5 Técnicas

La entrevista es una técnica para la obtención de datos cualitativos. Involucra dos o más personas: el entrevistador y las personas entrevistadas. La entrevista semiestructurada consiste en “una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información” (Hernández et al., 2014, p.403).

La encuesta es una técnica cuantitativa para recolección de información. La encuesta permite obtener y elaborar datos de forma rápida y eficaz (Casas, Repullo y Donado, 2003). Esta consiste en recolectar información a través de cuestionarios ya establecidos, lo que busca en la información de un grupo de personas (muestra) y no una en específico.

3.1.6 Cuadro de operacionalización de elementos claves de los objetivos del diagnóstico

Objetivo General: Proponer estrategias metodológicas sobre contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” que propicie el aprendizaje significativo en el estudiantado que asisten al curso Laboratorio de Física General II de la Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente durante el II semestre del 2020.

Delimitación semántica (definición conceptual) de las de los aspectos clave presentes en el objetivo general

estrategias metodológicas

contenido curricular

aprendizaje significativo

Cuadro 2

Cuadro de operación de los elementos clave de los objetivos del diagnóstico

Objetivos del diagnóstico	Aspecto clave	Dato que se recolecta (en relación con el aspecto clave)	Definición conceptual	Fuentes (documentales o físicas)	Técnica e instrumento para recolectar los datos
Identificar la percepción del estudiantado que asiste al curso de Laboratorio de Física General II sobre las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente en el desarrollo del tema "Oscilaciones y ondas mecánicas".	Estrategias metodológicas, material didáctico e instrumentos de evaluación utilizados en el desarrollo del contenido curricular "Oscilaciones y ondas mecánicas".	Percepción sobre estrategias metodológicas, material didáctico e instrumentos de evaluación.	Estrategias metodológicas	Estudiantado	Encuesta (Cuestionario)
Diagnosticar las necesidades y expectativas de formación del estudiantado que asiste al curso Laboratorio de Física General II.	Necesidades y expectativas de formación del estudiantado respecto al curso.	Necesidades y expectativas de formación del estudiantado	Necesidades y expectativas	Estudiantado	Encuesta (Cuestionario)
Identificar la percepción del personal docente sobre las estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación utilizada en el desarrollo del contenido curricular "Oscilaciones	Estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación utilizada en el desarrollo del contenido curricular "Oscilaciones	Percepción sobre estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación.	Estrategia metodológica Material didáctico Evaluación Aprendizaje significativo: "el aprendizaje del alumno depende	Personal de la Sección de Física Especialista en constructivismo	Entrevista (Guía de entrevista semiestructurada)

contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” utilizadas en el curso.	y ondas mecánicas”.		de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información” (Ausubel, 1989, p.1)		
---	---------------------	--	---	--	--

Nota: Elaboración propia, 2020

3.2. Proceso metodológico para el desarrollo de la estrategia educativa

3.2.1 Diseño de la estrategia educativa

El diagnóstico se llevó a cabo en agosto según el cronograma del Cuadro No 1. La información recolectada se usó para diseñar la estrategia educativa de las lecciones de laboratorio que involucran el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”. La meta consistió en la identificación de necesidades y expectativas en el estudiantado que asiste al curso, además de conocer las percepciones con respecto a estrategias metodológicas utilizadas, material didáctico y evaluación del curso por parte del personal docente y tomando en cuenta estos hallazgos se propusieron nuevas estrategias metodológicas que permitan un aprendizaje significativo en el estudiantado.

Para el diseño se tuvo en consideración los objetivos generales del curso y de los laboratorios que ya están previamente establecidos en el manual de prácticas de laboratorio. Se tuvo presente el objetivo general del curso: “Por medio de la realización de experimentos básicos permitir al estudiantado comprender la aplicabilidad de la Física en el ámbito de la Ingeniería y las Ciencias Naturales” (Ver Anexo N°9), y los objetivos específicos indicado en el programa del curso, los manuales de laboratorios presenciales titulados “Movimiento Armónico” y “Ondas estacionarias” y la estrategia educativa diseñada se detalla en el Cuadro 3.

Cuadro 3

Objetivos específicos

	Objetivos específicos
Del programa del curso	Introducir al estudiante en los principios básicos de la experimentación. Familiarizar al estudiante con el uso de varios instrumentos básicos de medición y sus aplicaciones. Contribuir con la formación del estudiante mediante la experimentación. Introducir al estudiante en la presentación de informes escritos.
Laboratorio “Movimiento armónico”	Analizar como la amplitud, la masa y la longitud de un péndulo simple afectan su periodo de oscilación. Determinar experimentalmente la constante de fuerza de varios resortes. Determinar el periodo de oscilación para un cuerpo con movimiento armónico amortiguado.
Laboratorio “Ondas estacionarias”	Determinar la rapidez de onda en una cuerda estirada por medio de dos métodos. Estudiar cómo se relacionan la tensión de la cuerda con el número de antinodos de ondas estacionarias en una cuerda tensa.
Estrategia educativa	Elaborar estrategias metodológicas para abordar el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” mediante el uso de la plataforma institucional Mediación Virtual, con el fin de propiciar un aprendizaje significativo en el estudiantado de la carrera de Ingeniería Industrial. Favorecer la adquisición habilidades y destrezas relacionadas con la experimentación en situaciones físicas sencillas. Establecer tipos de evaluación en concordancia con el enfoque constructivista.

Nota: Elaboración propia, 2020

Las estrategias metodológicas sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” que propicien el aprendizaje significativo en el estudiantado que asiste al curso Laboratorio de Física General II durante el segundo semestre del 2020 se desarrollaron con base en la teoría de aprendizaje significativo de David Ausubel (1983), para ello se propone el Cuadro 4:

Cuadro 4

Planeamiento de la estrategia educativa

N° de etapa	Objetivos de aprendizaje	Estrategias de aprendizaje	Estrategias de mediación	Estrategias de evaluación	Tiempo	Materiales y recursos didácticos	Resultados de aprendizaje

Nota: Elaboración propia, 2020

3.2.2 Proceso metodológico para el desarrollo de la estrategia educativa

La aplicación de la estrategia educativa se realizó en el aula virtual del Laboratorio de Física del Recinto de San Ramón de la Sede de Occidente mediante la plataforma Mediación Virtual. Para abarcar el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”, se procedió a implementar el diseño de la estrategia educativa para sustituir los laboratorios presenciales titulados “Movimiento armónico” y “Ondas estacionarias” por actividades en la modalidad virtual. Cada práctica de laboratorio presencial estuvo asignada para completar en una semana, donde el estudiantado debe invertir 6 horas semanales. La estrategia educativa tiene actividades asincrónicas asignadas en el aula virtual de Mediación Virtual respetando la cantidad de horas semanales establecidas para el curso.

El desarrollo de la estrategia educativa se realizó en las fechas que indica el cronograma de actividades en concordancia con el programa del curso en el II ciclo del 2020 (Ver Anexo N° 10). El grupo contiene 25 estudiantes a los cuales se les aplicó la estrategia educativa. Las estrategias metodológicas son desarrolladas e implementadas en conjunto con el personal docente a cargo del curso. El plan didáctico de la estrategia educativa se detalla en el Cuadro 5.

Cuadro 5

Plan didáctico de la estrategia educativa

N° de etapa	Objetivos de aprendizaje	Estrategias de aprendizaje	Estrategias de mediación	Estrategias de evaluación	Tiempo	Fechas de realización	Materiales y recursos didácticos	Resultados de aprendizaje

Nota: Modificado de Campos, J (2015)

3.3 Descripción del proceso para la evaluación y validación de la estrategia educativa: técnicas, instrumentos y procedimientos

La evaluación de la estrategia educativa se realizó mediante una rúbrica de evaluación aplicada al estudiantado (Ver Anexo N°7). En esta etapa 16 estudiantes colaboraron con la evaluación. Adicional a la evaluación se realizó una validación del diseño de la estrategia educativa por medio de un experto en constructivismo utilizando una rúbrica de validación (Ver Anexo N°8).

Capítulo 4: Resultados

4.1 Resultados del diagnóstico

Como parte del proceso inicial de la investigación, se realiza un diagnóstico con el fin de detallar, discutir y analizar los datos recopilados para utilizarlos en el diseño de la estrategia educativa. Se desarrollaron e implementaron instrumentos de evaluación diagnóstica en dos poblaciones meta: el estudiantado de la carrera de Ingeniería Industrial y el personal docente de la Sección de Física de la Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente. Además, se realizó una entrevista semiestructurada a una persona especialista en constructivismo con el fin de contrastar su aporte con los resultados obtenidos de las poblaciones metas.

Un instrumento desarrollado para estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial consistió en un cuestionario auto administrado validado mediante una prueba piloto. Por otra parte, se desarrollaron dos guías de entrevista semiestructurada, una dirigida al personal docente de la Sección de Física y otra dirigida a una persona especialista en constructivismo. Ambas guías de entrevista fueron validadas mediante una rúbrica de validación por tres profesionales.

El cuestionario autoadministrado está conformado por tres partes: información general del estudiante, identificación de necesidades y expectativas de formación del estudiantado, por último, percepción con respecto a las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”.

La guía de entrevista semiestructurada dirigida al personal docente de la Sección de Física está estructurada en cuatro partes. La primera parte titulada “Información general”, la segunda parte titulada “Percepción respecto a las estrategias metodológicas”, la tercera parte está titulada como “Percepción respecto al material didáctico” y, por último, la cuarta parte está titulada como “Percepción respecto a las evaluaciones”. Finalmente, el instrumento guía de

preguntas semiestructurada dirigida a una persona especialista del constructivismo está estructurada en tres partes tituladas “Datos académicos”, “Enfoque constructivista” y “Aplicación del enfoque constructivista en el aula virtual”.

Los objetivos diagnósticos del proyecto de graduación son los siguientes:

- ❖ Identificar la percepción del estudiantado que asiste al curso de Laboratorio de Física General II sobre las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”.
- ❖ Diagnosticar las necesidades y expectativas de formación del estudiantado que asiste al curso Laboratorio de Física General II.
- ❖ Identificar la percepción del personal docente sobre las estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación utilizada en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”.

Los aspectos clave del primer objetivo diagnóstico consiste en las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente, material didáctico y evaluaciones. El aspecto clave del segundo objetivo diagnóstico son las necesidades y expectativas de formación del estudiantado. Finalmente, las estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación utilizada en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” corresponden al aspecto clave del tercer objetivo diagnóstico.

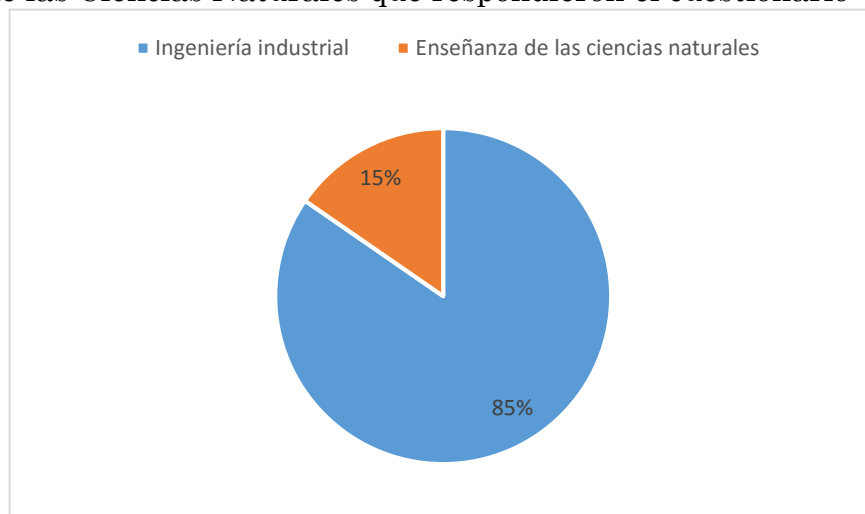
A continuación, se muestra un análisis de la información recopilada con ayuda de los instrumentos antes descritos. En primera instancia se desarrolla el objetivo diagnóstico número uno y número dos están dirigidos a la población estudiantil. Finalmente, el objetivo número tres está dirigido a personal docente de la Sección de Física y a una persona especialista del constructivismo.

4.1.1 Identificar la percepción del estudiantado respecto a las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”

Mediante el uso de una encuesta aplicada de manera virtual, se obtiene información que permite analizar la percepción del estudiantado participante respecto a las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente en el desarrollo del curso y del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”. Al ser un cuestionario aplicado de manera virtual, se analizan los resultados mediante la separación del uso de las estrategias metodológicas en la modalidad presencial y bajo la modalidad virtual. La modalidad virtual se empezó a implementar en el primer semestre del 2020 debido a la emergencia sanitaria por el virus SARS CoV-2. Los elementos claves de la investigación son las estrategias metodológicas, el material didáctico y la evaluación utilizada por el personal docente. Los resultados de la primera y tercera parte del cuestionario son las mostradas a continuación.

Figura N°1

Porcentaje de estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial y Enseñanza de las Ciencias Naturales que respondieron el cuestionario

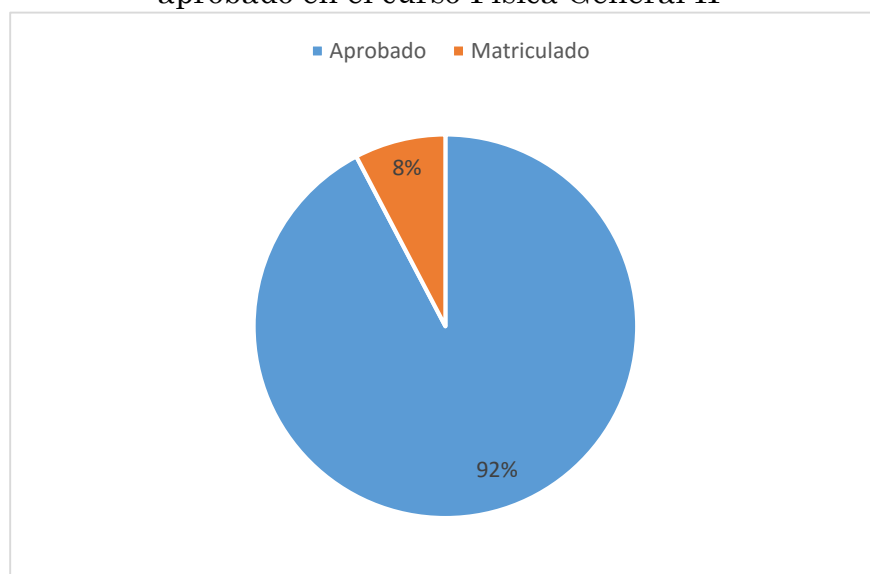


Fuente: Datos recopilados a partir de cuestionario aplicado al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente (2020).

Primeramente, en el Figura N°1 muestra el porcentaje del estudiantado según la carrera cursada, siendo 2 personas de la carrera Enseñanza de las Ciencias Naturales y 11 personas de la carrera de Ingeniería Industrial. La carrera de Enseñanza de las Ciencias Naturales tiene asignada la matricula del curso en el segundo semestre en el Recinto Universitario de Grecia.

Figura N°2

Porcentaje de estudiantes que tiene una condición de matriculado o de aprobado en el curso Física General II

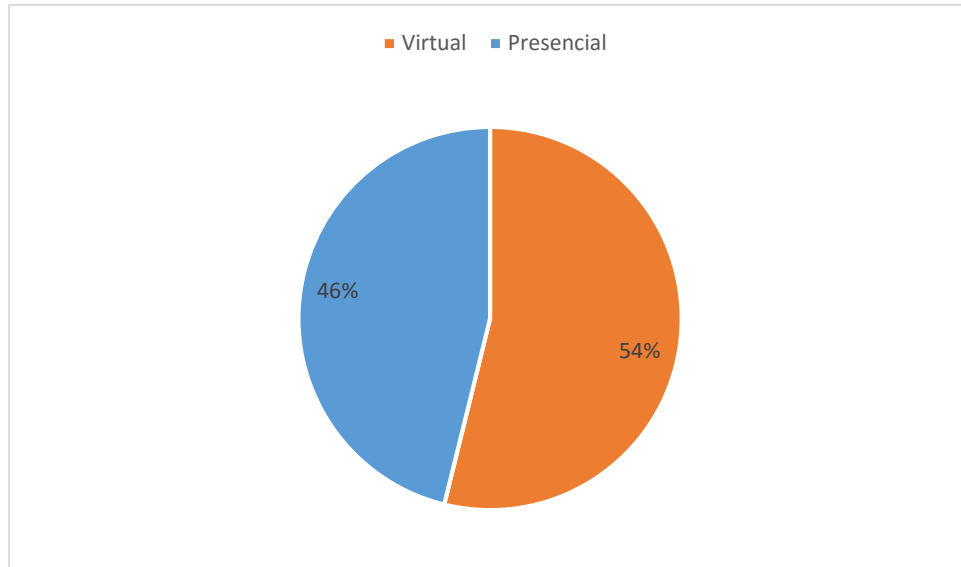


Fuente: Datos recopilados a partir de cuestionario aplicado al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente (2020).

El curso Laboratorio de Física General II tiene por requisito estar matriculado en el curso Física General II. Al indagar en la muestra sobre la condición, se observa en el Figura N°2 que 12 personas están en condición de aprobado, mientras que una persona tiene una condición de matriculada durante el II semestre 2020. Este dato es importante ya que indica que la población consultada podría ya haber cursado el Laboratorio de Física General II en semestres anteriores, al ser Física General II correquisito del laboratorio, pero también el estudiantado debe tener conocimiento sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”.

Figura N°3

Porcentaje estudiantil matriculado en curso bajo la modalidad virtual y bajo la modalidad presencial



Fuente: Datos recopilados a partir de cuestionario aplicado al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente (2020).

Por último, la información brindada en el Figura N°3 indica que 6 personas matricularon la modalidad presencial y, por otro lado, 7 personas matricularon la modalidad virtual. La modalidad virtual se empezó a impartir a partir del I semestre del 2020 en la Sede de Occidente debido a la emergencia sanitaria por el virus SARS CoV-2, por tanto, se deduce que el 46% del estudiantado matriculó el curso en el año 2019 o anterior a ese año. Mientras que la modalidad virtual la población consultada puede ser que matriculara el primer semestre o el segundo semestre del año 2020.

La tercera parte del cuestionario auto administrado realiza preguntas cerradas para conocer la percepción con respecto a las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”. La última pregunta corresponde a una pregunta abierta, por tanto, los resultados se muestran en el Cuadro N°6. A

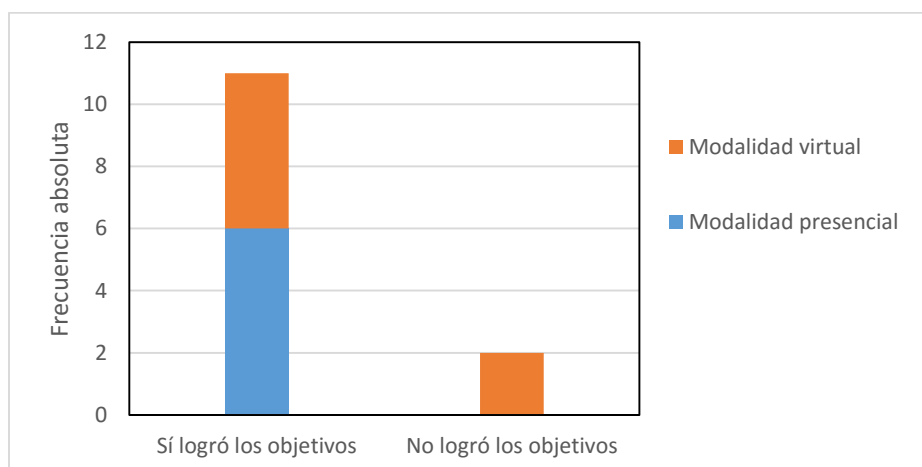
continuación, se muestran los resultados de la primera parte del cuestionario estructurado con base a los elementos clave.

4.1.1.1 Elemento clave N°1: Estrategias metodológicas

Con la aplicación del cuestionario auto administrado dirigido al estudiantado de Ingeniería Industrial se realizaron tres preguntas para determinar la percepción respecto a las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente.

Figura N°4

Percepción estudiantil sobre la relación entre las estrategias metodológicas utilizadas y el logro de los objetivos del curso Laboratorio de Física General II, según la modalidad matriculada

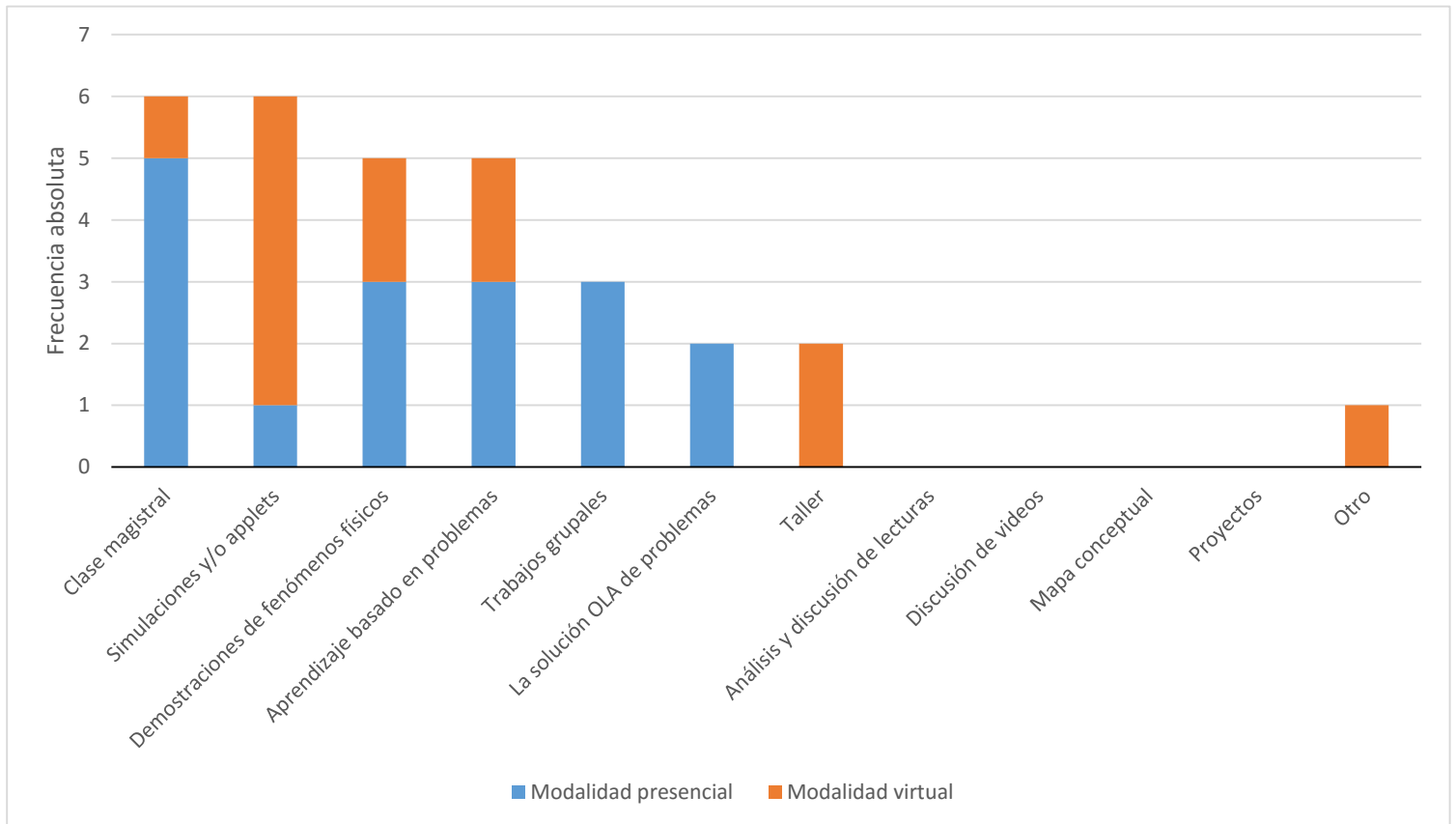


Fuente: Datos recopilados a partir de cuestionario aplicado al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente (2020).

En la figura N°4 se pregunta respecto a si las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente logran los objetivos del curso Laboratorios de Física General II. Se observa que 11 estudiantes indican que, si se logran los objetivos. La totalidad del estudiantado matriculado en la modalidad presencial indica de forma afirmativa y también 5 estudiantes de la modalidad virtual. Por otra parte, solamente dos estudiantes participantes de la modalidad virtual expresan no haber logrado los objetivos del curso.

Figura N°5

Estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente durante el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” indicadas por el estudiantado, según la modalidad matriculada



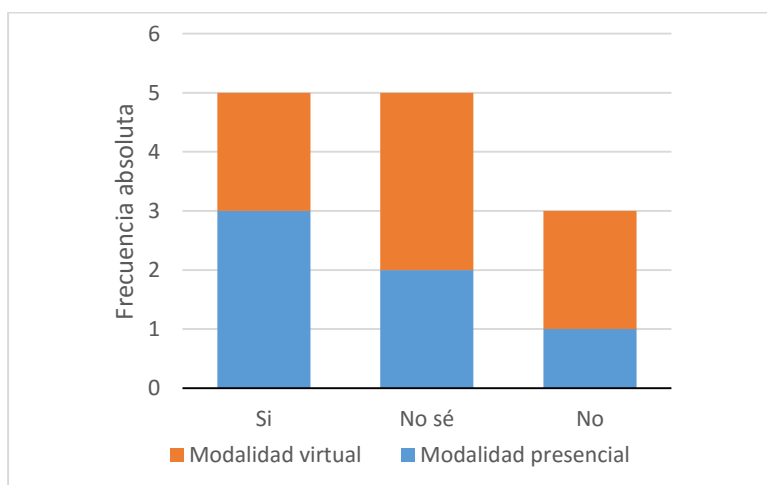
Fuente: Datos recopilados a partir de cuestionario aplicado al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente (2020).

En la figura N°5 el estudiantado participante en la encuesta indicó cuáles de las estrategias metodológicas mostradas fueron utilizadas en el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”. En los primeros dos lugares se encuentra el uso de “Clase magistral” y “Simulaciones y/o applets”. La clase magistral fue indicada por 5 estudiantes de la modalidad presencial y uno de la modalidad virtual y el uso de simulaciones como estrategia metodológica fue indicado por 5 estudiantes de la modalidad virtual y uno de la modalidad presencial. Las estrategias metodológicas “Demostración de fenómenos físicos” y “Aprendizaje

basado en problemas” fueron indicados de igual manera en cada modalidad; 3 estudiantes de la modalidad presencial y 2 de la modalidad virtual. La opción “Trabajos grupales” fue indicado por 3 personas de la modalidad presencial únicamente. Por otra parte, “La solución Ordenada, Lógica y Argumentada (OLA) de problemas” fue indicada por 2 estudiantes de la modalidad presencial. El “Taller” fue indicada por 2 estudiantes de la modalidad virtual, mientras que la opción “Otros” fue indicada por un estudiante de la modalidad virtual. Para este último caso se indica “Video explicativo por parte del docente para aprender a usar la simulación.”. Finalmente, como estrategias metodológicas no usadas para el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” se encuentra “Análisis y discusión de lecturas”, “Discusión de videos”, “Mapa conceptual” y “Proyectos”. De estos datos se determina que las estrategias metodológicas para el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”, tanto en modalidad presencial o virtual, coinciden en algunas estrategias metodológicas.

Figura N°6

Opinión del estudiantado sobre la relación entre las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” y el aprendizaje significativo, según modalidad matriculada



Fuente: Datos recopilados a partir de cuestionario aplicado al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente (2020).

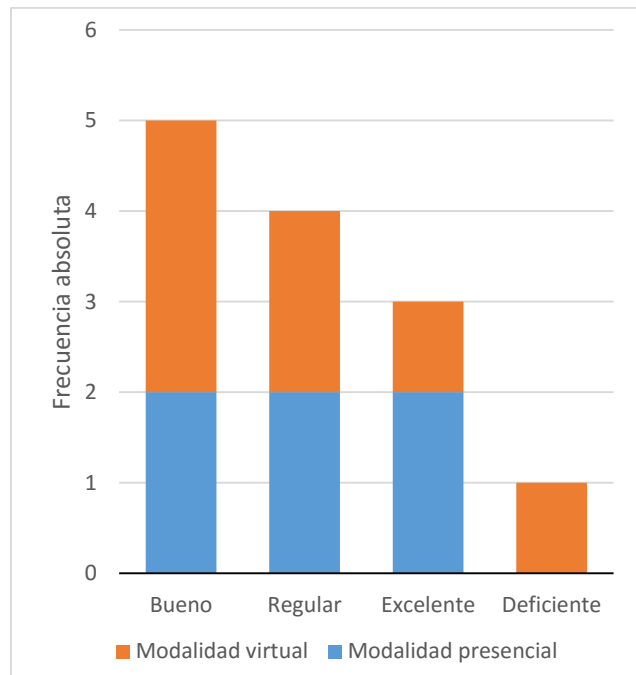
En la figura N°6 se expresa la opinión del estudiantado en cuanto a las estrategias metodológicas permiten un aprendizaje significativo sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” mediante las opiniones “Si”, “No” y “No sé”. Al respecto, se indica que 3 estudiantes de la modalidad presencial y 2 estudiantes de la modalidad virtual opinan “Si”. Por otra parte, 3 estudiantes de la modalidad virtual y dos estudiantes de la modalidad presencial opinan “No sé”. Finalmente, 2 estudiantes de la modalidad virtual y solo 1 en la modalidad presencial indican “No”. Las respuestas de la muestra de estudiantes participante, 5 personas indican tanto “Si” como “No sé”, mostrando variedad en las opiniones. Se concluye un desconocimiento respecto al logro de un aprendizaje significativo para el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” mediante las estrategias metodológicas usadas por parte de 5 estudiantes.

4.1.1.2 Elemento clave N°2: Material didáctico

Con la aplicación del cuestionario auto administrado dirigido al estudiantado de Ingeniería Industrial se realizaron dos preguntas para determinar la percepción respecto al material didáctico utilizado por el personal docente.

Figura N°7

Criterio del estudiantado con relación al material didáctico utilizado por el personal docente del curso Laboratorio de Física General II, según modalidad matriculada

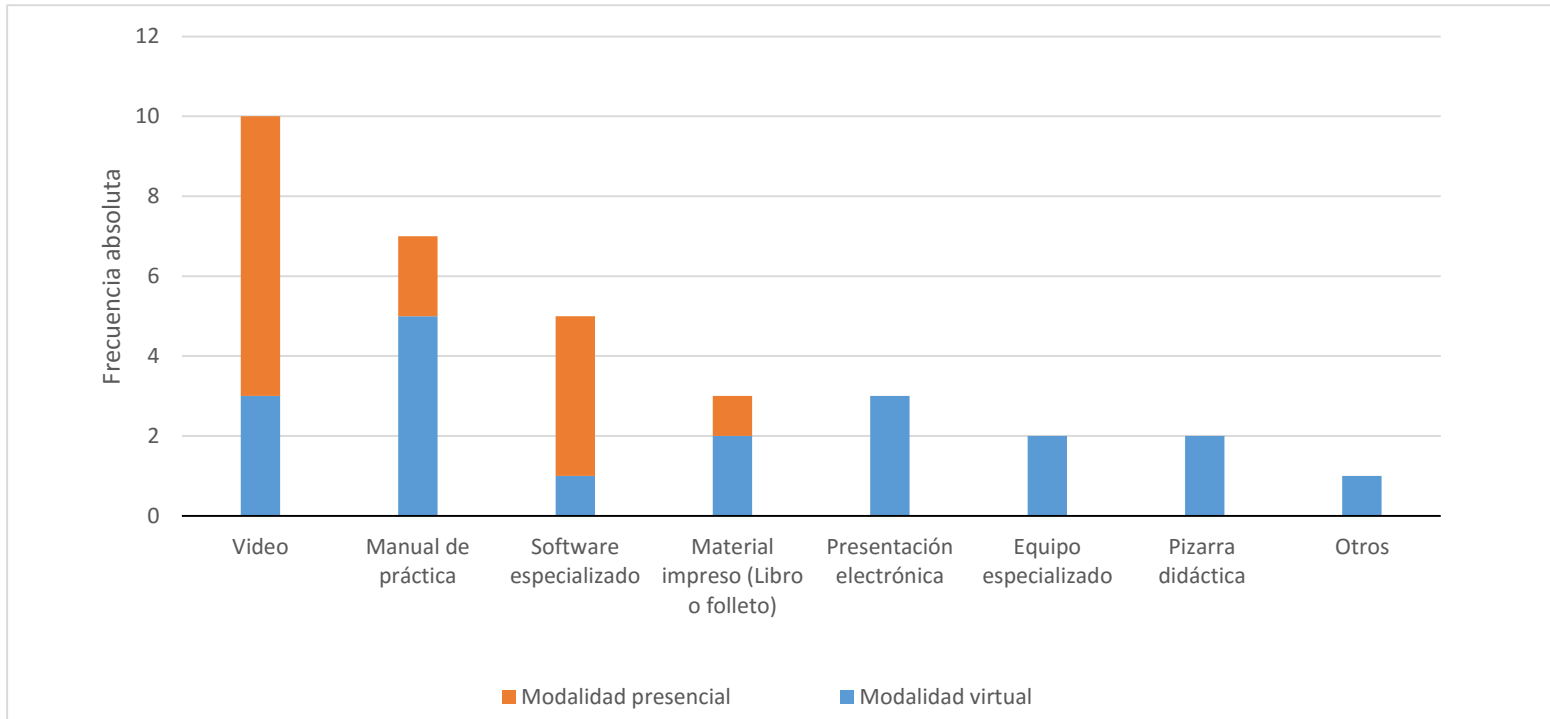


Fuente: Datos recopilados a partir de cuestionario aplicado al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente (2020).

Al indagar sobre la percepción del material didáctico utilizado en el curso por parte del personal docente, el estudiantado calificó éste según cuatro criterios indicados en la figura N°7. Para la modalidad presencial, se obtuvo un total de 2 estudiantes por las siguientes categorías: “Bueno”, “Regular” y “Excelente”. Para la modalidad virtual, 3 estudiantes indican que el material didáctico es “Bueno”, 2 estudiantes indican que éste es “Regular” y 1 estudiantes por las siguientes categorías: “Excelente” y “Deficiente”. Se observa una cantidad importante de la muestra bajo la modalidad virtual califica éste como un material bueno y regular, pero también hay criterios de deficiente que no es encontrado en la modalidad presencial.

Figura N°8

Materiales didácticos utilizados por el personal docente, según el estudiantado, en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”, según modalidad matriculada



Fuente: Datos recopilados a partir de cuestionario aplicado al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente (2020).

En la figura N°8 se muestran los materiales didácticos utilizados por el personal docente para el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” en las diferentes modalidades del curso matriculadas por el estudiantado. Para la modalidad virtual fueron utilizados “Video” 7 veces, “Manual de práctica” 2 veces, “Software especializado” 4 veces y “Material impreso (Libro o folleto)” en 1 vez. Por otra parte, para la modalidad presencial se observa variedad de materiales didácticos seleccionados; el “Manual de práctica” como material didáctico fue seleccionado en 5 ocasiones, la “Presentación electrónica” y el “Video” en 3 ocasiones cada una, en dos ocasiones

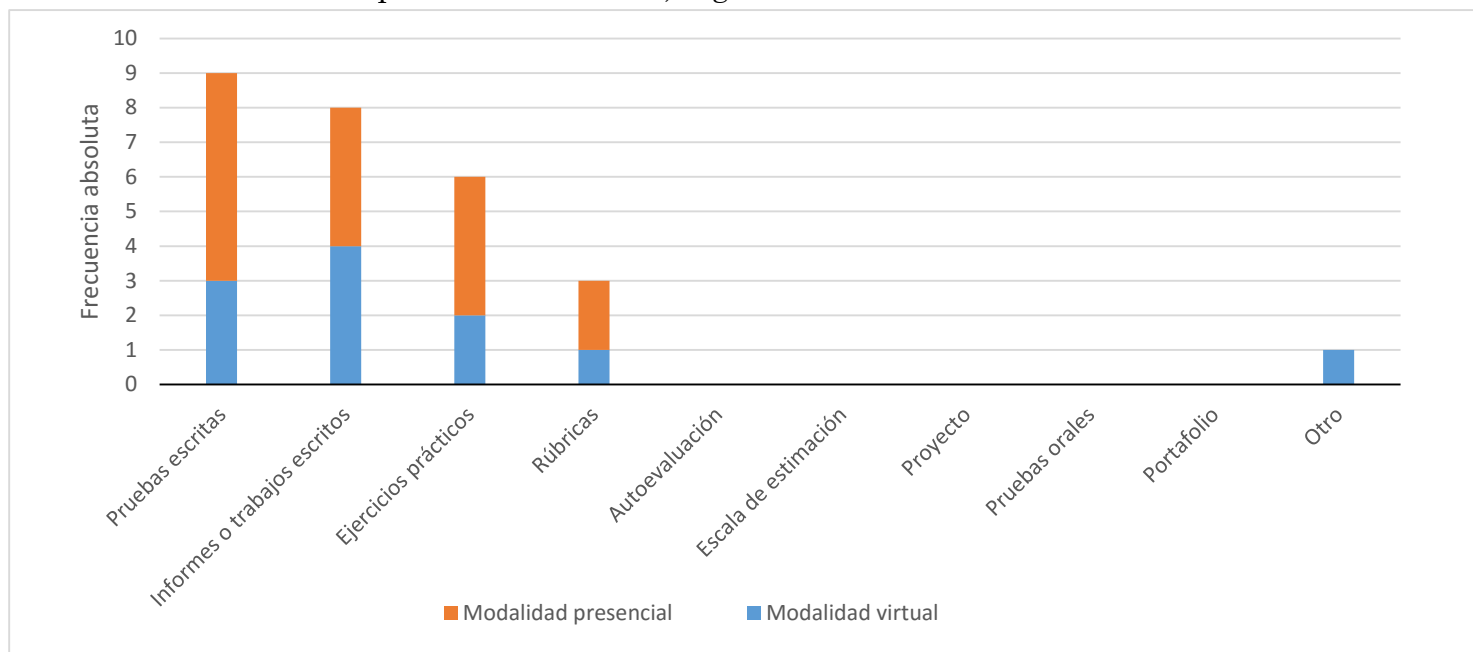
fueron seleccionados el “Material impreso (Libro o folleto)”, “Equipo especializado” y “Pizarra didáctica”, en una ocasión es señalado el “Software especializado” y “Otros”, donde en otros se indica por parte de un miembro del estudiantado “Para mí la utilización en la práctica del equipo pasco es lo mejor que puede haber” (cuestionario aplicado al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente, 2020), haciendo referencia al Equipo especializado de la marca Pasco que posee el Laboratorio de Física de la Sede de Occidente. En la figura N°8 se observa como en la modalidad presencial, este contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” fue abarcado mediante una gran cantidad de materiales didácticos, mientras que en la modalidad virtual fueron seleccionados cuatro materiales didácticos de la lista.

4.1.1.3 Elemento clave N°3: Evaluación

Mediante dos preguntas en el cuestionario autoadministrado, el estudiantado encuestado indica cuáles instrumentos de evaluación fueron usados. Se hizo uso de una pregunta abierta para que el estudiantado expresara los cambios que le realizaría a la evaluación del curso.

Figura N°9

Instrumentos de evaluación de los aprendizajes en el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” utilizados por el personal docente, indicados por el estudiantado, según modalidad matriculada



Fuente: Datos recopilados a partir de cuestionario aplicado al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente (2020).

En la figura N°9 se muestran los resultados de la indagación sobre los instrumentos de evaluación utilizados en el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”. El instrumento “Pruebas escritas” fue seleccionado en 6 ocasiones en la modalidad presencial y en 3 ocasiones en la modalidad virtual; los “Informes o trabajos escritos” como instrumento de evaluación fue seleccionado en 4 ocasiones en modalidad presencial y 4 ocasiones en la virtual; los “Ejercicios prácticos” en 4 ocasiones en la modalidad presencial y en 2 ocasiones en la modalidad virtual; las “Rúbricas” fue seleccionada en 2 ocasiones en la modalidad presencial y en 1 ocasión en la modalidad virtual. Por último, un estudiante de la modalidad virtual señala “Otro”, donde indica “Quices en línea”. Como conclusión, los mismos instrumentos de evaluación fueron utilizados tanto para la modalidad presencial como virtual. Los instrumentos de evaluación no utilizados son “Autoevaluación”, “Escala de estimación”,

“Proyecto”, “Pruebas orales” y “Portafolio”. Estos resultados indican que las evaluaciones de los aprendizajes se han apegado al uso de pruebas escritas, trabajos escritos y ejercicios prácticos en ambas modalidades.

El Cuadro N°6 se muestran las opiniones respecto a la evaluación del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” en el curso Laboratorio de Física General II. En general, las respuestas hablan sobre el curso en una totalidad y no específicamente de las evaluaciones. Sin embargo, estos comentarios dan información valiosa respecto a la percepción de las estrategias metodológicas en el aula. En la modalidad presencial dos estudiantes indican que no recuerdan detalles del curso al haber matriculado este hace algún tiempo, sin precisar cuándo. Únicamente la primera respuesta indica que se podrían realizar evaluaciones que permitan al estudiantado conservar los conocimientos después de finalizado el curso. Con respecto a la modalidad virtual, el estudiantado hace comentarios más precisos respecto al curso que en la modalidad presencial. Con respecto a las evaluaciones en la modalidad virtual, señalan que se debería de usar informes elaborados de forma grupal, el uso de ejercicios prácticos como parte de la evaluación. Entre las respuestas también se señalan cuáles recursos les fueron de agrado, por ejemplo, el uso de simulaciones. Los demás comentarios brindan información importante respecto a la percepción de las estrategias metodológicas que serán contrastados con los datos recopilados posteriormente.

Cuadro 6

Opinión del estudiantado con respecto a la evaluación del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”, según modalidad matriculada

Modalidad	Respuestas
Presencial	<ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="467 1629 1395 1759">1. Recuerdo que disfruté el curso, pero no recuerdo detalles. Pueden realizar evaluaciones que nos permitan a los estudiantes conservar los conocimientos al finalizar el curso. <li data-bbox="467 1772 1395 1801">2. Pienso que está bien como lo recibí.

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Con respecto al laboratorio, siento que es muy completo, los experimentos realizados con el equipo pasco son muy completos, lo motivan a uno como estudiante a querer realizar los experimentos. 4. No sé. 5. Cabe decir que ese curso lo llevé hace un tiempo, por lo que no recuerdo tanto específicamente del apartado de oscilaciones. Sin embargo, podría decir que me hubiese gustado haber escuchado sobre una aplicación en la ingeniería del mismo. 6. Considero que nada, todo se adapta para el aprendizaje sencillo.
Virtual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Al ser virtual no quita que podría ser una atención más personalizada. 2. Utilizar programas virtuales que ejemplifiquen bien las oscilaciones en la vida real. 3. En general el curso me parece bien. Al ser virtual las simulaciones fueron bastante completas y servían para ejemplificar la teoría. 4. Considero que los informes deberían ser grupales, ya que sólo se daban dos días para aprender a usar la simulación y contestar el informe, aunque la simulación no es tan difícil de comprender es una herramienta nueva que necesita tiempo para comprender su uso. 5. Incluir más ejercicios prácticos, ya que en su gran mayoría las preguntas eran teóricas. 6. Se hizo un vídeo explicando cómo funcionan esas ondas, del cual se aprendieron los conceptos, y luego se pasó al simulador. Creo que en un laboratorio presencial tal vez se podría estar en contacto más directo con ese tipo de ondas, pero creo que se abarcó de buena manera virtualmente. 7. Explicación teoría-práctica en modalidad sincrónica.

Fuente: Datos recopilados a partir de cuestionario aplicado al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente (2020).

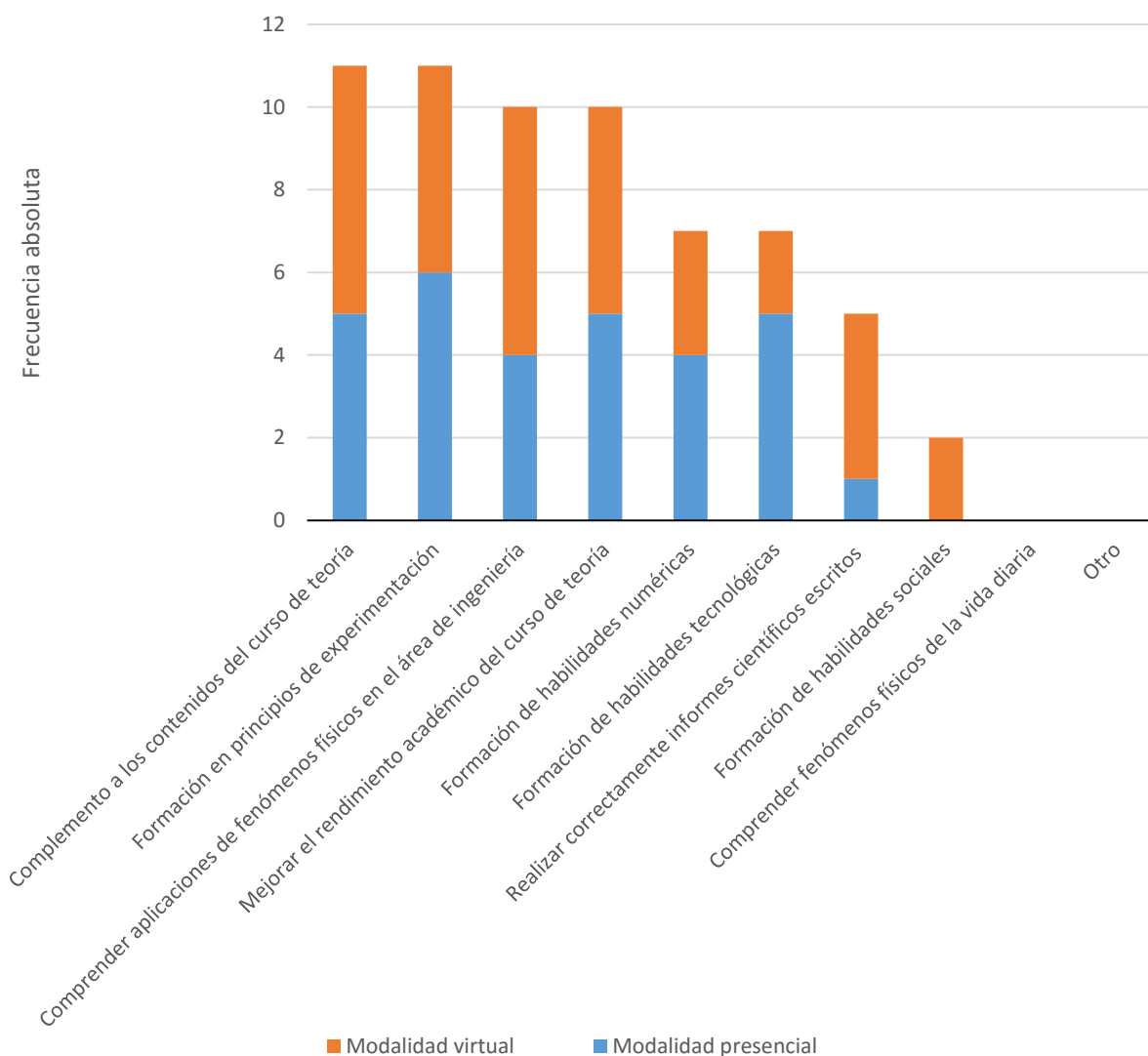
4.1.2 Diagnosticar las necesidades y expectativas de formación del estudiantado que asiste al curso Laboratorio de Física General II

La segunda parte del cuestionario pregunta sobre las necesidades y expectativas de formación del estudiantado, para ello se realizaron cinco preguntas cuyos resultados son indicados por los siguientes gráficos. Tomando en cuenta los resultados de la primera parte del cuestionario, “Información general” mostrado

en la sección 4.1.1, se deduce que el estudiantado tiene una trayectoria dentro de la carrera y con ello, criterio para responder sobre las necesidades y expectativas de formación en la carrera.

Figura N°10

Opinión del estudiantado respecto a expectativas de formación académica al asistir al curso Laboratorio de Física General II, según modalidad matriculada

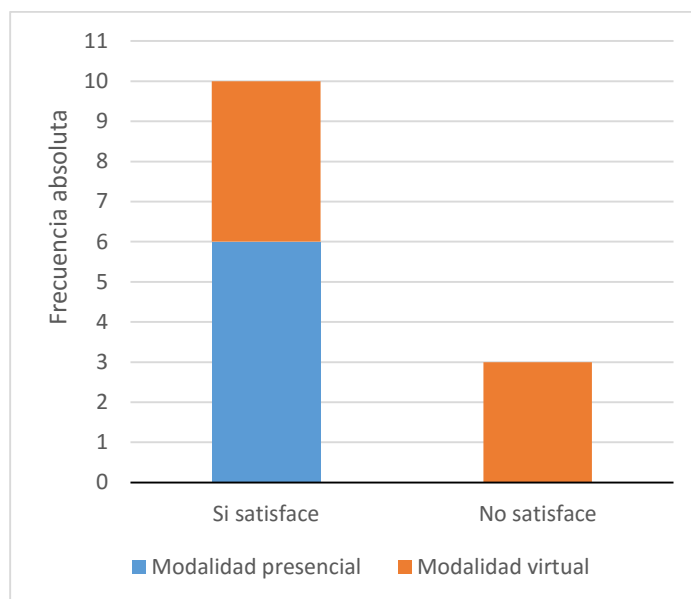


Fuente: Datos recopilados a partir de cuestionario aplicado al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente (2020).

Al indagar sobre las expectativas de formación académica en el curso Laboratorio de Física General II, en la figura N°10 se muestran los resultados, por modalidad, con respecto a una lista proporcionada. En el caso de la modalidad presencial, “Comprender aplicaciones de los fenómenos físicos en el área de ingeniería” y “Complemento a los contenidos del curso de teoría” fueron seleccionadas 6 veces cada una; en 5 ocasiones fueron seleccionadas “Formación en principios de experimentación” y “Mejorar el rendimiento académico del curso de teoría”, entendiendo el curso de teoría como el curso Física General II; en 4 ocasiones fue seleccionado “Realizar correctamente informes científicos escritos”; en 3 ocasiones fue seleccionado “Formación de habilidades numéricas” y, por último, en dos ocasiones fue seleccionado “Formación de habilidades sociales” y “Formación de habilidades tecnológicas”. Para la modalidad virtual se observa “Formación en principios de experimentación” fue seleccionada 6 veces; 5 veces fueron seleccionados los aspectos de “Complemento a los contenidos del curso de teoría”, “Mejora del rendimiento académico del curso de teoría” y “Formación de habilidades tecnológicas”; en 4 ocasiones cada una, fueron seleccionados “Comprender aplicaciones de los fenómenos físicos en el área de ingeniería” y “Formación de habilidades numéricas” y, por último, “Realizar correctamente informes científicos escritos” en una ocasión. El aspecto “Comprender fenómenos físicos en la vida diaria” no forma parte de las expectativas de formación académica del estudiante matriculado en ninguna de las dos modalidades. No se indica ningún otro aspecto o necesidad.

Figura N°11

Opinión del estudiantado sobre el nivel de satisfacción de necesidades de formación en la carrera en el curso Laboratorio de Física General II, según la modalidad matriculada



Fuente: Datos recopilados a partir de cuestionario aplicado al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente (2020).

Los resultados sobre si el estudiantado considera que el curso Laboratorio de Física General II satisface las necesidades de formación en la carrera que cursa se observa en la figura N°11. Bajo la modalidad presencial la totalidad de las personas, 6 de ellas indican que sí satisface. Por otra parte, bajo la modalidad virtual 4 estudiantes afirman que sí se satisfacen las necesidades de formación en la carrera que cursa y 3 estudiantes indican que no se satisfacen las necesidades de formación en la carrera que cursa. Al introducir la variable de la carrera cursada en la modalidad virtual, se obtiene que un estudiante de la carrera de Enseñanza de las Ciencias Naturales afirma que sí satisface mientras que el otro afirma que no satisface. Como consecuencia en la carrera de Ingeniería Industrial bajo la modalidad virtual se obtiene que 3 estudiantes

indican que sí satisface, mientras que 2 estudiantes indican que no satisface, mostrando disparidad de respuestas en ambas carreras.

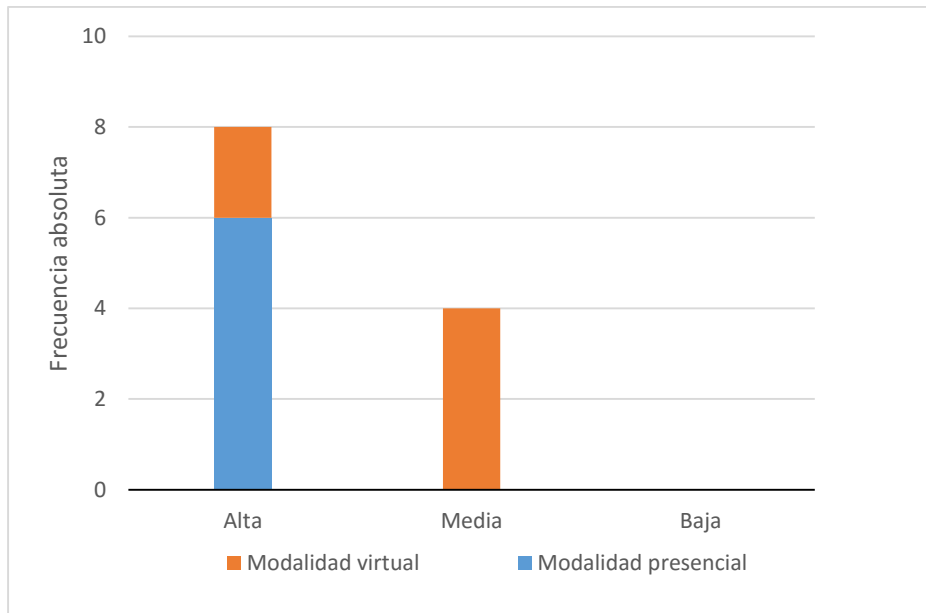
El estudiantado encuestado que indica “No satisface” se les solicitó justificar su respuesta. En la modalidad virtual se indican tres justificaciones por parte del estudiantado y son enumeradas a continuación:

- a) “Desde mi experiencia no aporta mayor cosa”.
- b) “Porque se le puede dar un enfoque más a la enseñanza, aunque se entiende que es un curso general que va enfocado para muchas carreras”.
- c) “Porque muchas de las prácticas al ser realizadas de forma virtual, no se dan ciertos errores que de forma presencial si se pudieron haber presentado, lo que limita el proceso de aprendizaje”.

Las opciones a) y c) son indicadas por el estudiantado de la carrera de Ingeniería Industrial mientras que la respuesta b) es indicada por el estudiantado de la carrera de Enseñanza de las Ciencias Naturales. La respuesta c) no especifica a cuáles tipos de errores se refiere. Esta respuesta se podría considerar como errores de procedimiento en un laboratorio presencial, o al correcto uso de errores de medición que se debe seguir cuando se utilizan instrumentos de medición; al no existir instrumentos de medición en una práctica virtual, esto limita la práctica.

Figura N°12

Nivel de satisfacción del estudiantado con respecto al curso Laboratorio de Física General II, según la modalidad matriculada

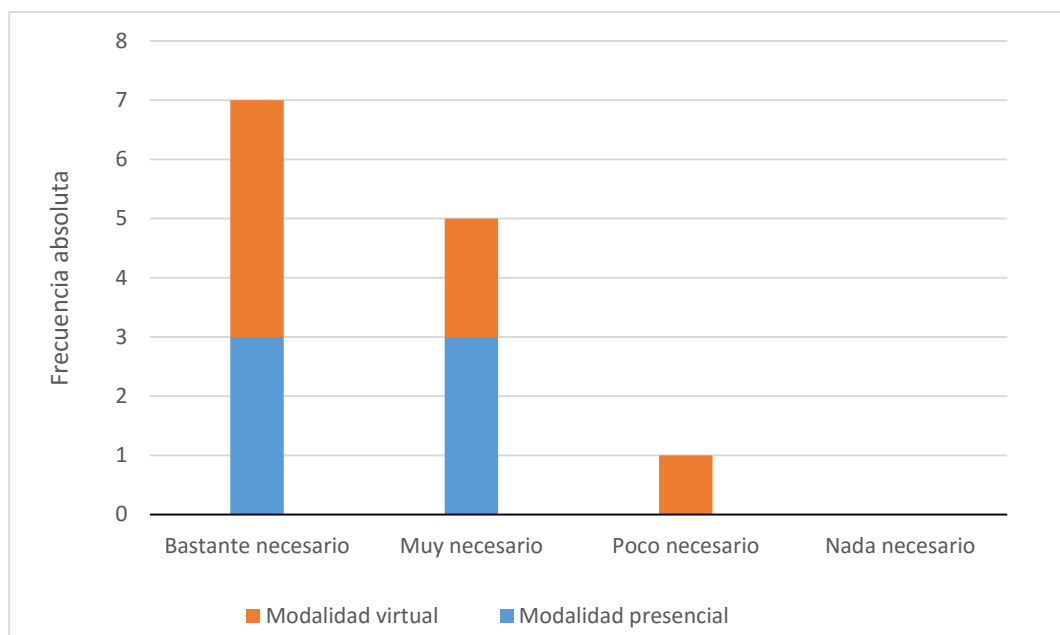


Fuente: Datos recopilados a partir de cuestionario aplicado al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente (2020).

El nivel de satisfacción del estudiantado con respecto al curso Laboratorio de Física General II se muestra en la figura N°12 según la modalidad matriculada. Se observa que 8 estudiantes indicaron que la satisfacción fue alta, 5 estudiantes que fue media y ningún estudiante indicó que fue baja. Por modalidad, se observa que toda la población en modalidad presencial indica una satisfacción alta, pero en modalidad virtual, hay 2 estudiantes son satisfacción alta y 5 con satisfacción media.

Figura N°13

Opinión del estudiantado respecto a la necesidad de comprensión de principios de experimentación como parte de la formación universitaria, según la modalidad matriculada

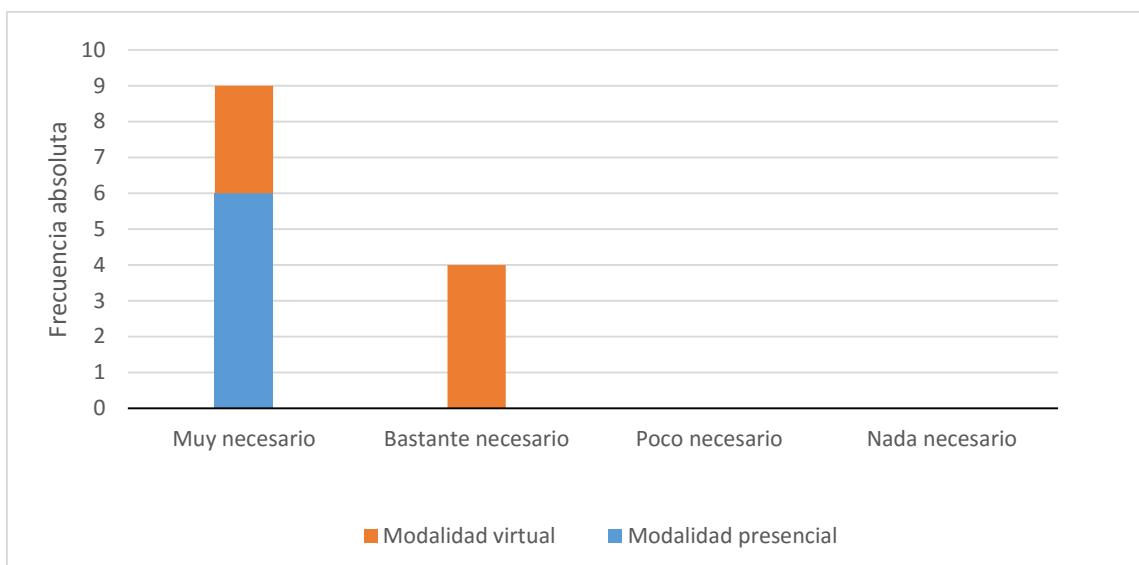


Fuente: Datos recopilados a partir de cuestionario aplicado al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente (2020).

La figura N°13 muestra la opinión del estudiantado respecto a la necesidad de la comprensión de los principios de experimentación como parte de la formación universitaria. En este se observa que 7 estudiantes del total de la población indica que es bastante necesaria la comprensión de los principios de experimentación, 5 personas indican que es muy necesaria y 1 persona indica que es poco necesaria. En la modalidad presencial hay 3 personas que indican tanto la opción “Bastante necesario” como “Muy necesario”. En la modalidad virtual se observa que 4 personas indican la opción “Bastante necesario”, dos personas indican “Muy necesario” y un estudiante indica “Poco necesario”. Estos datos indican que el estudiantado percibe una necesidad alta de comprender los principios de experimentación como parte del curso.

Figura N°14

Opinión del estudiantado respecto a la necesidad del uso de instrumentos de medición como parte de la formación universitaria, según la modalidad matriculada



Fuente: Datos recopilados a partir de cuestionario aplicado al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente (2020).

Al preguntar sobre la necesidad del uso de instrumentos de medición como parte de la formación universitaria se observa en la figura N°14 que 9 estudiantes indican que es muy necesario aprender el uso de esos instrumentos, mientras que 4 estudiantes del total indican que es bastante necesario aprender esto. Por modalidad matriculada se muestra que la totalidad de la población bajo la modalidad presencial solo hay una opinión de “Muy necesario”. En la modalidad virtual 3 estudiantes opinan “Muy necesario” y 4 estudiantes opinan “Bastante necesario”. No hay selección para las opiniones “Poco necesario” y “Nada necesario”. Por tanto, se deduce que el estudiantado opina que es necesario aprender sobre el uso de instrumentos de medición como parte del curso.

4.1.3 Identificar la percepción del personal docente sobre las estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación utilizada en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”

La información analizada a continuación fue obtenida mediante entrevistas semiestructuradas realizadas a cinco sujetos de información. Las entrevistas son confidenciales, por tanto, los cinco sujetos de información se codifican de la siguiente manera:

Cuadro 7

Codificación de las personas entrevistadas

Participante	Código
Docente 1	D1
Docente 2	D2
Docente 3	D3
Docente 4	D4
Persona experta	PE

Fuente: Elaboración propia, 2020.

De ellos, cuatro son parte del personal docente de la Sección de Física de la Sede de Occidente que han colaborado con el curso Laboratorio de Física General II: D1, D2, D3 y D4. El quinto sujeto de información es la persona especialista en constructivismo la cual es llamada PE. El análisis se desarrolla con base en los elementos claves: estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación.

En la información general obtenida a través de la entrevista, está el hecho de los diferentes grados académicos de cada persona docente de la Sección de Física: un doctorado, un licenciado y dos bachilleres. Con respecto al tipo de

participación en el curso en los últimos tres años, dos personas entrevistadas participaron como docente del curso y los otros dos como docentes colaboradores. La persona especialista en constructivismo tiene una maestría en psicopedagogía y 25 años de experiencia laboral.

Con respecto a los años de trabajar en la Sección de Física en la Sede de Occidente, el docente D1 señala que está en el rango de 0-5 años, mientras que los docentes D3 y D4 señalan estar en el rango de 5-10 años y D2 señala más de 10 años de laborar en la sección. Con respecto a la modalidad del curso en que impartió la participación, únicamente D1 trabajó bajo la modalidad virtual, mientras D2, D3 y D4 bajo la modalidad presencial.

4.1.3.1 Elemento clave N°1: Estrategias metodológicas

Como pregunta introductoria al personal docente de la Sección de Física de la Sede de Occidente para conocer la percepción respecto a las estrategias metodológicas en el curso Laboratorio de Física General II, se les preguntó si conocen el concepto de aprendizaje significativo. De los cuatro docentes entrevistados solo dos contestaron la pregunta de forma afirmativa. Con respecto a esta pregunta el entrevistado D4 señala:

Que usted no puede comenzar a darle clases a los estudiantes sin conocer que saben sobre eso, y esa es la idea de aprendizaje significativo, conocer primero lo que el estudiante sabe sobre el tema y con base a eso tú traza una estrategia metodológica para tratar de modificar los conocimientos ... (D4, comunicación personal, 28 de agosto de 2020)

Este comentario es muy acorde al señalado por Ausubel (1983), donde se debe conocer la estructura cognitiva previa del estudiantado para así orientar su aprendizaje.

La segunda pregunta corresponde a la definición de las estrategias metodológicas. Al preguntar sobre la definición de estrategias metodológicas, el entrevistado D1 indica “La serie de instrucciones o la serie de pasos de debe

seguir para que el estudiante aprenda, o para que a un estudiante le quede todo el conocimiento que uno le está brindando” (D1, comunicación personal, 19 de agosto de 2020). D2 al respecto señala “Define, plantea y aplica para llevar a cabo durante, para cumplir los objetivos” (D2, comunicación personal, 19 de agosto de 2020) y D3 indica “yo la voy a definir como una intervención” (D3, comunicación personal, 25 de agosto de 2020). Por último, D4 se extiende en el concepto de aprendizaje significativo

La estrategia metodológica desde mi perspectiva es, sencillamente es el conjunto de procedimientos que usted, con base a conocer lo que el estudiante ya sabía sobre el tema, ejecuta o diseña para tratar de modificar las ideas que él tenga equivocadas, por tanto, es más bien es un conjunto de actividades diseñadas para tratar de lograr las competencias que tú te trazaste con base en los objetivos del curso, de la actividad que va a desarrollar. (D4, comunicación personal, 28 de agosto de 2020)

Todas las respuestas indicadas señalan un quehacer en el aula con el fin de cumplir los objetivos de aprendizaje. En el caso de la respuesta de D4, se rescata el aspecto clave o punto de partida para definir la estrategia de conocer lo que el estudiantado sabe sobre el tema.

Al preguntar respecto al rol de las estrategias metodológicas en la dinámica de clase se señala que son importantes durante la clase para lograr el aprendizaje, al respecto el entrevistado D1 indica “si hay una estrategia metodológica que no es correcta o bien utilizada, puede que el estudiante no aprenda” (D1, comunicación personal, 19 de agosto de 2020) y con señalando que no obtendrían los conocimientos que necesita. Por otra parte, D2 indica el requisito de tener una estrategia para impartir una clase, para ello se debe planear la clase, indica “usted puede tener una estrategia para el curso global y puede tener una estrategia para cada una de las clases” (D2, comunicación personal, 19 de agosto de 2020). En contraste con lo indicado anteriormente, D4 señala que las estrategias metodológicas no son estáticas, como ejemplo indica

Tú no sabes lo que vas a encontrar en el aula entonces la forma de implementar las estrategias todos están en base a lo que tú encuentres con el estudiante que llega, todo de todos los grupos estudiantes no son iguales, y como te decía lo primero que tú tienes que es averiguar qué sabe de ellos, sí averigua qué saben ellos entonces podrán modificarla o sea la estrategia en función de lo de luz que tiene el auditorio que tenga, de lo contrario de lo contrario si quieres preconcebir todo lo que vas a hacer vas a seguir pensando la enseñanza tradicional de transmisión de información. (D4, comunicación personal, 28 de agosto de 2020)

Esta contribución es valiosa al incorporar dos conceptos importantes a la discusión: la flexibilidad de las estrategias metodológicas en la práctica y la enseñanza tradicional como aquella en que no existe esta flexibilización con base en el estudiantado. Al respecto, Seas (2018) indica que la metodología forma parte de la estructura que conforma el proceso de planificación y acción docente

La metodología no debe verse de manera aislada, pues forma parte de toda la estructura o engranaje que conforma el proceso de planificación y de acción docente. Los objetivos de aprendizaje orientan la construcción metodológica, en términos de aprendizajes y de contenidos esperados, y las actividades o estrategia didácticas, las formas o procesos para llegar a ellos. (p. 193)

Para Seas (2018) , la planificación y acción docente está relacionada con muchos elementos como la metodología, objetivos de aprendizaje, los contenidos... Estos elementos están implícitos en las respuestas de D1 y D2. Respecto a las estrategias metodológicas que se deben utilizar en un proceso de enseñanza-aprendizaje, la persona experta EP indica que la estrategia debe permitir la construcción y reconstrucción de los conocimientos

Cualquiera que sea la estrategia que quiera implementar bajo el enfoque que la quiere implementar debería considerar un montón de criterios fundamentales, ósea, no se trata ser constructivista por sí mismo, sino, analizar en esa construcción... para que yo le permita a la persona construir y reconstruir un conocimiento, yo primero he de considerar las condiciones, vuelvo a decir, las integrales de esa persona, las condiciones cognitivas, las condiciones socioemocionales... (EP, comunicación personal, 29 de agosto de 2020)

Por tanto, se deben considerar factores del estudiantado para las estrategias implementadas y no centrarse en el contenido que se quiere implementar.

Como se indica anteriormente, la metodología, los objetivos de aprendizaje, los contenidos, entre otros, son elementos del proceso de planificación y acción docente. Estos elementos están presentes en el programa del curso Laboratorio de Física General II, por ello, al preguntar si el programa del curso orienta el proceso de planificación de las actividades, las respuestas del personal docente fueron positivas. Al respecto D1 indica:

Las especificaciones del curso me parecen que no están mal en lo que viene a ser el aprendizaje, en como uno hace en como aprenden los conceptos teóricos, porque básicamente uno les evalúa un quiz, donde les piden que ellos lean. Entonces lo que uno puede hacer en ese concepto de marco teórico que uno les solicita a los estudiantes es preguntarles que tanto han aprendido de la parte teórica. Me parece muy tradicional ese sentido de aprendizaje, a lo que uno está limitado para evaluar al estudiante, para evaluar su conocimiento. Y digamos en el curso en sí, ya en lo que es la dinámica en lo que es el desarrollo del laboratorio, a mí me parece que, se puede, dependiendo mucho del profesor se puede que el estudiante aprenda sobre el fenómeno físico que se está estudiando porque los laboratorios se prestan mucho para eso. Según lo que dice la carta del estudiante lo que uno les pide es el quiz, el reporte y pre-reportes. Pero a mí me parece que lo más importante es la parte práctica del laboratorio, ... por ejemplo, si él está desarrollando una práctica, entonces el profesor si puede planificar algo para que el estudiante entienda el concepto físico detrás del fenómeno de estudio, y ya después uno se lo evalúa utilizando algún reporte. Pero a mí me parece que lo que es la dinámica del curso si funciona para hacer una buena planificación. (D1, comunicación personal, 19 de agosto de 2020)

Esta intervención habla del rol docente a cargo del proceso de planificación para lograr un aprendizaje respecto al concepto físico detrás del fenómeno de estudio. En una modalidad presencial, D1 indica una forma muy tradicional de evaluar el aprendizaje de conceptos teóricos, pero en lo que corresponde a la práctica de laboratorio sí expresa libertad en las estrategias de mediación utilizadas en clase. Por otra parte, D1 también señala respecto a la modalidad virtual:

Muy similar, el único cambio es que no seamos un laboratorio de verdad, usamos simulaciones. Me parece que esas simulaciones están bien y todo, ... puede aplicar lo mismo que la parte presencial, pero al no ser un laboratorio no va a tener esa experiencia real. Puede ser una simulación, puede ver un resorte moviéndose, por ejemplo, el oscilador, toma datos y ve una función sinusoidal, pero va a ser diferente a como lo haría en un laboratorio presencial. Entonces realmente el conocimiento no queda tan bien, entonces a mí me parece que es un poco más difícil por parte de nosotros para que el estudiante adquiera ese conocimiento, por las limitantes que tienen las simulaciones que utilizamos. (D1, comunicación personal, 19 de agosto de 2020)

En lo expresado se evidencia el cambio de una práctica presencial mediante el uso de equipo a una simulación, y este recurso limita el proceso de enseñanza y de mediación. D1 señala que por ello se debe planificar mejor las estrategias metodológicas en la modalidad virtual. Por otra parte, D4 indica que a criterio personal el programa de curso es un documento de acatamiento obligatorio, pero señala,

Lo menos que se debe hacer en cualquier curso, es hacer un programa donde realmente las cosas queden bien claras y para eso, eso no lo hace la persona, eso se discute con grupos de personas con experiencias en diferentes campos, y para mí ese es el gran problema que tenemos acá, que los programas no te dan la posibilidad de seguir una estrategia consecuente con lo que estamos hablando. (D4, comunicación personal, 28 de agosto de 2020)

refiriéndose a que las estrategias que permite el programa del curso son conductistas. Además, se discute con D4 sobre el hecho de que el programa se centra en la evaluación, por ejemplo, señala respecto al preinforme: “usted le exige al estudiante un pre-reporte, pero ese pre-reporte el estudiante lo sube, usted lo lee y él no discute nada con usted sobre eso, la pregunta es para que funciona ese pre-reporte” (D4, comunicación personal, 28 de agosto de 2020). D4 critica el rol del preinforme como evaluación. La dinámica respecto al preinforme consiste en que el estudiantado sube un documento al aula virtual Mediación Virtual y al respecto, D4 reflexiona que no hay una discusión o intercambio respecto a lo entregado por el estudiantado. Finalmente, D2 indica respecto al

programa “el programa a usted le dice, bueno, va a tener un quiz al inicio de la clase, después del quiz va a tener una breve explicación del docente, después viene la parte del laboratorio en sí. Entonces como que ya está bien indicado y está muy definido en el programa” (D2, comunicación personal, 19 de agosto de 2020), donde claramente explica la metodología con base en las evaluaciones presentes como parte de una lección del curso.

Al indagar respecto a las estrategias metodológicas utilizadas en el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”, el personal docente contestó a nivel general respecto a una clase. Al respecto, D2 señala

Lo más importante es el hecho que el estudiante tenga que realizar un experimento para comprobar ciertos principios físicos. Me parece que eso es una estrategia que en realidad esa es como la base de todos los laboratorios, no solo de este en particular. Que el estudiante ponga en práctica los conceptos e ideas que ha aprendido en la teoría a través de un pequeño experimento que tarda dos horas en realizar. Entonces en este experimento tiene que hacer mediciones, y generalmente, también tiene que tomar en cuenta el factor estadístico, entonces para eso tiene que hacer varias repeticiones de los procesos, de los experimentos, con el fin de que compruebe la ley física de la cual está estudiando. (D2, comunicación personal, 19 de agosto de 2020)

Donde D2 indica que realizar un experimento es la estrategia de aprendizaje más importante de todo el proceso, pero también se debe rescatar que el estudiantado tiene que hacer durante la experimentación: medir y repetir procesos, sin embargo, a lo largo de la información recopilada se extraen otras acciones que el estudiantado debe hacer. En concordancia con esto, D1 señala que el estudiantado puede ver números o puede ver el concepto físico detrás de los datos recopilados, por tanto, hay una componente de análisis a considerar durante la experimentación. Al respecto, D3 señala

La estrategia metodológica que permitió desarrollar el curso fue la experimentación a través de que vi de la medición, la observación y el análisis, la crítica que se genera, pero además de eso, y podríamos aportar como otra estrategia en la prueba previa verdad, que se

hace este y también podríamos aportar, de éste, el trabajo del reporte que es el análisis posterior pero sí, yo me enfocaría más en la experimentación como tal que es como la estrategia metodológica más fuerte que se usa para desarrollar ese contenido curricular. (D3, comunicación personal, 25 de agosto de 2020)

Donde D3 también concuerda con la experimentación mediante una experiencia de laboratorio donde se logre observar, medir, analizar ... es la principal estrategia metodológica en este curso según señalan las personas entrevistadas y está en concordancia con los verbos señalados por autores como Trumper (2003) y Sutarno et al. (2019) como acciones en el laboratorio. Adicional a lo mencionado, D3 indica que se ha utilizado las tecnologías de la información durante la experimentación, por ejemplo, a través de un análisis de software. Espinosa-Rios et al. (2016) amplía las acciones de laboratorio antes señaladas por una definición más integral

La implementación de las prácticas de laboratorio implica un proceso de enseñanza-aprendizaje facilitado y regulado por el docente, el cual debe organizar temporal y espacialmente ambientes de aprendizaje para ejecutar etapas estrechamente relacionadas que le permitan a los estudiantes, realizar acciones psicomotoras y sociales a través del trabajo colaborativo, establecer comunicación entre las diversas fuentes de información, interactuar con equipos e instrumentos y abordar la solución de los problemas desde un enfoque interdisciplinar-profesional. (p. 269)

Hay elementos de la definición de Espinosa-Rios et al. (2016) que se encuentran entre las respuestas del personal docente, sin embargo, entre las respuestas se destacan que no se mencione el trabajo en grupo como un elemento del trabajo en laboratorio y tampoco, la importancia del rol docente durante la experimentación. También se encuentra que se está generando una demanda cognitiva baja al encontrar estrategias donde el estudiantado sigue instrucciones tal y como se indica “La rigidez, el control y seguir instrucciones desplazan el desarrollo de los procesos cognitivos en los estudiantes” (Espinosa-Rios et al., 2016, p. 269). Por tanto, estrategias metodológicas mediante el uso de guías

deben ser revisadas con respecto a la demanda cognitiva que se genera durante su uso.

Se indagó respecto a si la metodología utilizada permite el logro de los objetivos del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”. Según la opinión del personal docente, hay diferentes críticas que aparecen para responder esta pregunta. D1 señala de forma positiva al logro de objetivos, al respecto señala,

Me parece que si los cumple, porque básicamente la parte presencial si permite por ejemplo, que los estudiantes en el movimiento armónico simple se obtenga una función sinusoidal con el uso de sensores. Ya con esa función sinusoidal pueden obtener lo que están buscando, la amplitud, la frecuencia, entre otras cosas... Las prácticas virtuales si se cumplen los objetivos porque la simulación que yo apliqué si permitía que el estudiante tuviera todo eso. Entonces digamos que simula bastante bien lo que era el fenómeno en la realidad. Entonces el estudiante obtuviera la frecuencia, la amplitud, y el de onda la simulación está un poquito más limitadas, entonces no lo permitía en su totalidad. Permitía hacer una descripción más cualitativa y no tan cuantitativa porque no permitía obtener la velocidad de la onda, ver si una onda iba más rápido o más lento, si se aumentaba por ejemplo la tensión, pero no permitía obtener un número, entonces cumplía los objetivos de forma cualitativa. (D1, comunicación personal, 19 de agosto de 2020)

Se señala de forma positiva el logro de los objetivos del curso, pero se centra en los objetivos indicados en el manual de prácticas de laboratorio. Según se entiende de la intervención de D1, el logro de los objetivos del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” se mide con base en los resultados experimentales que permite lograr el manual de prácticas de laboratorio. Al respecto, D2 realiza una crítica respecto al creditaje del curso y la exigencia en tiempo con la realización del reporte por parte del estudiantado, ya que la realización del reporte demanda mucho tiempo y este aspecto debe analizarse respecto al creditaje del curso, específicamente indica “Yo siento que la elaboración de los reportes y estas cosas, eso demanda tiempo verdad, y un crédito no debería de demandar tanto tiempo como lo hace ahora ...” (D2,

comunicación personal, 19 de agosto de 2020). D3 indica que si cree que se logren los objetivos en la modalidad presencial, como justificación indica que se “usa un equipo calificado entonces el equipo está hecho para eso, está hecho para ver ese fenómeno” (D3, comunicación personal, 28 de agosto de 2020). Se observa nuevamente que este entrevistado mide los objetivos del curso con los objetivos de lo que permite lograr el equipo de laboratorio. Al respecto D3 indica

Sí lo permite porque adaptamos primero que todo un equipo nuevo moderno y que está hecho para estudiar ese fenómeno físico en principio y después las guías que se utilizaron fueron guías hechas con todo el equipo que se disponía ahí, es decir, en el contexto educativo que estábamos, entonces fue una guía que se trabajó en el contexto de nosotros, entonces yo creería que la metodología que usamos fue apropiada, además de que el estudiante no sólo tenía una guía sino que también, tenía un archivo que iba completando entonces ese tipo de cosas me parece que cumplen mejor que como estaba antes entonces yo pero yo diría que sí, que si se alcanza cierta parte de los objetivos. (D3, comunicación personal, 25 de agosto de 2020)

Se observa cómo se centra los objetivos con base en la guía o manual de prácticas, sin embargo, después hace una crítica a los objetivos generales del curso y preinforme, al respecto indica

... no todas las prácticas están desarrolladas de la misma forma entonces hay trabajo que hacer claramente verdad, entonces el curso como tal no podríamos decir que se alcanzan 100%, además, de que existen otro tipo de falencias verdad por ejemplo los pre-reportes. (D3, comunicación personal, 25 de agosto de 2020)

D3 señala que los preinformes piden copiar y pegar ciertas partes del manual y con ello no se tiene clara la función de esta evaluación. Además, se indica que en la modalidad virtual el uso de un quiz en línea en lugar del preinforme, situación que D3 considera que deja más ya que el estudiantado tiene que estudiar para ello. Por último, D4 hace una crítica desde la concepción del laboratorio como una actividad aparte del curso de teoría, al respecto indica,

Independientemente que el laboratorio haya un asistente, hay un encargado laboratorio, incluso puede haber otro profesor al cual se designa el laboratorio, el profesor de teoría no por estar divorciado del laboratorio, porque es que la necesidad del trabajo experimental surge desde la clase teórica. (D4, comunicación personal, 28 de agosto de 2020)

Aquí se plantea la necesidad de entrelazar las actividades del curso de teoría con actividades del curso de laboratorio; involucrar al estudiantado en la experimentación desde el curso de teoría. Indica que una actividad de preinforme sería que desde la teoría hagan un diseño experimental de cómo podrían ver que es lo que ocurre, contrario a dar las instrucciones ya que eso mata la iniciativa. Adicional, D4 indica,

El laboratorio no era una actividad rígida que tenía dos horas, tres horas para cumplimentar. Una actividad de laboratorio si era rica porque realmente en un tema importantísimo, vea, ese tema que usted ha escogido, ese tema cuántas cosas reúne, ósea, hay una serie de conocimientos ahí que se reúnen juntos que vale la pena dedicarle tiempo no importa que tenga que hacer tres actividades de laboratorio para eso porque no, es que esa es la otra idea. La idea no es de hacer cien laboratorios formales donde se entregue informe se hace todo de ello, usted puede diseñar tres o cuatro del curso o cinco o seis depende el tiempo. Lo otro puede ser actividades experimentales que no necesariamente tienen que llegar a la formalidad de hacerle el informe, la medición, toda esa cosa. (D4, comunicación personal, 28 de agosto de 2020)

Este aporte indica que se debería pensar la actividad de laboratorio como una actividad más flexible y variada, ser pensada más que una práctica de laboratorio formal sino también involucrar otras actividades con menos formalismo. EP añade un elemento a la idea planteada por D4 y es que las actividades en el enfoque constructivista deben de permitir que el estudiantado construya y reconstruya su aprendizaje. Además, respecto a las guías o manual de instrucciones como actividad de laboratorio, EP señala “yo estoy generando un proceso de construcción del conocimiento mío, para que el estudiante, si puede, aprende, si tiene las mismas estructuras cognitivas mías pues aprenderá y si no, no” (EP, comunicación personal, 29 de agosto de 2020) y esto imposibilita

el autodescubrimiento. En concordancia con D4, EP señala “Lo importante es que el proceso de mediación del docente proponga diferentes estrategias para que la persona estudiante se descubra a sí mismo entendiendo cómo es que se aprende, eso para mí es aprendizaje significativo” (EP, comunicación personal, 29 de agosto de 2020)

Al preguntar al personal docente de la Sección de Física si las estrategias metodológicas utilizadas permiten un aprendizaje significativo, el personal docente que respondió que no conoce sobre aprendizaje significativo previamente, respondieron de forma afirmativa posterior a explicar este concepto de forma muy breve. Una justificación fue el hecho de que el estudiantado debió estudiar para el curso de teoría que es correquisito del Laboratorio de Física General II y puede aprender en el hacer durante la práctica, y la otra respuesta indica que debido a la dinámica del docente en guiarlos durante la lección. D4 señala que el tener una guía de prácticas no está acorde al aprendizaje significativo. Una posición contraria tiene D3 que indica “yo sí creo que lo que se usó en oscilaciones y ondas sí son buenas metodologías y si considero que permiten alcanzar un análisis más significativo de cómo era en el pasado” (D3, comunicación personal, 25 de agosto de 2020), especificando que en el pasado era más magistral y limitado, mientras que ahora el laboratorio permite estudiar a profundidad los fenómenos porque el equipo adquirido para laboratorio lo permite.

Con respecto a los cambios que se deben implementar debido a la emergencia sanitaria por el virus SARS CoV-2, se les consultó sobre las estrategias metodológicas más idóneas para desarrollar el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”. D1 señala que usaría la misma metodología que el semestre anterior que era mediante simulaciones y señala que las simulaciones de ondas estacionarias tienen desventajas, lo que provoca que sea una actividad cualitativa y no cuantitativa. D2 señala la importancia de ver el experimento, por tanto, indica que se debería de alguna forma que el estudiantado lo realice

en casa. Menciona que una estrategia sería que el estudiantado realice las demostraciones en casa, o un proyecto; una actividad donde él investigue y logre realizar un experimento. D3 indica “al verse obligado a cerrar lo presencial la forma más correcta alcanzarlo es a través de laboratorios remotos porque me generan una realidad cercana a la presencialidad manteniendo un enfoque virtual” (D3, comunicación personal, 25 de agosto de 2020) y también indica que la experimentación en casa puede tomarse en consideración. Por último, D4 señala la investigación mediante el método científico como estrategia metodológica.

4.1.3.2 Elemento clave N°2: Material didáctico

Los materiales didácticos, según Rojas (2017), son materiales que participan en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Juárez (2015) los define como “todos aquellos [materiales] de apoyo que ayudan al docente a mediar el aprendizaje, debe ser útil y funcional, no sustituyen al docente en la tarea de enseñar” (p. 29). Juegan un papel de dar dinámica, eficacia y soporte al proceso de aprendizaje. Según Manrique y Gallego (2013) son “los recursos con que cuenta el docente para cumplir con significación el proceso de aprendizaje” (p. 105).

Al preguntar al personal docente sobre cuáles materiales didácticos se utilizaron en el laboratorio en general, las respuestas son: manual de prácticas, libro de texto (Serway), un archivo .cap del software Capstone que se accede mediante el uso de la computadora del laboratorio, la pizarra del laboratorio y el aula virtual en Mediación Virtual. Respecto al laboratorio en modalidad virtual D1 menciona

En laboratorios virtuales también muy parecido utilizamos un manual que nosotros generamos, sólo que las instrucciones cambian. Depende de lo que vamos hacer, si una práctica real o una simulación. La diferencia entre manual presencial y virtual, es que uno está orientado para que ellos realicen la práctica de forma real, con los instrumentos que tienen en la mesa de trabajo, y el otro es para que realizaran el trabajo mediante una computadora o simulación. El virtual está orientado para explicar a los estudiantes cómo realizar la simulación en cambio, el que es presencial está

orientado a explicar al estudiante cómo utilizar el equipo y los cuidados para usar el equipo. (D1, comunicación personal, 19 de agosto de 2020)

En el comentario anterior se observa claramente como el manual de prácticas es un soporte al proceso de enseñanza, este indica cómo utilizar el equipo o simulación como actividad principal del laboratorio. Sin embargo, al ser material generado por el personal docente, hay que recordar que este material adquiere significancia si sigue los procesos cognitivos del estudiantado y no de la persona docente que lo generó. Por otra parte D4 indica que concibe el curso de laboratorio como una continuación del curso de teoría, por tanto indica "...el problema del material didáctico en una asignatura que es puramente experimental como lo concibo yo, el material didáctico se reduce prácticamente en las cosas que tú presentas dentro de la actividad que son experimentales..." (D4, comunicación personal, 28 de agosto de 2020), por ejemplo menciona un resumen de cuestiones teóricas, un video, uso de sensores y material sencillo que funcione para un experimento como por ejemplo un diapasón. D4 señala que el uso de sensores no debe ser la actividad de laboratorio, sino debe ser material para antes de la experimentación, por ejemplo, indica

... lo puedes hacer a la inversa de la parte tecnológica, usarla como material didáctico y llevar entonces la práctica manual al laboratorio y no al revés que a veces el estudiante llega al laboratorio y no ha visto nada sobre ese tema y de ninguna manera y entonces agarra un sensor lo pone ahí sale la gráfica (D4, comunicación personal, 28 de agosto de 2020)

En ese sentido se señala que el estudiantado es el que debe indagar sobre lo que quiere descubrir y los sensores son el inicio del trabajo experimental al mostrarse como paso inicial. D4 recalca que el material didáctico va preparando condiciones señala. Por otra parte, PE indica sobre cómo debe ser el material didáctico bajo el enfoque constructivista, indica

Ese material tiene que ir encadenado, tiene que ir de menor a mayor, tiene que ir de menor complejidad mayor complejidad, no

tienen que ir aspectos separados tiene que ir tiene que a enlazar y enlazar el conocimiento e ir junto con el contenido, y de enlazando nuevas estructuras de pensamiento que se van requiriendo conforme más se va avanzando en la dificultad del contenido. (EP, comunicación personal, 29 de agosto de 2020)

Por tanto, el rol del material didáctico desde la concepción constructivista tiene que ir entrelazando nuevas estructuras de pensamiento.

Con respecto a los alcances y las limitaciones del material didáctico usado en el curso y específicamente en el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”, D1 señala que ambos están relacionados con el equipo de laboratorio que se tengan, o en la simulación que se use en el caso de un laboratorio virtual. D2 señala que una guía o manual de prácticas como base del laboratorio está bien, además, indica que esos manuales han sido adecuados al laboratorio de la sede. Sin embargo, señala que se puede hacer uso de videos explicativos ya que se ha notado que algunas personas estudiantes no leen el material y esto afecta el tiempo de práctica. D3 indica también el manual de prácticas adecuado al laboratorio, sin embargo, señala que éste no se ha validado, también señala que el avance de la tecnología es muy acelerado, entonces hay computadoras que empiezan a mostrar problemas e indica que el recurso humano profesional es escaso, en el sentido de que trabajen en actualizar material para el laboratorio.

Al preguntar si desde su percepción el material didáctico permite un aprendizaje significativo, D1, D2 y D3 dicen que sí. Específicamente D2 indica

Yo pienso que si porque está bastante claro el libro obviamente, el libro de texto que el estudiante lo utiliza, el docente lo utiliza, y las prácticas, creo que la guía, la guía está bien escrita por lo mismo, porque está escrita de acuerdo a los equipos que tenemos y de acuerdo a los objetivos que se tienen para cada práctica (D2, comunicación personal, 19 de agosto de 2020)

y D3 indica

Yo diría que si hay un avance extremadamente grande por lo menos porque ya un fenómeno no se ve parcial se ve casi completo y está

enfocado al contexto educativo en el que se desarrolla el curso y además de eso pues cuenta con las herramientas necesarias para proveer de un aprendizaje significativo. (D3, comunicación personal, 25 de agosto de 2020)

Por tanto, concuerdan en que el material didáctico presente está trabajado para que esté de acuerdo al contexto y equipo de laboratorio. D4 no menciona si está de acuerdo o desacuerdo, pero menciona “el material didáctico que más puede uno usar esos son los videos, pero hay que buscar videos que sean muy representativos” (D4, comunicación personal, 28 de agosto de 2020), por lo tanto, da una intencionalidad al material que utilice.

Bajo el contexto de virtualización de los cursos debido a la emergencia sanitaria por el virus SARS CoV-2, se les preguntó por cuál material didáctico recomendarían y entre las respuestas están: video explicativo donde se generen ondas estacionarias o adaptar la práctica con videos, un recurso previo diferente a lo indicado de preinforme y video.

4.1.3.3 Elemento clave N°3: Evaluación

Respecto a las evaluaciones, al personal docente de la Sección de Física se les preguntó sobre cuáles tipos de evaluaciones, según la intencionalidad, fueron realizadas; en el caso del docente del curso se preguntó sobre cuáles aplicó, y en el caso del docente colaborador se preguntó sobre cuales evaluaciones vio que fueron aplicadas. El personal docente señaló la evaluación sumativa en primer lugar al ser ésta dada por el programa del curso. Posteriormente se hace una reflexión respecto a su labor docente. Al respecto D1 señala

Entonces si hay una evaluación formativa y eso uno le aplica clase para eso está rubro de trabajo en laboratorio y después de eso es la sumativa con base en esas evaluaciones uno a su mano para obtener la nota final por lo menos ya utilizado la formativa y la sumativa. La diagnóstica nunca la he contemplado. (D1, comunicación personal, 18 de agosto de 2020)

D1 indica que las actividades que se realizan durante la experimentación tienen un componente que puede evaluarse de forma formativa en el rubro de trabajo en laboratorio; al ver cómo el estudiantado se desenvuelve en clase con el uso del equipo de laboratorio. D2 indica explícitamente que al no estar presente no sabe si se realizaron evaluaciones sumativas o formativas. Señala que los reportes de laboratorio pueden usar de forma sumativa

Pero de las que yo conozco, y las que aparecen en el programa son sumativas. Aunque tal vez esa técnica que usa el Laboratorio de Física II de que se les piden todos los reportes, pero solo se evalúan 5, eso de cierta forma puede ser formativo verdad. El profesor lo revisa y le indica, bueno, hiciste eso mal aquí y puede mejorarlo para la próxima vez, hicistes esto muy bien, me parece que lo ha hecho muy bien en esta parte, me parece que su análisis de resultados es muy bueno, espero que siga haciéndolos así, ..., y esos reportes se pueden prestar para eso, para darle comentarios al estudiante y al final de eso se trata, es formación verdad. (D2, comunicación personal, 25 de agosto de 2020)

Esta reflexión es importante en el sentido de que el personal docente a cargo del estudiantado puede utilizar a evaluación del reporte de tal forma que retroalimente la realización de éste a lo largo del curso, a pesar de ser una actividad sumativa. Respecto al rol de las evaluaciones en el enfoque constructivista, PE indica

Aquí lo más importante sería entender que la evaluación no constituye un proceso de valorar cuánto aprendió, sino la calidad de lo aprendido, muy difícil verdad. La evaluación como la nosotros la tenemos entendido y como la siguen existiendo los sistemas educativos es bueno como lo que a mí me importa es cuanto, yo le pongo un cuánto si usted aprendió 70% pues le pongo un 70, si usted aprendió un 70% de lo que yo le quiero evaluar a usted, ojo verdad, totalmente subjetivo, ... , que uno crea estrategias y crea materiales y creas y criterios de evaluación bajo lo que uno es, bajo cómo uno aprende, bajo cómo uno entendió, y no se pone en la posición, exactamente por eso la palabra es tan maravillosa, del mediador para que la persona descubra ese contenido, ese aprendizaje ... Ese aprendizaje entonces qué es lo que yo tengo que evaluar cuánto aprendió esa persona y cómo lo aprendió esa persona, no bajo los criterios míos, son muy difíciles, eso es muy difícil en evaluación y

es muy difícil en las universidades especialmente si estamos hablando de cursos masivos. (EP, comunicación personal, 29 de agosto de 2020)

Por lo tanto, el uso de reportes o informes para retroalimentar al estudiantado tal como lo indica D2 es una estrategia de evaluación formativa en el enfoque constructivista al existir esa figura de mediador que retroalimenta al estudiantado. A nivel práctico no se habla de cómo fue esa mediación, D2 reflexiona sobre cómo puede ser, no cómo fue, por tanto, no se puede concluir el uso de informes como una evaluación formativa.

Finalmente se indaga en la entrevista sobre aspectos de la evaluación que se deben mantener y qué aspectos se deben cambiar, tanto en la modalidad presencial como al implementar la modalidad virtual. Existen algunas coincidencias en los comentarios respecto a que se debe mantener o cambiar, para lo cual analizaremos los elementos de la evaluación uno por uno. Por ejemplo, D1 indica respecto al quiz: “La que siempre se tiene que mantener es la de quiz, la que nosotros después llamamos prelaboratorio, ellos no pueden llegar a realizar un experimento sin conocer la teoría entonces eso se tiene que mantener” (D1, comunicación personal, 19 de agosto de 2020). En la misma línea, D2 indica “Mantendría los quices, creo que es importante mantenerlos. Algún tipo de preguntas al inicio de la clase para ver si vienen preparados o para ver si se están preparando” (D2, comunicación personal, 19 de agosto de 2020). D3 indica respecto a la prueba previa y el informe “se debe mantener ya se asume que ambas tienen que ser trabajadas desde una perspectiva laboratorio y no importa el tipo de modalidad” (D3, comunicación personal, 25 de agosto de 2020). D3 le realiza una crítica constructiva a la implantación de la prueba previa o quiz según lo entrevistados anteriores

La prueba previa debe enfocarse a un concepto, digamos, muy básico, que conecte digamos, de primera entrada el fenómeno, pero sin ir tan adentro, digamos, sin ser tan formal. Entonces tiene que ser algo sencillo, algo que sea como muy, como la palabra dice, previo como algo muy diagnóstico muy muy general entonces hay

que mejorar este tipo de pruebas. (D3, comunicación personal, 25 de agosto de 2020)

D3 le está sugiriendo que hay que darle a la prueba previa una concepción más diagnóstica y que conecte al estudiantado con el fenómeno físico a estudiar. Por otra parte, sugiere que al informe de laboratorio debe mantener la parte más importante que es el análisis, tanto en modalidad presencial y virtual, al respecto D3 reflexiona

Pienso que la parte de los reportes yo le mejoraría la parte de revisión, digamos, la estructura del reporte de ser diferente, siempre nos hemos apegado a una estructura de reporte más viendo hacia el método científico pero al final lo terminan haciendo más a la línea del artículo, eso está bien, no está mal, pero sí creo que el reporte tenga claro ciertos procesos, por ejemplo el proceso previo el proceso de tratamiento de datos, resultados y por ente, la forma como evaluarlo me parece que sigue siendo algo que éste está debiendo entonces pronto por ejemplo la forma de las rúbricas que hay son rúbricas bastante ambiguas bastante generales entonces creo que hace falta atinar más a un proceso evaluación qué por rescate bien lo que usted quiere el reporte y no siempre del reporte lo que queremos es el gráfico los datos a veces del reporte queremos más queremos más, queremos el análisis de lo que el estudiante aprendió... (D3, comunicación personal, 25 de agosto de 2020)

En concordancia con lo expresado por D3, D1 indica

Lo que es el reporte si se debe implementar pero no en la forma en que se implementa en el laboratorio que es casi un trabajo de investigación científico, me parece que se debe enfocar en el análisis de los resultados. (D1, comunicación personal, 19 de agosto de 2020)

También D2 indica

Los reportes ya no tienen mucho sentido para mi hacerlos, por el tipo de práctica que se hace ahora que son simulaciones. Para mí, esos reportes, no sé, y además también ver las condiciones, que tal vez si al estudiante presencialmente se le exige más, en clases virtuales no se le puede exigir tanto. (D2, comunicación personal, 19 de agosto de 2020)

Por ende, hay concordancia en que se debe analizar cómo implementar ese reporte y cómo evaluarlo. D2 indica que hay que considerar las condiciones con que se imparte la modalidad virtual ya que la Sede tiene la particularidad de reunir estudiantes provenientes de lugares rurales

Un reporte implica un poco más de comunicación entre ellos, ... (viven allá metidísimos, escondidos) entonces la comunicación con otros compañeros puede ser un poco más limitada. Entonces eso es un problema que se ha encontrado en la sede y más que todo porque la sede capta estudiantes de zonas de menor acceso en general, ósea, la sede tiene estudiantes de todo el país y me refiero a casi la mayoría de zonas un poco más alejadas de la gran área metropolitana que es donde está la mayor cantidad de servicios. (D2, comunicación personal, 19 de agosto de 2020)

D2 reflexiona respecto a las condiciones de acceso del estudiantado de la Sede de Occidente limita el proceso de elaboración de un reporte de forma colaborativa al compararlo con las condiciones de elaborar un reporte bajo las condiciones del aula, del laboratorio. Esto es un aspecto que, según D2, se debe considerar a la hora de asignar la evaluación y de calificar a la hora de no tener las mismas condiciones. Por otra parte, D2 sugiere realizar un reporte o informe completo (tipo artículo científico) una o dos veces durante todo el semestre en lugar de solicitar uno cada semana, donde señala que la parte más relevante que se debe mantener siempre es el análisis de los resultados de la experimentación. Respecto a los reportes, D2 ahonda con base en su experiencia de estudio fuera del país

Lo que yo siempre he abogado y lo que yo vi cuando estaba en los Estados Unidos, que el laboratorio no debe tener reportes y a mí me gusta esa modalidad de prelaboratorio, trabajo de laboratorio y luego la parte de postlaboratorio. Entonces yo creo que ahí no hay cabida para informes y eliminar los informes, creo que sería importante. Entonces en presencial para mí eso sería el cambio más significativo. Y también la parte, a mí me gustaría como que se implementara algún tipo de proyecto que el estudiante tenga que prepararse durante el semestre. Ósea, durante todo el semestre trabaje en su proyecto y que diseñe algún experimento ya sea con materiales caseros o un poquito más, con ayuda de algún equipo de

laboratorio, pero si me parece que debería ser parte de un laboratorio. (D2, comunicación personal, 19 de agosto de 2020)

Acá se observa que D2 reflexiona acerca de un cambio estructural del laboratorio, con base en experiencias vistas de modelos de universidades en los Estados Unidos, donde no utilizan la palabra de reporte como una estrategia metodológica, sino como un postlaboratorio estructurado de forma diferente y está concatenado con las actividades, y en la misma línea de clasificación de actividades propuesta por Díaz y Hernández (1998), al clasificar las actividades por momento de uso y presentación en actividades de preinstrucción, co instrucción y posinstrucción. Por otra parte, D4 reflexiona respecto a un laboratorio unificado con la teoría y de dar más flexibilidad con respecto a la entrega de las evaluaciones para que el estudiantado interiorice el proceso. Por otra parte, D3 indica que las tres evaluaciones deben ser mejoradas en cuanto a ser más claras y acordes al proceso en que se encuentran, al respecto indica

El rubro de evaluación Trabajo de laboratorio, ósea, durante el proceso, es medir cómo se va a evaluar ese trabajo y muchas veces usamos criterios como el cotidiano, pero el cotidiano no me garantiza que porqué el estudiante se portó bien y porque estuvo ahí calladito haciendo lo que, me garantiza que aprendió, entonces creo que el trabajo en laboratorio va más por una línea de aprendizaje significativo. (D3, comunicación personal, 25 de agosto de 2020)

En lo comunicado D3 realiza una crítica respecto a la evaluación trabajo en laboratorio, donde se debe evaluar de manera más integral al estudiantado, en lugar de evaluar lo que se observa, que hace o no hace, y es una idea que está acorde al enfoque constructivista según menciona PE.

Finalmente, al respecto de la actividad evaluativa final del curso propuesta por el programa del curso, se habla de un examen y de un proyecto final. Respecto al examen se deduce la poca necesidad de implementar este como una actividad evaluativa de laboratorio. Al respecto D1 menciona

El examen se puede mantener, pero no es tan necesario, me parece más adecuado un proyecto para la modalidad virtual que el examen. En forma presencial me parece ideal no hacerles preguntas propiamente, sino llegar y ponerles un equipo en la mesa de alguna práctica y que ellos obtengan esto, ósea, que ellos realmente aprendan a utilizar el equipo y que ellos puedan obtener cosas, pero sin necesidad de seguir la receta, para que realmente sepan qué hacer con el equipo. (D1, comunicación personal, 19 de agosto de 2020)

De igual manera, D2 reflexiona con respecto a los exámenes en la modalidad virtual

Lo que yo me cuestiono es que tan válido es un examen en un curso de laboratorio, especialmente cuando lo que el estudiante lo que tiene que hacer son simulaciones que tal vez la ve y tal vez no le dedica mucho tiempo, entonces que tanto aprende, que tanto se puede evaluar con un examen. (D2, comunicación personal, 19 de agosto de 2020)

En estos dos extractos se nota una inquietud hacia la función de una evaluación tipo examen al final del laboratorio. Respecto a actividades evaluativas tipo examen, PE señala

No basta con que se hagan preguntas y que la persona responda lo que el profesor pretende, es cierto es que no sé, no basta con que me mires y tenga mis contenidos, a mí lo que me interesa, lo que me interesaría ver bajo los principios constructivistas, es cómo ha sido el proceso de construcción de todo ese aprendizaje y para eso, eso requiere de mí como persona docente, un proceso de construcción de digamos el instrumento no importa tu instrumento de evaluación en el que evalúo absolutamente todo el proceso, si el proceso duró seis meses, yo estoy evaluando durante los seis meses y al mismo tiempo valorando la misma la coevaluación que haga el estudiantado, entonces son instrumentos que no son rígidos son instrumentos que no son únicos, son instrumentos que no se pasan al final, son instrumentos en constante en construcción permanente... (EP, comunicación personal, 29 de agosto de 2020)

La persona experta en constructivismo indica claramente que bajo el enfoque constructivista lo que se quiere evaluar es el proceso de construcción de los aprendizajes. Tomando en cuenta los instrumentos de evaluación, no se reporta

instrumentos de evaluación que involucre el proceso o curso, tal como lo indica PE, sino, el resultado final mediante una calificación en el caso de pruebas escritas o informes.

Con respecto a las diferencias entre la modalidad virtual y presencial, D3 indica

Pero de cierta manera es lo mismo que una virtual, porque al final si usted es el laboratorio presencial y hace una prueba previa, y si usted está dando el curso virtual y hace una prueba previa, sigue siendo el mismo concepto. Lo que va a cambiar en una virtualidad y una presencialidad, es el cómo, cómo se desarrolló el laboratorio, entonces, y eso la modalidad, y hoy día los laboratorios, la experimentación no se encasilla a que un laboratorio tiene que ser sólo presencial. Hoy día cuando hablamos de una estrategia de laboratorio cabe hablar de virtualidad como presencial y remota. (D3, comunicación personal, 25 de agosto de 2020)

Se define la modalidad de laboratorio al responder a la palabra cómo se llevó a cabo la experimentación. Además, D3 señala que existen tres modalidades posibles actualmente: presencial, virtual y remota. Entonces, según D3, las estrategias no se rigen en base a la modalidad en que se presente el laboratorio. Al respecto, D3 comunica

Bueno digamos que el tipo de experimentación que se hacía hace 50 años se llama, se llamaría ahorita tradicional, porque ahorita toda la medición que se lleva a cabo durante el desarrollo presencial es automatizada, ¿qué quiere decir?, eso que antes tal vez usábamos un metro y me llamo manualmente hoy día usamos un sensor de movimiento y vemos la longitud, entonces es lo mismo que antes, antes de usar un dinamómetro y ahora usamos un sensor de fuerza, entonces ahora es una automatización de datos. Entonces, ya es decir que entre virtual y presencial tiene que haber diferencias de evaluación pues en realidad yo no estoy tan seguro porque realmente lo único que estoy cambiando la modalidad, pero siguen siendo digamos laboratorios. (D3, comunicación personal, 25 de agosto de 2020)

Con esta reflexión D3 reafirma que el laboratorio como estrategia didáctica no cambia, a pesar de cómo lo implemente ya sea virtual, real, remoto, con sensores o de manera tradicional conceptualizado como un laboratorio sin sensores (según

D3 indicó previamente). En todos estos se está utilizando el mismo método de experimentación a pesar de que el proceso o procedimiento sea distinto para ver el mismo fenómeno a través de los datos recopilados. En esta misma línea D4 indica que hay que averiguar sobre cómo implementar la modalidad virtual sin divorciarse de las estrategias usadas en otras modalidades.

4.1.4 Principales hallazgos

Con base en la información general recopilada mediante la encuesta, se determina que el 85 % son estudiantes encuestados son de la carrera de Ingeniería Industrial y el restante 15 % son estudiantes de la Enseñanza de las Ciencias Naturales. De las personas estudiantes encuestadas el 54 % recibe o recibió el curso bajo la modalidad virtual, mientras que el 46 % recibió el curso mediante la modalidad presencial en semestres anteriores. Debido a la emergencia sanitaria por el virus SARS CoV-2, la Universidad de Costa Rica en el primer y segundo semestre del 2020 indica la implementación de la modalidad virtual como estrategia para continuar la docencia bajo la situación de emergencia. Por tanto, hay un factor memorístico en el estudiantado que recibió el curso en la modalidad presencial que está presente en algunos comentarios al responder las preguntas abiertas, como consecuencia, estos resultados deben ser contrastados con las estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación mencionados a lo largo de las entrevistas por el personal docente.

4.1.4.1 Estrategias metodológicas, material didáctico y evaluaciones del curso Laboratorio de Física General II

4.1.4.1.1 Estrategias metodológicas

El estudiantado participante en la encuesta señala en su mayoría que las estrategias metodológicas utilizadas si permiten el logro de los objetivos del curso Laboratorio de Física General II. En el Figura N°4 solo dos personas contestan que no se logró, coincidiendo con la modalidad virtual.

Con respecto a la planificación del curso, el personal docente indica que el programa del curso permite una planificación del curso, sin embargo, hay críticas respecto a algunos aspectos. Se deduce que la planificación gira en torno a las evaluaciones que debe realizar en ciertos momentos de la lección y no del proceso de aprendizaje. Una de las personas docentes señala que el programa del curso no permite hacer un abordaje del curso consecuente con el enfoque constructivista y el aprendizaje significativo. Con base en estos datos, se deduce que a pesar que el programa del curso se enmarca en una metodología tradicional expositiva, la estrategia de mediación implementada por el personal docente es percibido de forma positiva por parte del estudiantado. Por el contrario, la modalidad virtual no es tan bien puntuada y puede deberse a un conjunto de limitantes en la parte propias de la simulación y por parte de las limitantes en la mediación en la enseñanza en un entorno virtual.

Las personas docentes coinciden que se debe experimentar como parte fundamental de la experiencia de un curso de laboratorio y D4 enfatiza que la experimentación debe ser parte esencial que comunica el curso de teoría con el laboratorio porque la necesidad de experimentar nace desde el curso de teoría.

Se concluye la existencia de una buena percepción respecto al logro de objetivos en un curso de laboratorio en la modalidad presencial. Por el contrario, en la modalidad virtual se obtiene diferentes posiciones con una tendencia positiva y con críticas constructivas respecto al proceso, pero que surgen debido a limitantes con los recursos de simulaciones encontrados y con respecto a la rapidez con que se tuvo que implementar la modalidad virtual según el personal docente.

Con respecto a las estrategias metodológicas utilizadas por modalidad, se observa un importante número de estudiantes que marcan la clase magistral en la modalidad presencial, y un importante número de estudiantes que marcan las simulaciones y/o applets en la modalidad virtual. Al contrastarlo con lo indicado

por el personal docente, el uso de simulaciones efectivamente estuvo presente como eje principal en la modalidad virtual, sin embargo, el personal docente no identifica la clase magistral como parte de las estrategias metodológicas implementadas. Esto es importante ya que el estudiantado percibe el uso de una clase magistral como parte del curso. Una persona docente colaboradora, D3, señala que por experiencia los laboratorios necesitan de una introducción teórica, pero no indica que lo viera implementado en el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” en su rol de profesor colaborador.

Respecto a otras estrategias indicadas en la modalidad presencial, se encuentran, ordenadas de mayor a menor frecuencia absoluta, demostración de fenómenos físicos, aprendizaje basado en problemas, trabajos grupales, la solución lógica, ordenada y argumentada de problemas y simulaciones. Se observa variedad, pero el personal docente solamente hace mención a demostración de fenómenos físicos y trabajos grupales como estrategias metodológicas. En la modalidad virtual, de mayor a menor frecuencia absoluta, se encuentra demostración de fenómenos físicos, aprendizaje basado en problemas, taller y la opción otra haciendo referencia a video explicativo del uso de la simulación. En este caso, D1 fue la persona docente encargada del curso, el cual menciona el uso de simulaciones, demostración de fenómenos físicos y el video explicativo se la simulación si son estrategias utilizadas por D1. Con respecto a las estrategias metodológicas no marcadas en la figura N°5, esas estrategias tampoco son indicadas en las entrevistas por el personal docente.

Se les preguntó tanto al personal docente de la Sección de Física como al estudiantado encuestado si las estrategias metodológicas utilizadas en el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” permiten un aprendizaje significativo, se obtienen variedad de respuestas en ambas poblaciones de estudio, tanto para la modalidad presencial como la modalidad virtual. El personal docente entrevistado señala la importancia de que el estudiantado tenga una base teórica proveniente del curso correquisito Física General II para

indicar que afirmativamente hay aprendizaje significativo. Por otra parte, se menciona la mediación docente en la lección, donde se realiza un experimento, para lograr un aprendizaje significativo. Sin embargo, por intervenciones de EP y D4, se señala que las estrategias metodológicas no permiten un aprendizaje significativo al recurrir al uso de una guía cerrada de instrucciones para la experimentación.

4.1.4.1.2 Material didáctico

El material didáctico es material que facilita la enseñanza. Desde el enfoque constructivista se indica que el material debe estar concatenado de menor complejidad a mayor complejidad y que permita entrelazar conocimientos, contenido y nuevas estructuras de pensamiento durante el proceso. Por otra parte, D4 indica que debe ser material didáctico de un curso de laboratorio de física es todo aquel que pueda ser usado antes de la actividad experimental y es el que prepara condiciones para llevar a cabo la experimentación.

Mediante una entrevista al estudiantado, se realizaron dos preguntas respecto al material didáctico. En la primera, el estudiantado participante marcó cuál material didáctico fue utilizado, los resultados se muestran en la figura N°7. Estos resultados fueron contrastados con lo indicado por el personal docente. Para la modalidad presencial, de mayor a menor frecuencia absoluta, está el uso de manual de prácticas, presentación electrónica, equipo especializado, pizarra didáctica, material impreso, software especializado y otro, donde se indica el uso de la práctica en el equipo Pasco. El personal docente indica el uso del manual de prácticas, un archivo .cap del software Capstone, el libro de texto del curso correquisito Física General II, la pizarra para hacer anotaciones sobre la práctica y el aula virtual en Mediación Virtual. No se identifica el equipo de laboratorio disponible para realizar la práctica como parte del material didáctico. Se debe resaltar que el manual de prácticas ha sido material trabajado para que esté acorde al contexto y al equipo disponible de laboratorio en la Sede de Occidente y además permite un desarrollo casi completo del fenómeno de oscilaciones y de

ondas, y según indican tres docentes, esto se traduce en que ese material propicia un aprendizaje significativo.

El estudiantado, mediante una pregunta abierta, comentan la experiencia en las lecciones en la modalidad presencial, se indica que el uso de equipo de la marca Pasco provoca motivación para realizar las prácticas de laboratorio y que el curso en sí se adapta para un aprendizaje sencillo. Además, se expresa por parte de una persona encuestada, la falta de mencionar aplicaciones en el área de ingeniería.

La modalidad virtual se realiza de manera asincrónica con actividades durante la semana, y en este caso un encuestado indica que se podría tener una atención más personalizada, permitir presentar los informes en grupos y no individual, incluir ejercicios prácticos y no tan teóricos en las evaluaciones tipo pruebas y explicación de la teoría y práctica de manera sincrónica. En contraparte, otros comentarios indican que la simulación fue fácil de usar, pero se necesita tiempo para aprender o entender su uso.

Respecto a la percepción del material didáctico por parte del estudiantado, en la modalidad presencial se observa que la calificación de excelente, bueno y regular está igualmente puntuado. Al comparar con el material didáctico en la modalidad virtual, estos criterios ya obtienen un peso diferente. De mayor a menor frecuencia absoluta los criterios son: bueno, regular, excelente y deficiente. Se deduce que la percepción por parte del estudiantado es diferente para cada una de las modalidades, además, los extremos calificativos de excelente y deficiente aparecen de forma débil en la modalidad virtual. Por parte del personal docente, se indica el hecho de trabajo continuo en la mejora de guías o manuales de practica y en adquisición de equipo para cada una de las prácticas del manual, así como el uso de un software para mejorar el manejo del tiempo en la toma de medidas. Para la modalidad virtual, se indica la falta de tiempo de planificación para implementar la modalidad debido a la emergencia sanitaria

por el virus SARS CoV-2, además, el hecho de que algunas simulaciones presentan limitaciones para explorar el fenómeno físico de manera virtual. Esto justifica la variación en la percepción del estudiantado por parte de ambas modalidades.

4.1.4.1.3 Evaluación

Los instrumentos de evaluación utilizados por el estudiantado en las dos modalidades son el mismo. Estos fueron: pruebas escritas, informes o trabajos escritos, ejercicios prácticos y rúbricas. La opción de otros señalados indica que se realizaron pruebas cortas en línea en la modalidad virtual, haciendo referencia a pruebas cortas realizadas por medio del aula virtual del curso en la plataforma institucional Mediación Virtual. El personal docente señala como evaluaciones las pruebas cortas presenciales y en línea, informes y examen final únicamente en la modalidad presencial. Las rúbricas de evaluación no son utilizadas por ninguno de los entrevistados. En la modalidad virtual se señalan las pruebas cortas y trabajos escritos como parte de un documento con indicaciones del uso de la simulación. La rúbrica tampoco es señalada por D1 como instrumento de evaluación en la modalidad virtual.

Al indagar sobre posibles cambios en las evaluaciones, se tomaron en cuenta las dos poblaciones meta. Se detectan falencias por parte del personal docente con respecto a los preinformes y exámenes finales, específicamente se cuestiona su utilidad. Al respecto de los informes, se señala la necesidad de bajar la frecuencia y la importancia del proceso de análisis de datos que conlleva el informe, no todo el documento en sí. Se obtiene una calificación sumativa debido a lo señalado en el programa del curso y de formativa al analizar la práctica por parte del personal docente. La evaluación diagnóstica no fue usada. La prueba previa se señala como una evaluación que debe mantenerse para evaluar al estudiante.

4.1.4.2 Expectativas y necesidades de formación del estudiantado

Analizando los datos recopilados de la encuesta dirigida al estudiantado de Ingeniería Industrial en el curso Laboratorio de Física General II, se indagó respecto a necesidades y expectativas de formación. En la figura N°10, figura N°11, figura N°12, figura N°13 y figura N°14 se muestran las respuestas a preguntas cerradas sobre expectativas y necesidades de formación. Respecto a necesidades de formación, en ambas modalidades hay grandes coincidencias. Se identifican como expectativas de formación el comprender aplicaciones del fenómeno físico en el área de ingeniería, se espera del curso que sea complemento al curso de teoría, que forme en principios de experimentación, se espera que mejore el rendimiento académico del curso de teoría y que forme en habilidades numéricas y tecnológicas. En menor medida se espera realizar correctamente informes escritos y que el curso forme en habilidades sociales. La opción de comprender el fenómeno físico en la vida diaria no corresponde a una expectativa de formación en el curso.

Se observan en los datos recopilados respecto a las necesidades de formación en la modalidad presencial, el total del estudiantado indica que el curso sí satisface las necesidades de formación. Por el contrario, en la modalidad virtual, se indica en cierta medida que no se satisface las necesidades de formación de las personas encuestadas.

Se realizaron dos preguntas relacionadas con los objetivos específicos del curso. La primera relacionada con “introducir al estudiantado en principios básicos de experimentación” y la segunda “familiarizar al estudiante con el uso de varios instrumentos básicos de medición y sus aplicaciones”. Al preguntar sobre la percepción respecto a los principios de experimentación se obtienen, de mayor a menor frecuencia absoluta, bastante necesario, muy necesario y poco necesario, siendo poco necesario indicado por un encuestado de la modalidad virtual. Se indica de forma positiva la necesidad del uso de instrumentos de medición como

parte de la formación universitaria, calificado mediante los adjetivos muy necesario y bastante necesario. También, el objetivo del curso “Introducir al estudiante en la presentación de informes escritos” forma parte de las expectativas de formación al ser indicado en la figura N°10, pero por debajo de otras expectativas de formación no indicadas por el programa del curso como lo es comprender aplicaciones en el área de ingeniería. Por último, respecto a la satisfacción respecto al curso, todas las personas encuestadas de la modalidad presencial señalan una satisfacción alta respecto al curso, mientras que la mayoría de las personas encuestadas de la modalidad presencial señalan un grado medio de satisfacción. Un grado bajo de satisfacción no fue seleccionado por ningún estudiante, por lo que las estrategias metodológicas a nivel presencial y en menor grado la virtual satisfacen las necesidades y expectativas de formación en el estudiantado matriculado.

UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

LICENCIATURA EN DOCENCIA

Estrategia educativa

Propuesta de estrategias metodológicas para el contenido curricular
“Oscilaciones y ondas mecánicas” que propicie el aprendizaje significativo en
el estudiantado que asiste al curso Laboratorio de Física General II de la
Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente durante el II semestre del
2020

Modalidad: Proyecto

María Gabriela Campos Fernández

Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en
Docencia

Segundo semestre, 2020

Tabla de contenido

4.2 Estrategia educativa.....	114
4.2.1 Justificación.....	114
4.2.2 Objetivos de la estrategia educativa.....	116
4.2.3 Fundamentación teórica de la estrategia educativa.....	116
4.2.4 Población meta	118
4.2.5 Componentes de la estrategia educativa.....	118
Referencias	137

Índice de figuras

Figura N°1 Resultados de aprendizaje para cada etapa	120
Figura N°2 Vista del aula virtual y rejilla de acceso a las actividades de la estrategia educativa.....	125
Figura N°3 Acceso a las actividades de la estrategia educativa.....	126

4.2 Estrategia educativa

4.2.1 Justificación

El Laboratorio de Física General II de la Universidad de Costa Rica, Sede Occidente, tiene una metodología tradicional de enseñanza que se basa en la completitud de una serie de tareas ya preestablecidas en el programa del curso. Los objetivos específicos del programa del curso son: “Introducir al estudiante en los principios básicos de la experimentación”, “Familiarizar al estudiante con el uso de varios instrumentos básicos de medición y sus aplicaciones”, “Contribuir con la formación del estudiante mediante la experimentación” e “Introducir al estudiante en la presentación de informes escritos”. Estos objetivos plasmados en el programa del curso están acorde a las necesidades y expectativas de formación encontrados en el estudiantado de la Sede de Occidente consultada.

Actualmente, el curso de Laboratorio de Física General II centra su atención en el seguimiento de un manual de prácticas como actividad base para la experimentación, pero debido a la emergencia sanitaria por el virus SARS CoV-2, se utilizan experiencias computacionales tipo simulaciones, donde se facilita una experiencia con el fenómeno de interés mediante el seguimiento de instrucciones proporcionadas en un documento para la manipulación de la simulación. Esto fomenta una rigidez en las actividades al desarrollar objetivos del manual o guía de acuerdo con los contenidos conceptuales mediante un procedimiento experimental; el logro de aprendizaje consiste en la obtención de los resultados correctos para el cual el manual de prácticas o documento guía fue creada. Un ejemplo es la obtención de una función sinusoidal mediante el seguimiento del procedimiento plasmado en el manual de prácticas, posteriormente la persona estudiante ratifica lo encontrado mediante un análisis con ayuda del libro de texto del curso. La mediación docente debe ser adecuada para lograr los objetivos planteados en el programa del curso y evitar el uso mecánico del manual de prácticas como actividad central.

Mediante los hallazgos de la evaluación diagnóstica se concluye que en ambas modalidades prevalece un enfoque conductista; el programa del curso enfoca la metodología en la aplicación de actividades evaluativas sumativas que giran en torno al seguimiento de un manual de prácticas del laboratorio. Es por ello que se propone una estrategia educativa por contenido curricular que esté ligado al curso correquisito de Física General II, en este caso se desarrollará el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”. Desde un enfoque constructivista, se proponen una serie de estrategias metodológicas para que el estudiantado construya el conocimiento mediante actividades que entrelacen el conocimiento teórico de los fenómenos físicos con los objetivos del programa del curso, propiciando un aprendizaje significativo. También, se toma en cuenta habilidades necesarias para el desarrollo profesional como lo es la comunicación y el trabajo colaborativo.

Las estrategias metodológicas a implementar en el curso Laboratorio de Física General II darán un aporte con respecto a nuevas estrategias metodológicas a utilizar en el quehacer del aula desde un enfoque constructivista. Además, las estrategias utilizadas se pueden aplicar a otros contenidos curriculares de los laboratorios de Física que debe cursar el estudiantado de la carrera de Ingeniería Industrial.

La propuesta elaborada tiene la intencionalidad de introducir el enfoque constructivista en la mediación en un curso de laboratorio de Física, utilizando una secuencia de actividades que permitan un aprendizaje significativo en el estudiantado del área de Ingeniería Industrial. La propuesta elaborada presenta estrategias que permitan un aprendizaje significativo en el estudiantado mediante una sucesión de pasos para la obtención de conocimientos y habilidades enmarcado en una propuesta virtual.

La estrategia educativa es viable dado que cuenta con permiso institucional como la parte logística a nivel virtual tal como el acceso al aula virtual en la plataforma

institucional Mediación Virtual, acceso a simulaciones y laboratorios remotos, y acceso a internet por parte del estudiantado matriculado.

4.2.2 Objetivos de la estrategia educativa

4.2.2.1 Objetivo general

Proponer estrategias metodológicas para propiciar un aprendizaje significativo en el estudiantado, mediante el uso de la plataforma institucional Mediación Virtual, dirigidas al estudiantado incorporado al curso Laboratorio de Física General II en el segundo semestre del año 2020.

4.2.2.2 Objetivos específicos

- ❖ Elaborar estrategias metodológicas para abordar el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” mediante el uso de la plataforma institucional Mediación Virtual, con el fin de propiciar un aprendizaje significativo en el estudiantado de la carrera de Ingeniería Industrial.
- ❖ Favorecer la adquisición habilidades y destrezas relacionadas con la experimentación en situaciones físicas sencillas.
- ❖ Establecer tipos de evaluación en concordancia con el enfoque constructivista.

4.2.3 Fundamentación teórica de la estrategia educativa

Como ya se mencionó en el capítulo dos, denominado Marco teórico, la estrategia educativa se fundamenta en el concepto de aprendizaje significativo de David Ausubel (1983), el cual plantea que se debe conocer los conocimientos e ideas previas que posee el individuo para así orientar su aprendizaje, al respecto Díaz y Hernández (2002) indica “En síntesis, el aprendizaje significativo es aquel que conduce a la creación de estructuras de conocimiento mediante la relación sustantiva entre la nueva información y las ideas previas del estudiantado” (p.39). Tal como se indica, lo más importante en el concepto de aprendizaje significativo es relacionar la nueva información con las ideas o conceptos previos

del individuo. En contraste, Ausubel (1983) le llama estructura cognitiva previa a conceptos, ideas, la organización entre estos conceptos e ideas, así como la estabilidad de esta; para ello, se debe organizar la forma en que el estudiantado adquiere la nueva información y cómo la relaciona con sus experiencias previas. Al respecto Díaz y Hernández (2002) menciona “Durante el aprendizaje significativo, el alumno relaciona de manera no arbitraria y sustancial la nueva información con los conocimientos y experiencias previas y familiares que ya posee en sus estructuras de conocimiento o cognitiva” (p. 41). Mediante el proceso de enseñanza-aprendizaje, se relaciona lo que el individuo ya sabe y lo que se desea aprender para provocar un aprendizaje significativo, al integrar ese nuevo conocimiento a la estructura cognitiva previa del individuo. La persona docente es la encargada del proceso de planificación de las estrategias y metodologías para llevar a cabo el aprendizaje.

En la enseñanza de la Física, Moreira (2014) señala que se debe tener en consideración el conocimiento previo del estudiantado, al comienzo de la enseñanza ver aspectos generales del cuerpo de conocimientos para progresivamente adentrarse en los contenidos e incorporar elementos tecnológicos, interacción personal y la negociación de significados entre alumnado y profesorado o entre ellos mismos. Señala, además, el uso de distintos materiales instruccionales y estrategias didácticas, y en el proceso de evaluación se busca evidencias de aprendizaje.

En los laboratorios de Física se llevan a cabo una serie de actividades, según especifica Sutarno et al. (2019) son la observación, medición, recolección, análisis de datos y extracción de conclusiones. De forma más amplia Espinosa-Rios et al. (2016) indica

La implementación de las prácticas de laboratorio implica un proceso de enseñanza-aprendizaje facilitado y regulado por el docente, el cual debe organizar temporal y espacialmente ambientes de aprendizaje para ejecutar etapas estrechamente relacionadas que le permitan a los estudiantes, realizar acciones

psicomotoras y sociales a través del trabajo colaborativo, establecer comunicación entre las diversas fuentes de información, interactuar con equipos e instrumentos y abordar la solución de los problemas desde un enfoque interdisciplinar-profesional. (p. 269)

La persona docente está encargada de planificar y ejecutar etapas, así como organizar temporal y espacialmente ambientes de aprendizaje para la ejecución de las prácticas de laboratorio por parte del estudiantado. Finalmente, Espinosa-Rios et al. (2016) señala “La rigidez, el control y seguir instrucciones desplazan el desarrollo de los procesos cognitivos en los estudiantes” (p. 269), por tanto, se debe implementar una metodología que genere una mayor demanda cognitiva en el proceso o actividades de laboratorio.

4.2.4 Población meta

La estrategia educativa se llevará a cabo en la Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente durante el segundo semestre del 2020. El curso Laboratorio de Física General II se imparte bajo la modalidad virtual en el Recinto de San Ramón. La población meta corresponde a 25 estudiantes matriculados bajo la modalidad virtual, pertenecientes a la carrera de Ingeniería Industrial y al personal docente de la Sección de Física.

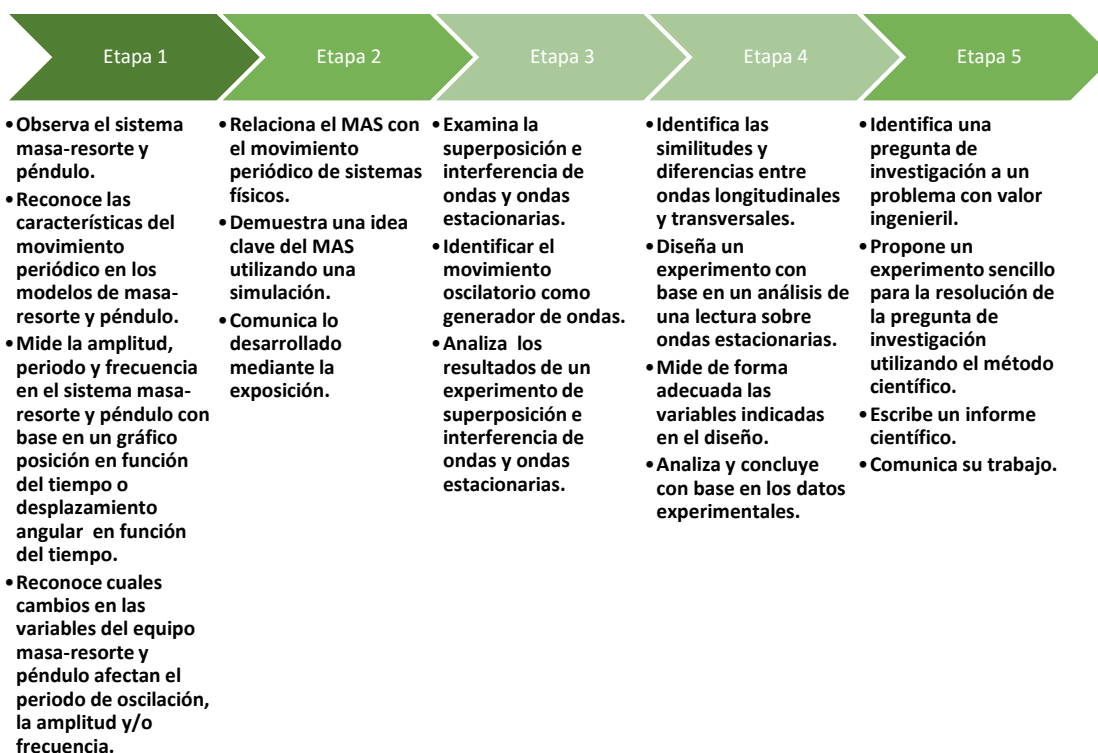
4.2.5 Componentes de la estrategia educativa

Se presenta una serie de estrategias metodológicas para el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”. Como se mencionó anteriormente, la estrategia educativa se desarrolla bajo el enfoque constructivista y el concepto de aprendizaje significativo. Para la elaboración de la estrategia educativa se parte de toda la exploración teórica realizada y de los resultados obtenidos mediante los objetivos del diagnóstico. Se tomaron en consideración los hallazgos encontrados en la modalidad virtual, estos son el uso de actividades grupales, complementar los contenidos conceptuales indicados en el curso de teoría, incluir principios de experimentación y contextualizar los aprendizajes al área de ingeniería.

La estrategia educativa desarrolla un planeamiento por etapas. Cada etapa corresponde a una serie de actividades que el estudiantado debe desarrollar para lograr los objetivos de aprendizaje indicados en el plan didáctico (Cuadro N°1) y cubre los objetivos específicos del programa del curso de manera transversal. Cada etapa está diseñada de forma que el nivel de complejidad vaya en aumento, tal que se inicia con actividades sencillas hasta llegar a actividades más complejas, lo anterior partiendo de los conocimientos previos del estudiantado. Cada avance en una etapa tiene como fin exigir mayor nivel cognitivo en el estudiantado. La implementación de actividades será de forma asincrónica para completar en un periodo establecido con actividades de mediación sincrónicas y asincrónicas según lo estipulado en el plan didáctico (Cuadro N°2). Cada etapa tiene una evaluación diagnóstica, formativa y sumativa acorde a los objetivos de aprendizaje.

Figura N°1

Resultados de aprendizaje para cada etapa



Fuente: Elaboración propia, 2020.

La estrategia educativa pretende brindar una mejor comprensión del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”. Según Rojas (2016) los contenidos curriculares son

saberes culturales, técnicos y científicos dirigidos a que el estudiantado aprenda; y su asimilación y apropiación es fundamental para que logre su desarrollo y se inserte positivamente en el proceso de socialización que se lleva a cabo en el contexto sociohistórico que vive. (p.92)

Estos contenidos requieren de la enseñanza para su asimilación. Los contenidos curriculares se pueden desglosar en contenidos conceptuales, contenidos procedimentales y contenidos actitudinales.

Los contenidos conceptuales incluidos en la estrategia educativa son:

- a. Modelos físicos: Sistema masa-resorte, péndulo, ondas en interferencia, ondas bajo condiciones de frontera.
- b. Movimiento armónico simple (MAS).
- c. Propagación de ondas. Reflexión y transmisión de una onda mecánica.
- d. Sobreposición de ondas, ondas estacionarias y resonancia.

Los contenidos procedimentales son:

- a. Resolución de problemas matemáticos.
- b. Medición correcta con instrumentos de medición.
- c. Cálculo de incertidumbres.
- d. Escritura de un análisis de resultados experimentales.

Los contenidos actitudinales o valorativos son:

- a. Responsabilidad y actitud positiva hacia la materia.
- b. Actitud indagadora.
- c. Respeto, cordialidad y colaboración con las personas compañeras de clase.
- d. Acatamiento de recomendaciones sanitarias en el contexto actual y normas de seguridad.

Por otra parte, la estrategia educativa pretende el desarrollo de las siguientes habilidades y destrezas por parte del estudiantado:

- a. Trabajo colaborativo.
- b. Comunicación de forma apropiada sus ideas con base en fundamentación teórica.
- c. Respeto y cordialidad al interactuar.
- d. Realización adecuada de una medición según el instrumento de medición utilizado.
- e. Comprensión de los datos experimentales con base en la teoría.

- f. Diseña un experimento sencillo de forma adecuada para dar respuesta a una interrogante.

Es muy importante identificar los conocimientos previos que posee el estudiantado, porque esta es la base con la cual el estudiantado interpreta la realidad y nuevo contenido. Rojas (2017) indica que “Los conocimientos previos son un conjunto de concepciones, representaciones y significados que los estudiantes poseen, en relación a los contenidos que se proponen para su asimilación y construcción” (p. 34). Es necesario activar esos conocimientos previos en el proceso de aprendizaje. Teniendo en cuenta que el estudiantado debe matricular simultáneamente Física General II y Laboratorio de Física General II, se indaga previamente si los contenidos conceptuales ya fueron abordados desde la teoría. Los contenidos conceptuales indicados anteriormente ya fueron abordados de manera teórica en el curso Física General II antes de la implementación de las estrategias metodológicas.

Para la implementación de la estrategia educativa, se procede a elaborar un planeamiento didáctico a desarrollar mediante un entorno de mediación virtual. El planeamiento didáctico según Rojas (2016) es

El proceso mediante el cual el docente organiza, planifica y prevé la forma de hacer llegar, al estudiantado, los contenidos, saberes expresados en los programas de estudio, utilizando en su mediación, actividades, estrategias y saberes expresados en los programas de estudio, utilizando en su mediación, actividades, estrategias, instrumentos y los recursos necesarios para lograr un aprendizaje significativo. (p.89)

Con el fin de planificar los procesos de enseñanza-aprendizaje de forma concreta, se realiza un plan didáctico mostrado en el Cuadro N°2, el cual indica una delimitación temporal de las actividades asincrónicas como sincrónicas y los resultados de aprendizaje deseados por etapa. Este plan didáctico tiene los siguientes elementos:

- Objetivos de aprendizaje

Los objetivos, según Rojas (2016) corresponden a productos que se espera, sean logrados por las personas estudiantes. Los objetivos son escritos de acuerdo de menor complejidad a mayor complejidad o capacidad cognitivo, y de acuerdo a los aprendizajes esperados.

- Estrategias de aprendizaje

Según Rojas (2016) responde al cómo enseñar. Estas contienen la consecución de actividades y/o técnicas de aprendizaje a desarrollar por el estudiantado. Las estrategias de aprendizaje utilizadas por etapa pretenden tener variedad de elementos que permitan al estudiantado aprender mediante actividades individuales y grupales, destacando el aprendizaje colaborativo y el aprender haciendo. Las estrategias utilizadas se encuentran la observación, el análisis, la discusión, crear mapa conceptual, cuadro comparativo, entre otros. Con respecto a los fenómenos o modelos físicos seleccionados mediante un contexto de interacción virtual y experimentación.

- Estrategias de mediación

Por medio de la mediación virtual, se tienen las siguientes estrategias de mediación: videos explicativos, comunicación personalizada por mensajes o videollamada, instrucción mediante uso de documentos “Guías de laboratorio”, sesión sincrónica mediante videollamada, retroalimentación por medio de las evaluaciones utilizando la plataforma Mediación Virtual.

- Estrategia de evaluación

Desde un enfoque constructivista, tres tipos de evaluaciones debe ser planificadas: diagnóstica, formativa y sumativa. Estas evaluaciones son tomadas en cuenta en el proceso de planificación de la estrategia educativa. Como actividades diagnósticas se pretende identificar conceptos o ideas que tiene el

estudiantado por medio de diferentes instrumentos o actividades. Como actividad formativa se encuentra la retroalimentación de las distintas actividades por medio de comunicación directa con la persona estudiante y la revisión de sus avances en documentos escritos. Por otra parte, las actividades sumativas van a ser los documentos entregados una vez realizada la actividad por parte del estudiantado y actividades expositivas.

- Tiempo

Este elemento corresponde a la duración en la realización de cada actividad de aprendizaje.

- Fecha de realización

Este elemento corresponde a la fecha o rango de fechas donde las actividades deben ser realizadas de manera sincrónica o asincrónica.

- Materiales y recursos didácticos

Se diseña material didáctico para que el estudiantado logre finalizar los objetivos por etapa. Estos consisten en guías escritas o videos para el ingreso y uso de laboratorios remotos y simulaciones, videos explicativos, libro de texto del curso Física General II y documentos guía para generar la interrogante a ser investigada por medio de la experimentación. Además de la preparación del entorno virtual en el aula virtual. Como parte de la experimentación, todo material personal que prepare al estudiante para ello, como instrumentos de medición o resúmenes, celular o computadora y mapas conceptuales deben ser considerados como material o recursos didácticos.

- Resultados de aprendizaje

Corresponde al resultado esperado mediante las actividades de aprendizaje ejecutadas en concordancia con los objetivos.

Figura N°2

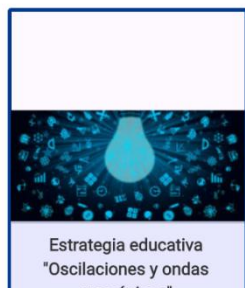
Vista del aula virtual y rejilla de acceso a las actividades de la estrategia educativa.






Nota: Elaboración propia, 2020.

Figura N°3




Acceso a las actividades de la estrategia educativa







Regilla de ingreso

-  Laboratorio remoto: Sistema masa resorte
-  Laboratorio remoto: Péndulo
-  Laboratorio remoto: Movimiento armónico




Etapa 1

-  Clase Movimiento Armónico Simple (MAS)
-  Actividad 1: Demostrar una idea clave
-  Exposición: Demostración de la idea clave.

-  Prueba diagnóstica
-  Video explicativo: Introducción a la superposición de ondas
-  Foro de discusión
-  Entrega: Guía de preguntas

Etapa 2

Etapa 3

-  Clase: Ondas
-  Actividad 2: Cuadro comparativo
-  Actividad 3: Informe de experimento

y un pequeño video en el que se muestre la realización de dicho experimento.



-  El método científico
-  Lectura acerca del método científico
-  Avance: Matriz del proyecto
-  Proyecto: Informe escrito
-  Exposición del proyecto

Etapa 4

Etapa 5

Nota: Elaboración propia, 2020.

Cuadro N°1

Planeamiento de la estrategia educativa

N° de etapa	Objetivos de aprendizaje	Estrategias de aprendizaje	Estrategias de mediación	Estrategias de evaluación	Tiempo	Materiales y recursos didácticos	Resultados de aprendizaje
1	<p>Observar el sistema masa-resorte y péndulo.</p> <p>Reconocer las características del movimiento periódico observado en los modelos de masa-resorte y péndulo.</p> <p>Medir la amplitud, periodo y frecuencia en el sistema masa-resorte y péndulo con base en un gráfico posición en función del tiempo o desplazamiento angular en función del tiempo.</p> <p>Reconocer cuales cambios en las variables del equipo masa-resorte y péndulo afectan el periodo de oscilación, la amplitud y/o frecuencia.</p>	<p>Mediante observación, el estudiante identifica cada una de las partes y características de los sistemas (<u>Péndulo</u>, <u>Sistema masa-resorte</u>).</p> <p>Reconoce las características del movimiento periódico en los sistemas observados.</p> <p>Mide el periodo, amplitud y frecuencia de oscilación con base en un gráfico posición en función del tiempo o desplazamiento angular en función del tiempo.</p> <p>Reconoce un cambio en la medición del periodo, frecuencia y/o amplitud al cambiar las variables disponibles en el equipo usado.</p>	<p>Mediante una serie de preguntas e instrucciones, promover la observación y reconocimiento de características específicas detectadas como incorrectas en la prueba diagnóstica.</p> <p>Utilizar el documento "Guía de laboratorio" para que, en grupos de trabajo, sigan instrucciones respecto al uso del equipo y escriban sus hallazgos.</p> <p>Discutir en grupos de trabajo las posibles variables que afectan las magnitudes a medir. Luego, medir lo acordado en la discusión, produciendo cambios conscientes en las variables del equipo usado.</p>	<p>Diagnóstica: Realización de una prueba diagnóstica.</p> <p>Formativa: Corregir, si fuera necesario, en el transcurso de realización de la observación, reconocimiento y medición.</p> <p>Sumativa: Entrega del documento "Guía de laboratorio" en grupos de trabajo.</p>	<p>0:30 h</p> <p>1 h</p> <p>2 h</p>	<p><u>Péndulo</u> (Laboratorio remoto).</p> <p><u>Sistema masa-resorte</u> (Laboratorio remoto).</p> <p>Documento: "Guía de laboratorio" (Anexo N°2).</p> <p>Libro de texto: Serway (2019)</p>	<p>Observa el sistema masa-resorte y péndulo.</p> <p>Reconoce las características del movimiento periódico en los modelos de masa-resorte y péndulo.</p> <p>Mide la amplitud, periodo y frecuencia en el sistema masa-resorte y péndulo con base en un gráfico posición en función del tiempo o desplazamiento angular en función del tiempo.</p> <p>Reconoce cuales cambios en las variables del equipo masa-resorte y péndulo afectan el periodo de oscilación, la amplitud y/o frecuencia.</p>

2	<p>Relacionar el MAS con el movimiento periódico de sistemas físicos.</p> <p>Demostrar una idea clave del MAS utilizando una simulación.</p> <p>Comunicar lo desarrollado mediante la exposición.</p>	<p>Recibe una clase expositiva corta, por medio de la plataforma Zoom, sobre el MAS para relacionar el tema con los sistemas masa-resorte y péndulo simple. Discute grupos de trabajo cómo desarrollar lo solicitado. Ejecuta lo acordado. Comunica mediante una exposición grupal lo desarrollado.</p>	<p>Mediante Zoom, se desarrolla una clase se explica la dinámica a desarrollar. Se proporciona una idea clave que pueda ser alcanzado mediante el uso de una simulación. Se propicia la búsqueda de soluciones al dar estrategias para abordarlo. Brindar orientación a cada grupo de trabajo para prepararse para la exposición, esta incluye conceptos teóricos y ecuaciones utilizadas, procedimiento utilizado, resultados y conclusiones.</p>	<p>Diagnóstica: Preguntar durante de la clase expositiva por medio de la plataforma Zoom, sobre cuales conceptos fueron los de mayor dificultad.</p> <p>Formativa: Orientar a la solución y exposición.</p> <p>Sumativa: Puntuar el desempeño en la exposición con base en una rúbrica.</p>	<p>0:30 h</p> <p>1:30 h</p> <p>0:15 h</p>	<p>Reunión por medio de zoom</p> <p>Libro de texto: Serway (2019)</p> <p>Documento "Guía de actividad de Etapa 2" (Anexo N°3)</p>	<p>Relaciona el MAS con el movimiento periódico de sistemas físicos.</p> <p>Demuestra una idea clave del MAS utilizando una simulación.</p> <p>Comunica lo desarrollado mediante la exposición.</p>
3	<p>Examinar la superposición e interferencia de ondas y ondas estacionarias.</p> <p>Identificar el movimiento oscilatorio como generador de ondas.</p> <p>Analizar los resultados de un experimento de superposición e</p>	<p>Realiza una prueba diagnóstica.</p> <p>Realiza un mapa conceptual de las secciones 6.1 Propagación de una perturbación, 16.2 Modelo de análisis: Onda viajera, 17.1 Modelo de análisis: Ondas en</p>	<p>Proporcionar un material visual (<u>video</u>) donde se observe claramente la superposición e interferencia de ondas para examinar el fenómeno.</p> <p>Proporcionar una situación donde se observe el fenómeno de</p>	<p>Diagnóstica: Aplicación de una prueba diagnóstica (Sugerencia: aplicar ítems de MWCS).</p> <p>Formativa: Discutir, utilizando un foro en la plataforma mediación virtual, acerca de ideas para responder adecuadamente</p>	<p>1 h</p> <p>3 h</p>	<p>Libro de texto: Serway (2019)</p> <p><u>Video</u>: explicación de superposición e interferencia constructiva y destructiva.</p> <p><u>Video</u>: superposición e interferencia de ondas,</p>	<p>Examina la superposición e interferencia de ondas y ondas estacionarias.</p> <p>Identificar el movimiento oscilatorio como generador de ondas.</p> <p>Analiza los resultados de un experimento de superposición e</p>

	interferencia de ondas y ondas estacionarias.	interferencia, 17.2 Ondas estacionarias y 17.3 Efectos de frontera: Reflexión y transmisión, 17.4 Ondas bajo condiciones de frontera. Secciones del libro de texto Serway (2019). Observa los videos sobre <u>superposición e interferencia de ondas, reflexión y transmisión de ondas transversales</u> . Analizar las situaciones con base en una guía de preguntas.	superposición e interferencias de ondas y ondas estacionarias. Propiciar, mediante una serie de preguntas, una discusión respecto a las situaciones mostradas en el grupo de trabajo.	las preguntas proporcionadas. Sumativa: Revisión de las respuestas a la guía de preguntas.		ondas estacionarias. Documento: "Guía de preguntas" (Anexo N°4)	interferencia de ondas y ondas estacionarias.
4	Identificar las similitudes y diferencias entre ondas longitudinales y transversales. Diseñar un experimento con base en un análisis de una lectura sobre ondas estacionarias. Medir de forma adecuada las variables indicadas en el diseño. Analizar y concluir con base en los	Construir un cuadro comparativo donde se abarcan las similitudes y diferencias entre ondas longitudinales y transversales. Lee un documento referente a un experimento de ondas estacionarias. Adecua las instrucciones y materiales indicados en la lectura con base en lo	Dar criterios a comparar en el cuadro comparativo. Instruir para realizar <u>lectura</u> dada y adecuar un experimento sobre ondas de sonido en una columna de aire en grupos. Atención de dudas o brindar orientación en todo el proceso.	Diagnóstica: En la clase expositiva indagar sobre conceptos previos. Formativa: Dar retroalimentación sobre el proceso por grupo de trabajo. Sumativa: Cuadro comparativo e informe escrito completo que incluya los datos tomados, un análisis de estos datos y conclusiones.	1 h 4 h	<u>Lectura</u> Libro de texto: Serway Vol 1. 10 ed. Materiales necesarios para la realización del experimento (material propuesto por el grupo de trabajo)	Identifica las similitudes y diferencias entre ondas longitudinales y transversales. Diseña un experimento con base en un análisis de una lectura sobre ondas estacionarias. Mide de forma adecuada las variables indicadas en el diseño. Analiza y concluye con base en los

	datos experimentales.	acordado en el grupo de trabajo. Realiza el experimento. Mide la variable(s) seleccionada. Recopila los datos. Analiza los datos con base en la teoría y saca conclusiones.					datos experimentales.
5	Identificar una pregunta de investigación a un problema con valor ingenieril. Proponer un experimento sencillo para la resolución de la pregunta de investigación utilizando el método científico. Escribir un informe científico. Comunicar su trabajo.	Aprende sobre el método científico mediante una lectura. Investiga sobre un problema en un contexto ingenieril en su grupo de trabajo para expresar una posible pregunta de investigación a resolver utilizando datos experimentales. Escribe una hipótesis a su problema. Completa una matriz para su revisión. Diseña y ejecuta un experimento para responder a la pregunta de investigación.	Proporcionar una lectura sobre el método científico y dar una estructura para la escritura del informe científico a presentar. Orientar la búsqueda de información y las ideas del estudiantado. Solicitar una matriz del proyecto antes de ejecutarlo. Orientar el proceso de planeamiento de la exposición.	Diagnóstica: Indagar sobre intereses e ideas iniciales del proyecto. Formativa: Solicitar y revisar de la matriz de investigación. Sumativa: Informe científico y exposición (mediante Zoom).	2h 3h 5h	<u>Imagen sobre el método científico</u> <u>Lectura</u> Documento “Matriz de proyecto” (Anexo N°5)	Identifica una pregunta de investigación a un problema con valor ingenieril. Propone un experimento sencillo para la resolución de la pregunta de investigación utilizando el método científico. Escribe un informe científico. Comunica su trabajo.

		<p>Escribe un informe científico y expone sobre su proyecto.</p>					
--	--	--	--	--	--	--	--

Nota: Modificado de Campos, J (2015).

4.3 Resultados de la implementación de la estrategia educativa

En la implementación de la estrategia educativa fue utilizada el planeamiento de dos etapas mostradas en el Cuadro N°2. La etapa N°2 relaciona el contenido conceptual movimiento armónico simple (MAS) y la etapa N°4 relacionada con el contenido conceptual ondas estacionarias longitudinales mediante la adaptación de un experimento de ondas de sonido en una columna de aire. Cada etapa se realizará en el transcurso de una semana para que el estudiantado finalice las actividades propuestas (Ver Anexo N°1).

Cuadro N°2

Plan didáctico de la estrategia educativa

Semana	Objetivos de aprendizaje	Estrategias de aprendizaje	Estrategias de mediación	Estrategias de evaluación	Tiempo	Materiales y recursos didácticos	Resultados de aprendizaje
<p>1 28/09/2020 al 3/10/2020</p>	<p>Relacionar el MAS con el movimiento periódico de sistemas físicos.</p> <p>Demostrar una idea clave del MAS utilizando una simulación.</p> <p>Comunicar lo desarrollado mediante la exposición.</p>	<p>Recibe una clase expositiva corta sobre el MAS para relacionar el tema con los sistemas masa-resorte y péndulo simple.</p> <p>Discute grupos de trabajo cómo desarrollar lo solicitado.</p> <p>Ejecuta lo acordado.</p>	<p>En la clase se explica la dinámica a desarrollar. Se proporciona una idea clave que pueda ser alcanzado mediante el uso de una simulación. Se propicia la búsqueda de soluciones al dar estrategias para abordarlo.</p>	<p>Diagnóstica: Preguntar antes de la clase expositiva sobre cuales conceptos fueron los de mayor dificultad.</p> <p>Formativa: Orientar a la solución y exposición.</p> <p>Sumativa: Puntuar el desempeño en la exposición con base en una rúbrica.</p>	<p>0:30 h Clase (Zoom): 25/09/2020 10:00am</p> <p>1:30 h</p> <p>0:15 h</p>	<p>Reunión por medio de zoom</p> <p>Libro de texto: Serway (2019)</p> <p>Documento "Guía de actividad de Etapa 2" (Anexo N°3)</p>	<p>Relaciona el MAS con el movimiento periódico de sistemas físicos.</p> <p>Demuestra una idea clave del MAS utilizando una simulación.</p> <p>Comunica lo desarrollado mediante la exposición.</p>

		Comunica mediante una exposición grupal lo desarrollado.	Brindar orientación a cada grupo de trabajo para prepararse para la exposición, esta incluye conceptos teóricos y ecuaciones utilizadas, procedimiento utilizado, resultados y conclusiones.				
2 5/10/2020 al 10/10/2020	<p>Identificar las similitudes y diferencias entre ondas longitudinales y transversales.</p> <p>Diseñar un experimento con base en un análisis de una lectura sobre ondas estacionarias.</p> <p>Medir de forma adecuada las variables indicadas en el diseño.</p> <p>Analizar y concluir con base en los datos experimentales.</p>	<p>Construir un cuadro comparativo donde se abarcan las similitudes y diferencias entre ondas longitudinales y transversales.</p> <p>Lee un documento referente a un experimento de ondas estacionarias.</p> <p>Adecua las instrucciones y materiales indicados en la lectura con base en lo acordado en el grupo de trabajo.</p> <p>Realiza el experimento. Mide las variables seleccionadas.</p> <p>Recopila los datos.</p>	<p>Dar criterios a comparar en el cuadro comparativo.</p> <p>Instruir para realizar lectura dada y adecuar un experimento sobre ondas de sonido en una columna de aire en grupos.</p> <p>Atención de dudas o brindar orientación en todo el proceso.</p>	<p>Diagnóstica: En la clase expositiva asincrónica indagar sobre conceptos previos mediante preguntas.</p> <p>Formativa: Dar retroalimentación sobre el proceso por grupo de trabajo.</p> <p>Sumativa: Cuadro comparativo e informe escrito completo que incluya los datos tomados, un análisis de estos datos y conclusiones.</p>	1 h 4 h	<p><u>Lectura</u></p> <p>Libro de texto: Serway (2019)</p> <p>Materiales necesarios para la realización del experimento (material propuesto por el grupo de trabajo)</p>	<p>Identifica las similitudes y diferencias entre ondas longitudinales y transversales.</p> <p>Diseña un experimento con base en un análisis de una lectura sobre ondas estacionarias.</p> <p>Mide de forma adecuada las variables indicadas en el diseño.</p> <p>Analiza y concluye con base en los datos experimentales.</p>

		Analiza los datos con base en la teoría y saca conclusiones.					
--	--	---	--	--	--	--	--

Nota: Modificado por Campos, G (2020), de Campos, J (2015).

En implementación de la estrategia educativa se detectaron fortalezas y debilidades. Entre las fortalezas encontradas está la facilidad de colocar los videos, material y coordinar la reunión zoom en el aula virtual. Las actividades e instrucciones pueden ser accedidas en cualquier momento al ser actividades asincrónicas, provocando facilidades como la gestión del tiempo para el estudiantado. También las actividades planificadas permiten la toma de decisiones para adecuarse al contexto del estudiante. Entre las debilidades encontradas está que se desconoce si la persona estudiante pudo tener problemas en cuanto a la conexión a internet y como consecuencia dificultad en la coordinación de tareas en el grupo de trabajo.

La mediación se realiza mayoritariamente asincrónica, a excepción de una clase sincrónica. En la clase sincrónica de la primera semana se conectaron 22 estudiantes de 25 estudiantes matriculados. Para la clase sincrónica se utiliza una presentación con el contenido de Movimiento Armónico Simple (MAS), cuatro preguntas diagnóstico utilizando preguntas en línea con Mentimeter (<https://www.mentimeter.com>), e interacción por medio de audio con el estudiantado. De manera sincrónica se aplican las cuatro preguntas, donde se identifica deficiencia en cuanto al conocimiento de las posiciones de velocidad y aceleración máximas en el MAS por parte del estudiantado. Posteriormente se explica la dinámica para la idea clave. Se habilita una asignación tipo tarea para la conformación de grupos de trabajo y recibir la idea clave. En total se conformaron 10 grupos de trabajo y se habilita el foro para compartir los videos realizados con el estudiantado. Se califica mediante una rúbrica en una asignación aparte, ya que no se pudo configurar la calificación del foro. Los videos recibidos fueron acordes a lo solicitado.

La segunda semana se realiza un video y preguntas a completar de manera asincrónica para que la totalidad del estudiantado participe. En el video se explica la realización del cuadro comparativo y el experimento con la lectura. Durante la semana, el estudiantado realizó, en grupos de trabajo, las asignaciones. Se atendió dudas en forma escrita mediante correo electrónico, videollamada y foro de discusión del curso. Al finalizar la semana, se recibe el documento solicitado. El estudiantado logra realizar el experimento en casa, con resultados apropiados para lo realizado. El documento es presentado con las secciones indicadas. Con respecto al contenido, se detectan algunas deficiencias en cuanto al cálculo de incertidumbres solicitado, a la escritura del análisis y de conclusiones.

4.4 Evaluación de la estrategia educativa

La evaluación de la estrategia educativa fue realizada por 16 estudiantes por medio de una rúbrica de evaluación (Ver Anexo N°7). La rúbrica fue suministrada mediante un formulario de Google (<https://forms.gle/AjTybFStLyxYREU96>). Los resultados de la evaluación de la estrategia educativa se muestran en el Cuadro N°3, donde se observan los resultados porcentuales de la evaluación de cada ítem por categoría “Totalmente”, “En su mayoría”, “Algunos aspectos”, “Deficiente”, “No cumple” y “N/A”.

Cuadro N°3

Resultados porcentuales de la evaluación de la estrategia educativa

	Totalmente	En su mayoría	Algunos aspectos	Deficiente	No cumple	N/A
1. Aspectos psicopedagógicos						
1.1 Se adecua a las condiciones y características de aprendizaje del estudiantado.	56,3	43,8	0,0	0,0	0,0	0,0
1.2 Se adapta a necesidades o características específicas del estudiantado y sus diferentes respuestas.	81,3	6,3	12,5	0,0	0,0	0,0
1.3 La calidad del contenido es acorde con la profundidad requerida para el abordaje del tema.	68,8	31,3	0,0	0,0	0,0	0,0
1.4 El contenido es veraz, no contiene errores, sesgos u omisiones que puedan confundir.	32,3	36,5	6,3	0,0	0,0	0,0
1.5 El contenido está apoyado en evidencia y argumentación lógica.	75,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.6 Las presentaciones enfatizan ideas clave con adecuado nivel de detalle y claridad.	68,8	25,0	6,3	0,0	0,0	0,0
1.7 Motiva el interaprendizaje y participación en redes de aprendizaje sobre la temática.	75,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.8 Ofrece retroalimentación pertinente acorde con la gradación de contenidos.	75,0	18,8	6,3	0,0	0,0	0,0
1.9 Despierta la curiosidad y mantiene la atención y el interés de los estudiantes a lo largo de su desarrollo.	75,0	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0
1.10 Estimula el aprendizaje autónomo.	68,8	18,8	6,3	6,3	0,0	0,0
1.11 Existe correspondencia entre objetivos y contenidos.	81,3	12,5	6,3	0,0	0,0	0,0
1.12 Incorpora claros elementos instruccionales acorde con una adecuada y pertinente mediación pedagógica del multimedia.	43,8	50,0	6,3	0,0	0,0	0,0
1.13 Permite su utilización combinada con otras actividades desarrolladas por estudiantes.	81,3	18,8	0,0	0,0	0,0	0,0
2. Aspectos didácticos curriculares psicopedagógicos						
2.1 Está claramente relacionado con los objetivos del currículo.	87,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0
2.2 Los objetivos de aprendizaje están planteados explícitamente dentro del contenido.	62,5	31,3	6,3	0,0	0,0	0,0
2.3 Su desarrollo tiene claridad y guarda total coincidencia con los objetivos curriculares propuestos.	56,3	31,3	12,5	0,0	0,0	0,0
2.4 Los recursos, contenidos, actividades de aprendizaje contribuyen con el logro de los objetivos de aprendizaje propuestos.	56,3	37,5	6,3	0,0	0,0	0,0
2.5 Responde a las necesidades de aprendizaje identificadas en la población meta, considera sus condiciones y ambiente.	68,8	25,0	6,3	0,0	0,0	0,0
2.6 Incluye actividades de reforzamiento que se corrigen adecuadamente de manera inmediata automática o por el tutor.	68,8	12,5	18,8	0,0	0,0	0,0

2.7 Contiene actividades de aprendizaje diversas relacionadas con situaciones reales, multimedia, interactividad, humor, drama o juegos.	68,8	18,8	12,5	0,0	0,0	0,0
2.8 Compara el desempeño de los estudiantes considerando conocimientos previos, durante y al final del proceso de aprendizaje.	75,0	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0
2.9 Hace un buen y pertinente uso de recursos audiovisuales, útiles y articulados con los objetivos de aprendizaje.	62,5	31,3	6,3	0,0	0,0	0,0
2.10 Incluye enlaces pertinentes acordes con la temática y los objetivos de aprendizaje.	93,8	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0
3. Aspectos técnico estéticos						
3.1 La estructura y el diseño interactivo permite un aprendizaje eficiente.	31,3	62,5	6,3	0,0	0,0	0,0
3.2 Presenta un texto legible y los elementos multimedia están bien escritos y etiquetados.	56,3	31,3	12,5	0,0	0,0	0,0
3.3 El diseño es acorde con las posibilidades de la herramienta seleccionada.	68,8	31,3	0,0	0,0	0,0	0,0
3.4 Incluye animaciones acordes con la temática.	62,5	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0
3.5 Los audios, videos, animaciones y multimedia utilizados son pertinentes y coincidentes con la propuesta de diseño y contenido.	81,3	12,5	6,3	0,0	0,0	0,0
4. Aspectos funcionales						
4.1 Se adapta a nuevas necesidades y contextos educativos por lo que tiene alto potencial de reusabilidad.	75,0	18,8	6,3	0,0	0,0	0,0
4.2 El objeto es accesible pues provee un alto grado de acomodación a estudiantes con discapacidades motoras o sensoriales.	43,8	43,8	6,3	0,0	0,0	6,3
4.3 Utiliza de manera óptima las potencialidades de la herramienta multimedia seleccionada.	68,8	31,3	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: Elaborado a partir de los resultados de la rúbrica de evaluación de la estrategia educativa (Anexo N°7).

Entre los aspectos más relevantes se encuentra que 13 personas seleccionaron “Totalmente” en los aspectos “Se adapta a necesidades o características específicas del estudiantado y sus diferentes respuestas”, “Existe correspondencia entre objetivos y contenidos”, “Permite su utilización combinada con otras actividades desarrolladas por estudiantes” y “Los audios, videos, animaciones y multimedia utilizados son pertinentes y coincidentes con la propuesta de diseño y contenido”. Por otra parte, la selección de “En su mayoría” fue seleccionado mayormente es los aspectos “La estructura y el diseño interactivo permite un aprendizaje eficiente”, “El contenido es veraz, no contiene errores, sesgos u omisiones que puedan confundir” y “Incorpora claros elementos instruccionales acorde con una adecuada y pertinente mediación pedagógica del multimedia”. Esto muestra que hay aspectos instruccionales y de aspecto que puede ser mejorado. Finalmente, solo un aspecto fue seleccionado como

“Deficiente” por una persona, el cual corresponde a “Estimula el aprendizaje autónomo”.

4.5 Validación de la estrategia educativa

La estrategia educativa fue validada por una persona experta utilizando una rúbrica de validación (ver Anexo N°8). Entre las recomendaciones dadas por la persona experta que validó la estrategia educativa se encuentran unos cambios en cuanto a la claridad de redacción del planeamiento y el colocar los vínculos para el material y recurso didáctico. A cada ítem se asigna un puntaje respecto a los siguientes parámetros: 5 puntos para “Totalmente”, 4 puntos para “En su mayoría”, 3 puntos para “Algunos aspectos”, 2 puntos para “Deficiente” y 1 punto para “No cumple”. En total se obtuvo un puntaje de 155 de 160. Por aspecto, se obtuvo lo siguiente; 52 de 55 puntos en aspectos psicopedagógicos, 45 de 45 puntos en aspectos didácticos curriculares, 39 de 40 puntos en aspectos técnicos estéticos y 19 de 20 puntos en aspectos funcionales.

Referencias


- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. Fascículos de CEIF, 1, 1-10.
- Campos, J. (2015). Cómo hacer un trabajo final de graduación: lineamientos para la Escuela de Ciencias de la Educación. San José: Euned.
- Díaz, F. y Hernández, G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista. 2da edición. México: McGraw-Hill Interamericana
- Espinosa-Ríos, E.; González-López, K. y Hernández-Ramírez, L. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266-281
- Garza, R. (2001). El rol de la física en la formación del ingeniero. *Ingenierías*, 4(13), 48-54.

- Moreira, M. A. (2014, 5 diciembre). Enseñanza de la física: aprendizaje significativo, aprendizaje mecánico y criticidad. *Revista de Enseñanza de la Física*, 26(1),45-52
- Rojas, A. (2016) Planeamiento del proceso enseñanza-aprendizaje. San José, Costa Rica: Euned.
- Serway, R. y Jewett, J. (2019). Física Para Ciencias E Ingeniería. 10th ed. México: Cengage.
- Vergara, L. Péndulo para secundaria. Labsland. Recuperado de: <https://ucrs-labsland.com/groups/PpmUH2UdfvkbBt9KgxZtvB2euyvD6J7BHLaqzoVDeLM/pendulum/>

ANEXOS

Anexo N°1

Interfaz de acceso a las actividades

Vista de la rejilla del aula virtual	 <p>Grid of activity cards:</p> <ul style="list-style-type: none">Graficación e incertidumbreDensidad y principio de arquímedesMovimiento armónicoPropiedades de los gases y el cero absolutoCoefficiente de expansión térmicaCalor específico y calor latenteEstrategia educativa "Oscilaciones y ondas mecánicas"
Vista de las actividades	<p><u>Semana del 28/09/2020 al 3/10/2020</u></p> <ul style="list-style-type: none">Clase Movimiento Armónico Simple (MAS)Actividad 1: Demostrar una idea clave Restringido Disponible a partir de 28 de septiembre de 2020, 07:00Exposición: Demostración de la idea clave. Restringido Disponible a partir de 1 de octubre de 2020Calificación del video <p><u>Semana del 5/10/2020 al 10/10/2020</u></p> <ul style="list-style-type: none">Lección: OndasLectura: Experimento de ondas de sonidoActividad 2: Cuadro comparativo Restringido Disponible a partir de 5 de octubre de 2020, 08:00Actividad 3: Informe de experimento Restringido Disponible a partir de 5 de octubre de 2020, 08:00Rubrica de evaluación

Anexo N°2

Guía de laboratorio

Guía de laboratorio

Integrantes:

Instrucciones:

Observe el video para manipular el péndulo y la masa-resorte del LabLands.

Ingrese al laboratorio remoto por medio del aula virtual del curso.

Discuta y responda en sus grupos de trabajo las siguientes preguntas.

Parte I: Péndulo (estándar)

- Identifique las partes del péndulo que se muestran en la pantalla. Describa la función de cada una con base en lo observado.
- Selecciona un ángulo desde donde quieres lanzar el péndulo. Describa el movimiento al soltar el péndulo.
- ¿Qué nombre recibe el movimiento del péndulo?
- Selecciona dos ángulos diferentes para liberar el péndulo y observe sus movimientos. Describa lo observado. ¿Cuál se detiene primero? ¿Cuál realiza más oscilaciones?
- ¿Cómo identifica la amplitud del movimiento del péndulo?
- ¿Cómo identifica la frecuencia del movimiento del péndulo?
- ¿Cómo identifica el periodo del movimiento del péndulo?
- Indique la amplitud, frecuencia y periodo de la última liberación del péndulo realizada. Guarde la imagen del gráfico.
- Identifique los sitios de rapidez máxima y mínima. (Recomendación: Realice un dibujo)

Parte II: Masa-resorte

- Identifique las partes del sistema masa-resorte que se muestran en la pantalla. Describa la función de cada una con base en lo observado.
- Selecciona una altura de liberación de la masa. Describa el movimiento al soltar la masa.
- ¿Qué nombre recibe el movimiento del sistema masa-resorte?
- Selecciona dos alturas diferentes para liberar la masa y observe sus movimientos. Describa lo observado. ¿Cuál se detiene primero? ¿Cuál realiza más oscilaciones?

- e. ¿Cómo identifica la amplitud del movimiento del sistema masa-resorte?
- f. ¿Cómo identifica la frecuencia del movimiento del sistema masa-resorte?
- g. ¿Cómo identifica el periodo del movimiento del sistema masa-resorte?
- h. Indique la amplitud, frecuencia y periodo de la última liberación del sistema masa-resorte realizada. Guarde la imagen del gráfico.
- i. Identifique los sitios de rapidez máxima y mínima. (Recomendación: Realice un dibujo)

Parte III: Preguntas finales:

- a) Mediante la imagen del gráfico guardada, señale el periodo y la amplitud para el péndulo.
- b) Mediante la imagen del gráfico guardada, señale el periodo y la amplitud del sistema masa-resorte.
- c) Defina periodo, frecuencia, amplitud.

Discuta en el grupo de trabajo cuales variables afectan el periodo, amplitud y frecuencia con base en sus conocimientos. Complete la Tabla 1

Tabla 1: Variables en los sistemas masa-resorte y péndulo		
	Péndulo	Sistema masa-resorte
Variables que no modifican el periodo de oscilación		
Variables que si modifican el periodo de oscilación		
Variables que no modifican la amplitud de movimiento		
Variables que si modifican la amplitud de movimiento		
Variables que no modifican la frecuencia		
Variables que si modifican la frecuencia		

- a) Demuestre que las variables indicadas en el cuadro efectivamente afectan el periodo, amplitud o frecuencia. (Sugerencia: Compare dos valores numéricos) Explique lo realizado.

Anexo N°3

Guía de actividad Etapa 2

Instrucciones: Demuestre una de las ideas clave mostradas continuación utilizando las simulaciones disponibles.

Simulaciones disponibles:

https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_es.html

https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_es.html

https://www.walter-fendt.de/html5/phes/pendulum_es.htm

https://www.walter-fendt.de/html5/phes/springpendulum_es.htm

Idea clave:

1. La fuerza que actúa sobre una partícula es proporcional al desplazamiento, pero en la dirección contraria. Esto es cierto para los osciladores que siguen un movimiento armónico simple. Demuéstrelo para un péndulo.
2. La fuerza que actúa sobre una partícula es proporcional al desplazamiento, pero en la dirección contraria. Esto es cierto para los osciladores que siguen un movimiento armónico simple. Demuéstrelo para un sistema masa-resorte.
3. La constante del resorte es la constante de proporcionalidad entre la magnitud de la fuerza y la elongación del resorte. La constante del resorte es una propiedad que modifica la frecuencia de oscilación.
4. La energía mecánica en un movimiento armónico simple se conserva. Demuéstrelo para un péndulo.
5. La energía mecánica en un movimiento armónico simple se conserva. Demuéstrelo para un sistema masa-resorte.
6. El péndulo puede ser usado para calcular la gravedad de un punto en la tierra.
7. El desplazamiento y aceleración son funciones del tiempo y están en desfase con la función de velocidad.
8. La energía potencial de un movimiento armónico simple se encuentra en desfase en con su energía cinética.

La amplitud disminuye debido a la presencia de un amortiguamiento. En ausencia de amortiguamiento la amplitud de movimiento es constante. Demuéstrelo para un péndulo y sistema masa-resorte.

Anexo N°4

Documento “Guía de preguntas”

Instrucciones: Observe el video “Pulses and Waves” (https://www.youtube.com/watch?v=jUQkG1A0_Sk) . En este video se muestra la generación de pulsos y ondas utilizando una *máquina de ondas*. Discuta y responda en su grupo de trabajo las siguientes preguntas.

Parte A: Pulsos

- a. Describa la reflexión de un pulso. Justifique la razón del fenómeno.
- b. Si tengo dos pulsos que se dirigen uno respecto al otro, ¿los pulsos rebotan o pasa uno a través del otro?
- c. Según el video, ¿cómo es la interferencia de dos pulsos positivos? Dibuje los pulsos antes, durante y después del encuentro. Repita para un pulso positivo y uno negativo.
- d. Según el video, ¿cómo demuestran que los pulsos chocan o rebotan al interactuar?
- e. En la demostración, ¿es una superposición o una interferencia de pulsos lo que se muestra?
- f. ¿Se puede afirmar que las demostraciones mostradas antes del minuto 3:00 son ondas viajeras? Justifique

Parte B: Ondas

- g. ¿Qué características tiene las ondas y cómo las identifica en el video?
- h. ¿Cuáles diferencias observa entre una onda viajera y una onda estacionaria? ¿Tienen las mismas características anotadas en la pregunta anterior?
- i. Con base en lo observado, ¿cómo es el movimiento de la mano para poder generar una onda estacionaria? ¿Qué nombre recibe ese movimiento al tomar en cuenta que la onda se describe mediante una función sinusoidal (también llamada onda armónica)?
- j. ¿Cómo identifica los nodos y antinodos de la onda estacionaria de la demostración del video? Dibújelo.
- k. Con base en el video, ¿la onda transmite materia o energía? Justifique.

Anexo N°5

Documento “Matriz de proyecto”

Contexto	Pregunta	Hipótesis	Idea de experimento. ¿Cómo y que va a medir?

Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

A continuación, se presentan los principales hallazgos obtenidos a partir del desarrollo de los objetivos específicos. Este apartado se estructurará de la siguiente forma: se abordarán las conclusiones que se obtuvieron con cada uno de los seis objetivos específicos, para finalizar con el desglose de los principales hallazgos obtenidos a partir del objetivo general.

En primera instancia, las conclusiones del **primer objetivo específico** buscan identificar la percepción del estudiantado con respecto a las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”. Para ello, la información recolectada mediante una encuesta al estudiantado fue analizada en la sección 4.1.1, desarrollada por elemento clave: estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación. Las principales conclusiones son:

- La estrategia metodológica predominante en la modalidad presencial es la clase magistral. Por otro lado, en la modalidad virtual es el uso de simulaciones. En ambas son señaladas en menor medida el uso de demostraciones de fenómenos físicos y aprendizaje basado en problemas.
- Las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente para el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” muestran variedad de opiniones en cuanto a si estas permiten un aprendizaje significativo. Una parte del estudiantado encuestado indica que no sabe, mientras que otra parte importante indica que sí hubo un aprendizaje significativo. En menor medida, pero no menos importante, se indica que no hay un aprendizaje significativo con las estrategias metodológicas utilizadas.
- La calificación del material didáctico cambia según la modalidad cursada. En la modalidad presencial se utilizan las calificaciones de bueno, regular y excelente. Por otra parte, en la modalidad virtual se califica como bueno,

regular, excelente y deficiente, sin embargo, la calificación de bueno predomina sobre deficiente.

- El material didáctico utilizado en la modalidad presencial abarca muchos tipos, mostrando variedad de estos. Por otra parte, en la modalidad virtual, se identifican solo 4 materiales didácticos utilizados, estos son: video, manual de prácticas, software especializado y material impreso.
- Los instrumentos de evaluación utilizados tanto en la modalidad presencial como virtual fueron los mismos. Estos son: pruebas escritas, informes o trabajos escritos, ejercicios prácticos y rúbrica.

Con respecto al **segundo objetivo específico**, se busca diagnosticar las necesidades y expectativas de formación del estudiantado que asiste al curso Laboratorio de Física General II. La información recolectada mediante una encuesta al estudiantado fue analizada en la sección 4.1.2, desarrollada por elemento clave: estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación. Las principales conclusiones son:

- Se identifican como principales expectativas de formación académicas en el curso por parte del estudiantado de la carrera de Ingeniería Industrial: complementar los contenidos del curso de teoría Física General II, formar en principios de experimentación, comprender las aplicaciones de los fenómenos físicos en el área de ingeniería, mejorar el rendimiento académico en el curso de teoría y formar en habilidades numéricas y tecnológicas. En menor medida se identifican la realización correcta de informes científicos escritos y formación en habilidades sociales.
- Se identifica que el curso sí satisface las necesidades de formación en el estudiantado que curso el Laboratorio de Física General II bajo la modalidad presencial. Caso contrario, bajo la modalidad virtual la opinión está dividida; una parte indica que el curso sí se satisface las necesidades de formación, mientras que otra parte indica la no satisfacción de las necesidades de formación en el curso.

- Se identifica un nivel de satisfacción alto y medio en la muestra consultada, siendo el nivel medio de satisfacción únicamente identificado en la modalidad virtual.
- Se identifica la necesidad de comprender los principios de experimentación y aprender sobre el uso de instrumentos de medición como parte del curso.

Con respecto al **tercer objetivo específico**, se identifica la percepción del personal docente sobre las estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación utilizada en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”. Para ello se realizaron una serie de entrevistas al personal docente de la Sección de Física de la Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente y a una persona experta en constructivismo. Las principales conclusiones son:

- Con respecto al contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” para el curso en la modalidad presencial, se identifica satisfacción en cuanto a las actividades de laboratorio utilizadas, ya que se expresa tener el equipo de laboratorio apropiado, con modificaciones en los manuales de laboratorio para el equipo presente en el laboratorio que permiten profundizar en el estudio del fenómeno.
- El curso bajo la modalidad virtual es implementado de manera asincrónica y se utilizan simulaciones como actividad principal. Se identifican características insuficientes en las simulaciones al comparar estas con el experimento de manera real. Es por ello que se identifica una preferencia por actividades de experimentación sobre uso de simulaciones por parte del personal docente.
- La evaluación utilizada en la modalidad presencial como virtual es identificada como una evaluación sumativa, establecida así desde el programa del curso. El carácter formativo en las diferentes actividades

depende del aprovechamiento que dé el personal docente a cargo del curso durante la realización de las distintas actividades.

- El personal docente hace una crítica a ciertos aspectos de las evaluaciones mostradas en el programa del curso. El preinforme lo percibe como una actividad sin utilidad y el informe de laboratorio como una actividad necesaria, pero coincide que el estudiantado deba realizarlo en una menor frecuencia y resaltan el análisis de resultados como la parte más importante del reporte. De igual forma hay una necesidad de cambiar el examen final por otra actividad de mayor valor para el estudiantado como por ejemplo un proyecto final.

Por medio de una triangulación de datos recopilados mediante la encuesta al estudiantado del curso Laboratorio de Física General II, las entrevistas al personal docente de la Sección de Física y persona experta del constructivismo y aportes teóricos mostrados en el marco teórico, **los principales hallazgos del diagnóstico** realizado son:

- a) Las estrategias metodológicas en la modalidad presencial y virtual son similares, la principal diferencia es el uso de simulaciones virtuales en lugar de la experimentación con el apoyo de un manual de práctica adaptado al equipo de laboratorio disponible en la Sede de Occidente. Se obtiene una percepción positiva respecto a las estrategias implementadas en la modalidad presencial y en menor grado con la modalidad virtual.
- b) La guía de prácticas o manual de prácticas utilizadas, desde un punto de vista constructivista, al ser instrucciones estas generan una demanda cognitiva baja en el estudiantado. Por tanto, ellas por sí mismas no deben ser el material didáctico principal de las estrategias. Se debe planificar de manera estratégica la forma de implementación de estos materiales didácticos en el proceso de construcción del aprendizaje del estudiantado.
- c) Se determina que existe una necesidad de que la actividad experimental comience en el curso de teoría. Se sugiere que el libro de texto utilizado en

el curso de teoría debe ser el material didáctico inicial del proceso experimental.

- d) La evaluación es sumativa desde la concepción del programa del curso, pudiendo tener utilidad formativa si la persona docente del curso así la desea implementar. No se reporta el uso de la evaluación diagnóstica por parte de las personas entrevistadas.
- e) El programa del curso permite la planificación de las clases, pero gira en torno a los momentos de implementación de la evaluación. Esto provoca que las estrategias metodológicas también giren en torno a la evaluación y no al proceso en el aprendizaje del estudiantado.
- f) El laboratorio sigue una metodología expositiva según la percepción del estudiantado. Específicamente, el curso Laboratorio de Física General II prevalece un enfoque conductista evidenciado a partir de las actividades de laboratorio realizadas por el estudiantado y la evaluación implementada.

Para el **cuarto objetivo específico**, se diseñan estrategias metodológicas para el curso de Laboratorio de Física General II sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” que propicie aprendizaje significativo en el estudiantado. Al respecto se concluye:

- La implementación de diversas actividades de aprendizaje es posible mediante una planificación que articule los objetivos indicados en el programa del curso en el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” en la modalidad virtual en concordancia con el enfoque constructivista.
- La planificación de actividades como una secuencia de etapas que van de actividades simples a más complejas permite que exista un aprendizaje significativo en concordancia con el enfoque constructivista, además permite abordar el contenido curricular de manera dinámica, en contraste

con la monotonía en actividades realizadas actualmente en los laboratorios e indicada en el programa del curso.

- Se implementan evaluaciones diagnósticas, formativa y sumativa en el planeamiento en un contexto virtual. Para ello se hace uso de las diferentes herramientas disponibles en la plataforma institucional Mediación Virtual.

Con respecto al **quinto objetivo específico**, se aplican estrategias metodológicas para el curso Laboratorio de Física General II sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”. Al respecto se concluye

- Las estrategias metodológicas implementadas permiten la participación del estudiantado en las diversas actividades. Se observa que hay trabajo en grupo y concluyen las actividades de manera apropiada.
- La plataforma institucional permite la mediación con el estudiantado de forma sincrónica y asincrónica. Como limitante en el proceso, no hay verificación u observación de algunos aspectos clave en la realización del experimento para mejorar sus resultados, por lo que hay que tener una buena comunicación a la hora de atender consultas.
- El estudiantado matriculado en el curso si tenían las condiciones para realizar las actividades propuestas de manera virtual. Se observan las competencias tecnológicas requeridas durante la realización de la estrategia, como por ejemplo uso de programas ofimáticos y edición de video.
- Las clases expositivas sincrónicas y asincrónicas mostraron dinámicas diferentes. De manera sincrónica hay participación por parte del estudiantado en las preguntas del diagnóstico, mientras que de manera asincrónica la actividad de preguntas no fue realizado por todo el estudiantado, no así el video explicativo, este si fue visto por todo el estudiantado. En ambos casos, las preguntas fueron de seleccionar una

opción, entonces se detecta una preferencia por participar en actividades no sumativas de manera sincrónica que asincrónica.

En última instancia, el **sexto objetivo específico** busca evaluar y validar las estrategias metodológicas para el curso de Laboratorio de Física General II sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”.

- La evaluación muestra que un alto porcentaje del estudiantado participante en la evaluación de la estrategia educativa indica que en su totalidad se cumplieron aspectos como “Se adecua a las condiciones y características de aprendizaje del estudiantado”, “Permite su utilización combinada con otras actividades desarrolladas por estudiantes”, “El diseño es acorde con las posibilidades de la herramienta seleccionada.”, entre otros.
- La mayoría del estudiantado califica como “En su mayoría” aspectos como “El contenido es veraz, no contiene errores, sesgos u omisiones que puedan confundir.” y “Incorpora claros elementos instruccionales acorde con una adecuada y pertinente mediación pedagógica del multimedia.” Al respecto no indaga a profundidad para poder mejorar estos aspectos.
- La estrategia educativa fue validada por una persona experta en constructivismo mediante una rúbrica de validación, en la cual se obtuvo un puntaje de 155 de 160. La rúbrica contiene 32 ítems de calificación, a cada ítem se les asigna un puntaje respecto a los siguientes parámetros: 5 puntos para “Totalmente”, 4 puntos para “En su mayoría”, 3 puntos para “Algunos aspectos”, 2 puntos para “Deficiente” y 1 punto para “No cumple”.

Con respecto al **objetivo general del proyecto de graduación**, este indica “proponer estrategias metodológicas sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” que propicie el aprendizaje significativo en el estudiantado que asisten al curso de Laboratorio de Física General II de la Universidad de

Costa Rica, Sede de Occidente durante el II semestre del 2020.” Donde se concluye:

- La plataforma institucional Mediación Virtual es versátil ya que permite la incorporación de variedad de actividades como foros, videos, videollamadas, documentos, entre otros. Además, permite calificar las actividades dentro del mismo. Estos elementos fueron incorporados dentro de la propuesta debido que es posible su implementación.
- Desde el punto de vista constructivista, las estrategias metodológicas fueron propuestas como una secuencia de actividades de menor complejidad a mayor complejidad, para abarcar el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”
- La validación de la estrategia educativa por parte de una persona experta en constructivismo y la evaluación por parte del estudiantado muestra que es elaborada bajo el enfoque constructivista y permite un aprendizaje significativo en el estudiantado.

5.2 Recomendaciones

A la coordinación del curso FS0311 Laboratorio de Física General II

- Con base en la información analizada en el diagnóstico, se determina que existe una necesidad de articular el curso de teoría y laboratorio. Desde las expectativas de formación del estudiantado consultado, se pretende mejorar el rendimiento académico y complementar el curso de teoría mediante las estrategias metodológicas utilizadas en el laboratorio, además de otras expectativas de formación contempladas en los objetivos del programa del curso. Para ello, se debe ajustar el cronograma del curso de Laboratorio de Física General II al curso correquisito Física General II. Como sugerencia, se puede dar un cronograma del curso de laboratorio con base en el contenido curricular a abordar en la semana, a cambio de

un cronograma con base en el título del manual de prácticas de laboratorio mostrado actualmente en el programa del curso.

- Incorporar la pericia del personal docente en la asignación de actividades de laboratorio preinstruccionales, coinstruccionales y posinstruccionales acorde al estudiantado del grupo asignado. Esto involucra cambiar los rubros de evaluación como preinforme, prueba corta, e informe, por actividades de diferente naturaleza propuesto por la persona docente para evitar monotonía en actividades sumativas, e implementar actividades formativas y diagnósticas por parte del personal docente.

Al personal docente de la Sección de Física de la Sede de Occidente

- Las dos carreras que tienen el curso Laboratorio de Física General II en su malla curricular; Ingeniería Industrial y Enseñanza de las Ciencias Naturales, tienen particularidades que deben ser abordadas en el curso a pesar de que tienen el mismo programa del curso. Las estrategias de enseñanza a utilizar deben ser acorde a cada carrera.
- Utilizar variedad de estrategias de aprendizaje como actividades preinstruccionales, coinstruccionales y posinstruccionales. En este sentido se puede hacer un uso adecuado de la virtualidad dada al curso por medio de la plataforma institucional Mediación Virtual durante todo el proceso.
- El material didáctico disponible para abordar el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” es apropiado, pero se deben replantear las estrategias metodológicas para pasar de una enseñanza bajo el enfoque conductista a uno constructivista.

Recomendaciones a las nuevas líneas de investigación

- El Laboratorio de Física General II debe ser estudiado en conjunto con Laboratorio de Física General I y Laboratorio de Física General III, debido a que no hay información documentada de cada curso por aparte o en su

conjunto, al ser estas partes de la malla curricular del estudiantado de las carreras de ingeniería en la Universidad de Costa Rica.

- La implementación de la modalidad virtual se debe a la emergencia sanitaria por el virus SARS CoV-2. En este caso de implementar la modalidad presencial, se debe investigar las estrategias metodológicas, material didáctico y evaluaciones utilizadas.
- El curso de teoría Física General II debe tener relación directa con el curso Laboratorio de Física General II. No hay información sobre esta relación, es por ello que debe ser investigado el rol del curso de teoría sobre el curso de laboratorio.

5.3. Alcances y limitaciones

Los alcances de la investigación son:

- Mediante una encuesta se obtiene las necesidades y expectativas de formación del estudiantado de Ingeniería Industrial, así como la percepción del estudiantado respecto a las estrategias metodológicas en el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”. Esta información es de interés para la Sección de Física de la Sede de Occidente.
- Se logró proponer una estrategia educativa en el curso Laboratorio de Física General II bajo la modalidad virtual gracias al aula virtual en la plataforma institucional Mediación Virtual.

Las limitaciones encontradas son:

- Debido a la dificultad para contactar estudiantes de forma virtual, la participación en la encuesta fue reducida. Es por ello que la muestra estudiantil es pequeña, pudiendo esta abarcar más estudiantes y en condición de matriculado o aprobado el curso recientemente.
- Solo se implementaron dos etapas de la estrategia educativa debido al cronograma del curso Laboratorio de Física General II no permite

extender el tiempo de aplicación al tener otros contenidos curriculares por abarcar.

Referencias bibliográficas

- Abascal, E. y Grande, I. (2005). *Análisis de encuestas*. Madrid: Editorial ESIC.
- Alvarado, P.; Delgado, J.; González, V.; Sánchez, M. y Vásquez, Y. (2017) *Evolución de la producción de laboratorios virtuales: el caso de 4 grupos de laboratorios*.
- Arguedas, C. y Ureña, F. (2016). *El uso de la plataforma Moodle en el desarrollo de un curso de física moderna: experiencia docente en la licenciatura de enseñanza de las ciencias*.
- Arias, H. (2018). *Estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente de la asignatura de Ciencias, para fortalecer la mediación pedagógica basada en los principios de la Neurociencia en el aprendizaje significativo del estudiantado de séptimo año del Liceo la Alegría de Siquirres, durante el segundo semestre del periodo lectivo 2018*. (Tesis de licenciatura) Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
- Arrollo, H. (2017). *Estrategias de mediación pedagógica utilizadas por el cuerpo docente para un aprendizaje significativo de la Matemática en respuesta a lo establecido en la reforma curricular del MEP, en el estudiantado que cursa tercer nivel en la Escuela Peñas Blancas, Circuito 05 de la Dirección Regional de Educación de Pérez Zeledón, durante el primer semestre del año 2017*. (Tesis de licenciatura) Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
- Ausubel, D. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*. Fascículos de CEIF, 1, 1-10.
- Cárdenas, N. [Capacitación Docente] (2016, noviembre 9). *Estrategias Metodológicas*. Dra. Nancy Cárdenas C. [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=mZ-oIzthajw>
- Campos, J. (2015). *Cómo hacer un trabajo final de graduación: lineamientos para la Escuela de Ciencias de la Educación*. San José: Euned.
- Casas, J., Repullo J.R. y Donado J. (2003). *La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I)*. *Atención Primaria*, 31(8), 527-538
- Chinchilla-Brenes, S., Muñoz-Moya, A. C., y Segura-Ramírez, E. (2008). *Análisis e implementación de acciones de mejoramiento para el curso Laboratorio Física General I: Evaluación y recomendaciones para el curso Laboratorio Física General I*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

- Cordero, D. y Pizarro, G. (2011). Estrategias de Enseñanza Innovadoras: un reto para el docente actual. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 6(2), 189-203.
- Davis, N.; McCarty, B.; Shaw, K. y Sidani-Tabbaa, A. (2006). Transitions from objectivism to constructivism in science education. *International Journal of Science Education*, 15(6), 627-636
- Díaz, F. y Hernández, G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista. 2da edición. México: McGraw-Hill Interamericana
- Díaz, F. y Hernández, G. (1998). “Estrategias de enseñanza para la promoción de aprendizajes significativos” en Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una Interpretación constructivista. México, McGraw-Hill pp. 69-112.
- Dimitrov, D. y Rumrill Jr, P. (2003). Pretest-posttest designs and measurement of change. *Work*, 20(2), 159-165.
- Espinosa-Ríos, E.; González-López, K. y Hernández-Ramírez, L. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266-281
- González, D. (2018). Diseño de una herramienta tecnológica destinada al favorecimiento de los procesos de enseñanza – aprendizaje de la Química para el estudiantado de la Universidad de Ciencias Médicas (UCIMED), durante el segundo semestre del año 2018. (Proyecto de graduación) Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
- Gunawan, G.; Harjono, A.; Sahidu, H.; Herayanti, L.; Suranti, N. y Yahya, F. (2019). Using Virtual Laboratory to Improve Pre-service Physics Teachers’ Creativity and Problem-Solving Skills on Thermodynamics Concept. *Journal of Physics: Conference Series*. 1280. 052038.
- Hernández, R.; Fernández C. y Batista M.P. (2014). Metodología de la Investigación. (6ª ed.) Mc Graw Hill. México.
- Holmes, N. G., y Smith, E. M. (2019, Mayo). Operationalizing the AAPT Learning Goals for the Lab. *The Physics Teacher*, 57(5), 296–299. doi:10.1119/1.5098916
- Husnaini, S.; Chen, S. (2019). Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 010119.

- Infante, C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista mexicana de investigación educativa*, 19(62), 917-937.
- Juárez, A. F. (2015) Material didáctico y aprendizaje significativo (Tesis de Licenciatura). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
- Latorre, M. y Seco, C. (2013). Estrategias y técnicas metodológicas. Perú.
- Manrique, A. y Gallego, A. (2013). El material didáctico para la construcción de aprendizajes significativos. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 4(1), 101-108.
- Mousalli, G. (2017). Los Instrumentos de Evaluación en la Investigación Educativa. DOI: 10.13140/RG.2.2.12908.67201
- Moreira, M. A. (2014). Enseñanza de la física: aprendizaje significativo, aprendizaje mecánico y criticidad. *Revista de Enseñanza de la Física*, 26(1), 45-52.
- Pereira-Chaves, J. (2015). A look of the contributions of the methodological strategies in learning biology. *Uniciencia*, 29(2), 62-83. <https://doi.org/10.15359/ru.29-2.5>
- Porta, M. (2017). La importancia de la evaluación diagnóstica en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto para docentes como para estudiantes. La problemática de la nivelación en grupos heterogéneos. *Reflexión Académica en Diseño y Comunicación. Año XIX*, 35, 179-181.
- Radinschi, I.; Fratiman, V.; Vasilica, C. y Cazacu, M. (2017). Interactive Computer Simulations for Standing Waves. *Computer Applications in Engineering Education*, 25, 521–529.
- Real Academia Española. (2014) Enseñanza. En Diccionario de la lengua española (23 ed).
- Rojas, A. (2017) Planeamiento didáctico. San José: Euned.
- Rojas, A. (2016) Planeamiento del proceso enseñanza-aprendizaje. San José: Euned.
- Romero, M. y Quesada, A. (2014) Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 32(1), 101-105.
- Salinas, I.; Giménez, M.; Cuenca-Gotor, V.; Seiz, R. y Monsoriu, J. (2019). Design and evaluation of a three-dimensional virtual laboratory on vector

- operations. *Computer Applications in Engineering Education*, 27(3), 690-697.
- Seas, J. (2018) Didáctica general I. San José: Euned.
- Serway, R. y Jewett, J. (2019). Física para ciencias e ingeniería. 10th ed. México: Cengage.
- Sutarno, S.; Setiawan, A.; Kaniawati, I. y Suhandi, A. (2019) The development of higher order thinking virtual laboratory on photoelectric effect. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3), 032034.
- Trumper, Ricardo. (2003). The Physics Laboratory – A Historical Overview and Future Perspectives. *Science & Education*, 12, 645–670
- Universidad de Costa Rica. (2020). Sedes y recintos. Recuperado de <https://www.ucr.ac.cr/acerca-u/sedes-recintos.html#:~:text=La%20Sede%20de%20Occidente%2C%20ubicada,la%20Universidad%20de%20Costa%20Rica.>
- Valdés, P. y Valdés, R. (1999) Características del proceso de enseñanza-aprendizaje de la física en las condiciones contemporáneas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(3), 521-523
- Vílchez, C. P. (2019). Methodology for Teaching Natural Sciences Used by Costa Rican Teachers at the Vesta, Jabuy and Gavilan Schools in the Cabécar Indigenous Community. *Revista Educación*, 43(1).
- Young, H. y Freedman, R. (2009) Física Universitaria. México: Pearson Education.

ANEXOS

ANEXO N°1

Carta de solicitud de autorización de la institución



Universidad Estatal a Distancia
Escuela de Ciencias de la Educación
Centro de Investigaciones en Educación
Cátedra de Investigación para TFG



14 de mayo del 2020

Doctor
Francisco Rodríguez Cascante
Director

Quien suscribe María Gabriela Campos Fernández, cédula 207170057, actual docente de la Sección de Física en la Sede, y en calidad de estudiante de la Cátedra de Investigación para Trabajo Final de Graduación de la Escuela de Ciencias de la Educación de la Universidad Estatal a Distancia, **solicito permiso para realizar el Trabajo Final de Graduación (TFG)** denominado: *Desarrollo e implementación de estrategias metodológicas para el contenido curricular "Oscilaciones y ondas mecánicas" que propicie el aprendizaje significativo en el estudiantado que asisten al curso Laboratorio de Física General II de la Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente durante el II semestre del 2020.*


El TFG a desarrollar consiste en un ejercicio de investigación con estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial y docentes de la Sección de Física, mediante el desarrollo de una evaluación diagnóstica y posteriormente la implementación de una estrategia educativa para los laboratorios de "Movimiento armónico" y "Ondas estacionarias" del curso FS0311 Laboratorio de Física General II durante el segundo semestre del año 2020. Realizar este trabajo no solo es una oportunidad para concluir mi proceso formativo, sino que nos permite producir conocimiento para contribuir al mejoramiento continuo de la calidad de nuestra educación. Cualquier duda puede comunicarse con la coordinación de la Cátedra al teléfono 2527-2617

De antemano agradecemos su valiosa colaboración.

Cordialmente,


2717057
María Gabriela Campos Fernández,
Estudiante Licenciatura en Docencia


Maribel Martínez Gallo
V.B°. Directora del TFG


Ph.D. Francisco Rodríguez Cascante
V.B°. Director,
Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente



C: M.Sc. Bolívar Ramírez Santamaría, Director, Depto. De Ciencias Naturales.
Ph.D. Esteban Jiménez Moya, Coordinador, Sección de Física, SO.
Ing. María del Mar Pacheco Rojas, Encargada, Carrera de Ingeniería Industrial, SO.

ANEXO N° 2

Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida al personal docente de la Sección de Física de la Universidad de Costa Rica, Sede Occidente.

Introducción

La siguiente entrevista pretende identificar su percepción respecto a las estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación utilizadas para el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” del curso FS0311 Laboratorio de Física General II, los cuales incluyen las lecciones de los laboratorios titulados “Movimiento ondulatorio” y “Ondas estacionarias”. La información brindada será usada en el proyecto de graduación titulado “Propuesta de estrategias metodológicas para el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” que propicie el aprendizaje significativo en el estudiantado que asisten al curso Laboratorio de Física General II de la Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente durante el II semestre del 2020”. Su aporte será manejado de manera confidencial.

Características de la entrevista: Confidencial.

I Parte. Información general:

1. ¿Cuál es su formación académica?
() Doctorado () Master () Licenciatura () Bachillerato
2. ¿Cuántos años tiene de laborar en la Sección de Física de la Sede de Occidente?
() 0-5 años () 5-10 años () Más de 10 años
3. Usted ha participado en el curso Laboratorio de Física General II en San Ramón. Puede indicarme bajo que condición ocurrió su participación.

Profesor del curso Profesor sustituto Profesor colaborador

4. ¿Cómo fue la modalidad del curso?

Presencial Virtual

II Parte. Percepción respecto a las estrategias metodológicas

5. ¿Conoce el concepto de aprendizaje significativo? En caso afirmativo, ¿cómo define aprendizaje significativo?

6. ¿Cómo define las estrategias metodológicas?

7. Desde su percepción, ¿qué función cumplen las estrategias metodológicas en la dinámica de clase?

8. Desde su percepción, ¿las especificaciones indicadas en el programa el curso orienta a el proceso de planificación de las estrategias metodológicas?

9. ¿Cuáles estrategias metodológicas se utilizaron en el Laboratorio de Física General II para desarrollar el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”?

10. Con respecto a los laboratorios que involucran el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”, según su opinión, ¿la metodología utilizada para estas prácticas permite el logro de los objetivos?

11. ¿Considera que las estrategias metodológicas utilizadas permiten un verdadero aprendizaje significativo en el estudiantado?

12. Desde su percepción y considerando a virtualización de los cursos debido a la emergencia sanitaria por el virus SARS CoV-2, ¿cuáles serían las estrategias metodológicas más idóneas para desarrollar el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” que permitan un aprendizaje significativo en el estudiantado?

III Parte. Percepción respecto al material didáctico

13. ¿Cuáles materiales didácticos ha utilizado para el desarrollo de los laboratorios propiamente en el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”?
14. ¿Cuáles son los alcances y limitaciones del material didáctico utilizado en el curso? Detalle respecto al contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”.
15. Desde su percepción, ¿el material didáctico utilizado en el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” permite un aprendizaje significativo en el estudiantado?
16. Desde su percepción, ¿qué material didáctico recomendaría para lograr un mejor aprendizaje en el estudiantado bajo el contexto actual?

IV Parte. Percepción respecto a las evaluaciones

17. ¿Cuáles tipos de evaluaciones (diagnóstica, formativa y/o sumativa) fueron utilizadas para el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”?
18. Para evaluaciones realizadas bajo una modalidad virtual, ¿qué aspectos se deben mantener de las evaluaciones implementadas de la modalidad presencial en los laboratorios “Movimiento ondulatorio” y “Ondas estacionarias”?
19. Desde su percepción, ¿qué cambios se deben implementar para mejorar la evaluación en los laboratorios “Movimiento ondulatorio” y “Ondas estacionarias” bajo un entorno virtual y uno presencial?

ANEXO N°3

Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida a una persona especialista en constructivismo.

Como parte del proyecto de graduación para optar por el título Licenciatura en Docencia en la Universidad Estatal a Distancia, titulado “Propuesta de estrategias metodológicas para el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” que propicie el aprendizaje significativo en el estudiantado que asisten al curso Laboratorio de Física General II de la Universidad de Costa Rica, Sede de Occidente durante el II semestre del 2020”, le solicito su colaboración respondiendo las siguientes preguntas.

Para la fase diagnóstica pretendo identificar la percepción respecto a las estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación utilizadas para el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas” del curso FS0311 Laboratorio de Física General II, los cuales incluyen las lecciones de los laboratorios titulados “Movimiento ondulatorio” y “Ondas estacionarias”.

Su aporte es valioso para orientar el proceso de análisis de los hallazgos y orientar el diseño de la estrategia educativa a utilizar. Su aporte será manejado de manera confidencial.

I Parte: Datos académica

Grado académico: _____

Años de laborar como profesional: _____

Puesto que desempeña: _____

II Parte: Enfoque constructivista

1. ¿Qué es para usted el enfoque constructivista?
2. ¿Qué se entiende por aprendizaje significativo de David Ausubel?

3. ¿Usted considera que el enfoque constructivista debe aplicarse en la enseñanza de la física? ¿Por qué?
4. ¿Cuál debe ser el rol del material didáctico y la evaluación según la teoría de aprendizaje significativo de David Ausubel?
5. ¿Qué tipo de material didáctico recomendaría para ser utilizado en el Laboratorio de Física?

III Parte: Aplicación del enfoque constructivista en la dinámica del aula virtual

6. Desde la teoría de aprendizaje significativo de David Ausubel, ¿cuáles son los criterios que se deben tomar en cuenta para el proceso de planificación en las actividades de los laboratorios?
7. ¿Qué elementos se deben tomar en cuenta a la hora de proponer estrategias metodológicas en un laboratorio de Física bajo una modalidad virtual a nivel universitario?
8. ¿Cuáles criterios de evaluación se deben considerar desde la teoría de aprendizajes significativos de Ausubel?
9. ¿Qué instrumentos recomienda para evaluar los aprendizajes en el estudiantado del laboratorio de Física bajo una modalidad virtual desde la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel?
- 10.*Puede indicar si tiene un comentario que considere importante de aportar a la investigación.

¡Muchas gracias por su colaboración!

ANEXO N°4

Cuestionario auto administrado dirigido a estudiantes de Ingeniería Industrial que cursan el Laboratorio de Física General II el segundo semestre del año 2020 en la Universidad de Costa Rica, Sede Occidente

Mi nombre es María Gabriela Campos Fernández, estudiante de la Universidad Estatal a Distancia (UNED). El presente documento es un cuestionario que forma parte de una investigación para optar por el grado de Licenciatura en Docencia de la Universidad Estatal a Distancia. Este trabajo de investigación tiene como finalidad conocer sus necesidades y expectativas de formación y, además, conocer la percepción de las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente en el curso FS0311 Laboratorio de Física General II. Por lo anterior, se necesita de su ayuda para contestar algunas preguntas que serán de vital importancia para el desarrollo del mismo.

El cuestionario está estructurado en tres partes. La primera es información general del estudiante. La segunda parte está referida a necesidades y expectativas de formación del estudiantado de la carrera de Ingeniería Industrial. La tercera parte pretende obtener información sobre la percepción de las estrategias metodológicas utilizadas en el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”, en este caso las lecciones de laboratorio “Movimiento armónico” y “Ondas estacionarias”.

La información que usted brinde será tratada con total confidencialidad, por lo que **NO** debe brindar su nombre. Este instrumento presentará varios enunciados, con diferentes opciones de respuesta, por lo que se solicita seguir las instrucciones indicadas en **negrita**.

De antemano, muchas gracias por participar

I Parte: Información general del estudiante

1. Carrera que cursa:
 - Enseñanza de las ciencias naturales
 - Ingeniería industrial
 - Otra
2. ¿Cuál es su condición en el curso Física General II?
 - Aprobado
 - Matriculado
3. El curso FS0311 Laboratorio de Física General II lo matriculó bajo modalidad
 - Presencial
 - Virtual

II Parte: Identificación de necesidades y expectativas de formación del estudiantado

4. A continuación, se presenta una serie de opciones. ¿Cuáles de las siguientes opciones corresponden a expectativas de formación académica del Laboratorio de Física II en su carrera? **(Puede marcar varias opciones)**
 - Formación de habilidades numéricas
 - Formación de habilidades sociales
 - Formación de habilidades tecnológicas
 - Formación en principios de experimentación
 - Complemento a los contenidos del curso de teoría
 - Comprender fenómenos físicos de la vida diaria
 - Comprender aplicaciones de fenómenos físicos en el área de ingeniería
 - Mejorar el rendimiento académico del curso de teoría
 - Realizar correctamente informes científicos escritos
 - Otro: _____

5. ¿Considera que el curso Laboratorio de Física II satisface sus necesidades de formación en su carrera?
- Si
 - No, ¿por qué?
6. ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor su nivel de satisfacción con el curso?
- Alta
 - Media
 - Baja
7. ¿Considera necesario comprender los principios de experimentación como parte de su formación universitaria?
- Muy necesario
 - Bastante necesario
 - Poco necesario
 - Nada necesario
8. ¿Considera necesario aprender el uso de instrumentos de medición durante la experimentación como parte de su formación universitaria?
- Muy necesario
 - Bastante necesario
 - Poco necesario
 - Nada necesario

III Parte: Percepción con respecto a las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente en el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”.

9. ¿Considera que las estrategias metodológicas utilizadas por el personal docente permiten el logro de los objetivos del curso Laboratorio de Física II?
- Si

- No
10. De las siguientes estrategias metodológicas, ¿cuáles fueron utilizadas durante las lecciones de laboratorio con el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”? **(Puede marcar varias opciones)**
- Clase magistral
 - Taller
 - Proyectos
 - Trabajos grupales
 - Aprendizaje basado en problemas
 - Mapa conceptual
 - Análisis y discusión de lecturas
 - Simulaciones y/o applets
 - Discusión de videos
 - Demostraciones de fenómenos físicos
 - La solución Ordenada, Lógica y Argumentada (OLA) de problemas
 - Otro: _____
11. ¿Las estrategias metodológicas utilizadas le permiten un aprendizaje significativo sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”?
- Si
 - No
 - No sé
12. ¿Cómo califica el material didáctico utilizado por el personal docente en el curso sobre el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”?
- Excelente
 - Bueno
 - Regular
 - Deficiente
13. De los siguientes materiales, ¿cuáles son materiales didácticos utilizados por el personal docente para el desarrollo del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”? **(Puede marcar varias opciones)**

- Material impreso (Libro o folleto)
- Manual de práctica
- Video
- Presentación electrónica
- Software especializado
- Equipo especializado
- Pizarra didáctica
- Otros: _____

14. ¿Cuáles de los siguientes instrumentos de evaluación de los aprendizajes fueron utilizados para el contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”? **(Puede marcar varias opciones)**

- Portafolio
- Escala de estimación
- Pruebas orales
- Pruebas escritas
- Proyecto
- Rúbricas
- Ejercicios prácticos
- Autoevaluación
- Informes o trabajos escritos
- Otro: _____

15. Desde su percepción, ¿qué cambios realizaría a la evaluación del contenido curricular “Oscilaciones y ondas mecánicas”? ¿Por qué?

ANEXO N°5

Rúbrica de validación de instrumentos de recolección de datos: Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida al personal docente de la Sección de Física de la Universidad de Costa Rica, Sede Occidente.

Instrucción: Teniendo como base los parámetros de validación que a continuación se presentan, se solicita brindar su criterio sobre los ítems que conforman el instrumento de recolección de datos denominado: Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida al personal docente de la Sección de Física de la Universidad de Costa Rica, Sede Occidente. Marque con una **X** en alguno de los dos apartados (Sí o No) según su criterio.

Fecha: 30/07/2020

Parámetro de validación	Sí	No	Observaciones
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder las preguntas (si falta algo de precisar en las instrucciones, favor indicarlo en la columna de observaciones)	X		
El contenido de los ítems permite el logro de objetivos que guían la investigación (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indicarlo en la columna de observaciones)	X		
La estructura del instrumento mediante secciones orientadas por partes facilita su aplicación (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones las razones del por qué no, así como cuál sería la mejor forma de estructurarlo)	X		
Las preguntas están distribuidos en forma lógica y secuencial de acuerdo con cada parte (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones los ítems que no atienden este parámetro)	X		
Las preguntas están redactados de forma clara y comprensible (si debe modificarse una pregunta favor indicarlo en la columna de observaciones)	X		
La redacción de las preguntas acata las normas de la lengua española en cuanto a gramática, sintaxis y ortografía (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones las preguntas que no atienden este parámetro)	X		
La redacción de las preguntas carece de sesgos (inducción o sugerencia de la respuesta a la persona informante). En caso de ser negativa su respuesta, por favor indique las preguntas respectivos en la columna de observaciones.	X		
La redacción de las preguntas no presenta estereotipos o prejuicios acerca del fenómeno de estudio (en caso de ser	X		

negativa su respuesta, por favor indique los ítems respectivos en la columna de observaciones)			
Las preguntas presentan un lenguaje acorde con el nivel educativo del o la informante (en caso de ser negativa su respuesta, por favor indicar los ítems respectivos en la columna de observaciones.	X		
El número de preguntas es suficiente para recoger la información (en caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir en la columna de observaciones)	X		
Validez			
Aplicable	Sí		
<p>Sugerencias: Valorar el planteamiento del objetivo de la entrevista “conocer su percepción respecto a las estrategias metodológicas, material didáctico y evaluación utilizadas para el contenido curricular” Yo considero que debe operacionalizar la habilidad conocer en acciones que se puedan medir y/o cambiarla por otra habilidad que sea más fácil medir su cumplimiento, por ejemplo, identificar.</p>			

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Raúl Betancourt López, cédula de identidad N° 800980688, de profesión profesor, laborando actualmente como, coordinador de la carrera de Enseñanza de las Ciencias, en la institución UCR, Sede de Occidente. Teléfono: 2511-7414 Correo electrónico: raul.betancourt@ucr.ac.cr

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento de recolección de datos titulado: “Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida al personal docente de la Sección de Física de la Universidad de Costa Rica, Sede Occidente.”, para efectos de su aplicación.

Firma:



CURRICULUM Raúl Betancourt López

I Datos Personales

- Fecha de Nacimiento: 9 de diciembre 1958.
- Dirección: 100 m N 350 m E Clínica de Coronado, Urb, Contemporánea.
- Números Telefónicos: 88133203 22946507
- Dirección electrónica: raul.betancourt.lopez@gmail.com

II Estudios realizados

Licenciatura en Educación en la especialidad de Física y Astronomía 1977 – 1981
ISP Enrique José Varona, la Habana, Cuba.

Licenciatura en enseñanza de la Física, reconocido y equiparado en la
Universidad de Costa Rica. (2003)

III Experiencia Laboral en Enseñanza General Media

Profesor de Física en colegio, en Cuba (1981-1982)

Profesor de Física en colegios, de Costa Rica, a partir del año 2002: Colegio
EMVA, Colegio LINCOLN y Colegio Científico Bilingüe, Reina de los Ángeles

IV Experiencia Docente Universitaria

1983-2001 Universidad Pedagógica de Pinar del Río Cuba.

2003 – 2004 Profesor de Física

Universidad Nacional. Profesor de Física I y Física II

UNED. Profesor de Física I, II y III

2005-2006 Profesor de Física

UNA Física I , III y VI

UNED Física I, II y III

UIA Física II y Laboratorios Física I y II

U Latina Física I para Medicina y I, II para Ingeniería.

2007 al 2020 Profesor de Física

UNA Física I, II III, V para Enseñanza de las Ciencias y Física I y II para Topografía y Química.

Entrenador y líder del equipo de Costa Rica en las Olimpiadas Iberoamericanas de física

Curso de superación de profesores en Cartago

UCIMED, Física para Medicina y Farmacia

UNIVERSIDAD LATINA Física I y II

UNIVERSIDAD, SANTA PAULA. Física para Terapia Física

UCR, Física I, II y III para Ingeniería

Física para medicina y para ciencias de la vida

Física moderna para enseñanza de las Ciencias

Curso de didáctica de la física en el plan titulación

Coordinador de la sección de física

Director de la Carrera de Enseñanza de las Ciencias Naturales

Instrucción: Teniendo como base los parámetros de validación que a continuación se presentan, se solicita brindar su criterio sobre los ítems que conforman el instrumento de recolección de datos denominado: Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida al personal docente de la Sección de Física de la Universidad de Costa Rica, Sede Occidente. Marque con una **X** en alguno de los dos apartados (Sí o No) según su criterio.

Fecha: 02/08/2020

Parámetro de validación	Sí	No	Observaciones
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder las preguntas (si falta algo de precisar en las instrucciones, favor indicarlo en la columna de observaciones)		XXX	Revisar las observaciones en el texto. Y luego analizar si son pertinentes los cambios
El contenido de los ítems permite el logro de objetivos que guían la investigación (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indicarlo en la columna de observaciones)		XXXX	En la introducción de la encuesta debería profundizarse mas en cuanto a los objetivos de la investigación. Incluso porque se seleccionó este tema en particular
La estructura del instrumento mediante secciones orientadas por partes facilita su aplicación (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones las razones del por qué no, así como cuál sería la mejor forma de estructurarlo)	XXXX		Muy bien contar con secciones según contenidos, pero quizás debe enfocarse en preguntas cerradas
Las preguntas están distribuidos en forma lógica y secuencial de acuerdo con cada parte (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones los ítems que no atienden este parámetro)	XXXX		
Las preguntas están redactados de forma clara y comprensible (si debe modificarse una pregunta favor indicarlo en la columna de observaciones)	XXXX		Revisar algunos comentarios en el documento
La redacción de las preguntas acata las normas de la lengua española en cuanto a gramática, sintaxis y ortografía (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones las preguntas que no atienden este parámetro)			
La redacción de las preguntas carece de sesgos (inducción o sugerencia de la respuesta a la persona informante). En caso de ser negativa su respuesta, por favor indique las preguntas respectivos en la columna de observaciones.	XXX		Lo que sucede es que por la formación de quienes trabajan en docencia en la UCR puede que no se dominen conceptos básicos sobre aprendizaje significativo
La redacción de las preguntas no presenta estereotipos o prejuicios acerca del fenómeno de estudio (en caso de ser negativa su respuesta, por favor indique los ítems respectivos en la columna de observaciones)		XXXX	
Las preguntas presentan un lenguaje acorde con el nivel educativo del o la informante (en caso de ser negativa su		XXX	Aspecto señalado en apartados anteriores

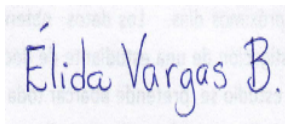
respuesta, por favor indicar los ítems respectivos en la columna de observaciones.			
El número de preguntas es suficiente para recoger la información (en caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir en la columna de observaciones)	XXX		Siempre y cuando logre que la persona entrevistada comprenda los conceptos
Validez			
Aplicable	Sí	No	
Sugerencias: revisar las anotaciones			

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Élide Vargas Barrantes, cédula de identidad N° 204200120, de profesión Laboratorista Químico/Bióloga/Educadora, laborando actualmente como docente, en la institución Universidad de Costa Rica. Teléfono: 2511-7515. Correo electrónico: elida.vargas@ucr.ac.cr.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento de recolección de datos titulado: "Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida al personal docente de la Sección de Física de la Universidad de Costa Rica, Sede Occidente.", para efectos de su aplicación.

Firma:



CURRICULUM Elida Ma. Vargas Barrantes

I. Datos Personales

- Fecha de Nacimiento: 27 de junio de 1966.
- Cédula: 204200120
- Números Telefónicos: 2511-7515 (Recinto de Grecia)
- Dirección electrónica: elida.vargas@ucr.ac.cr

II. Estudios realizados

Universidad Estatal a Distancia. Doctorado en Educación. De 2010 a 2015.

Universidad Estatal a Distancia. Licenciatura en Ciencias de la Educación con énfasis en Docencia. De 1996 a 2006.

Universidad de Costa Rica. Maestría en Biología. De 1993 a 1997.

Universidad de Costa Rica. Bachiller en Biología. De 1989 a 1991.

Universidad de Costa Rica. Diplomado en Laboratorista Químico. De 1984 a 1988.

III. Experiencia Laboral

OCUPACION ACTUAL: Profesora con una jornada de tiempo completo en propiedad en la Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica.

Categoría Académica: Catedrática a partir del 2016

Profesora en la Sede de Occidente. De 1995 al 2020

Encargada de la carrera Enseñanza de las Ciencias Naturales. Recinto de Grecia. Universidad de Costa Rica. 2015 al 2019

Encargada del Proyecto de Trabajo Comunal Universitario “Educación para la separación y disposición final de desechos sólidos” (TC-388). Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. 1999-2003.

Encargada de la carrera Laboratorista Químico. Recinto de Grecia. Universidad de Costa Rica. 2001-2002

Instrucción: Teniendo como base los parámetros de validación que a continuación se presentan, se solicita brindar su criterio sobre los ítems que conforman el instrumento de recolección de datos denominado: Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida al personal docente de la Sección de Física de la Universidad de Costa Rica, Sede Occidente. Marque con una X en alguno de los dos apartados (Sí o No) según su criterio.

Fecha: _____

Parámetro de validación	Sí	No	Observaciones
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder las preguntas (si falta algo de precisar en las instrucciones, favor indicarlo en la columna de observaciones)	X		Lo que pasa es que por ejemplo si el profesor no ha participado como profesor de física II, ¿Sería igualmente aplicable el instrumento? Se debería valorar si se debería por defecto aplicar a algún profesor que halla dado el curso y que esa en lugar de una pregunta del instrumento sea un requisito.
El contenido de los ítems permite el logro de objetivos que guían la investigación (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indicarlo en la columna de observaciones)	X		
La estructura del instrumento mediante secciones orientadas por partes facilita su aplicación (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones las razones del por qué no, así como cuál sería la mejor forma de estructurarlo)	X		
Las preguntas están distribuidos en forma lógica y secuencial de acuerdo con cada parte (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones los ítems que no atienden este parámetro)	X		
Las preguntas están redactados de forma clara y comprensible (si debe modificarse una pregunta favor indicarlo en la columna de observaciones)	X		
La redacción de las preguntas acata las normas de la lengua española en cuanto a gramática, sintaxis y ortografía (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones las preguntas que no atienden este parámetro)	X		Revisar si por ejemplo en la formalidad de un instrumento se debe escribir Laboratorio de Física General II con mayúscula.
La redacción de las preguntas carece de sesgos (inducción o sugerencia de la respuesta a la persona informante). En caso	X		

de ser negativa su respuesta, por favor indique las preguntas respectivos en la columna de observaciones.			
La redacción de las preguntas no presenta estereotipos o prejuicios acerca del fenómeno de estudio (en caso de ser negativa su respuesta, por favor indique los ítems respectivos en la columna de observaciones)	X		Acá debería redactarse en positivo. <u>La redacción de las preguntas presenta</u> y entonces uno respondería que NO.
Las preguntas presentan un lenguaje acorde con el nivel educativo del o la informante (en caso de ser negativa su respuesta, por favor indicar los ítems respectivos en la columna de observaciones.	X		
El número de preguntas es suficiente para recoger la información (en caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir en la columna de observaciones)	X		
Validez			
Aplicable	Sí	No	
Sugerencias: Únicamente revisar las observaciones a la primera pregunta. Que tan importante para el instrumento es un profesor que no halla dado el curso de física II, sino se debería eliminar esa pregunta y que sea un requisito.			

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Erik Gerardo Orozco Orozco, cédula de identidad N° 205870122, de profesión Ing. Civil, laborando actualmente como docente, en la institución Universidad de Costa Rica. Teléfono: 89313291. Correo electrónico: erik.orozco@ucr.ac.cr.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento de recolección de datos titulado: "Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida a una persona especialista en constructivismo.", para efectos de su aplicación.

Firma: _____

**ERIK
GERARDO
OROZCO
OROZCO
(FIRMA)**

Firmado digitalmente por
ERIK GERARDO
OROZCO OROZCO
(FIRMA)
Fecha: 2020.08.10
21:26:33 -06'00'

CURRICULUM Erick Gerardo Orozco Orozco

I. Datos Personales

- Fecha de Nacimiento: 2 de setiembre de 1983
 - Cédula: 2 0587 0122
 - Teléfono: 8931 – 3291 / 8841 – 0232
- Correo Electrónico: erozorozco@gmail.com

II. Estudios Realizados

2014: Maestría Académica en Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos de la Universidad de Costa Rica.

2007: Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. Incorporado al CFIA Carné IC-18502.

III. Experiencia Docente Universitaria

2017 – 2018: Profesor de la Carrera de Ingeniería Hidrológica de la Universidad Nacional, Sede Chorotega. Cursos de Física y Laboratorio de Mecánica de Fluidos.

2016 - 2019: Profesor Curso de Sistemas de información Geográfica Aplicado a la Estadística. Escuela de Estadística, Universidad de Costa Rica. Profesor del Curso de Sistemas de Información geográfica aplicados a la Hidrología e Ingeniería. Programa de Educación Continua (PEC) escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.

2013: Profesor del Curso “Manejo de Sedimentos en etapa constructiva para el proyecto Hidroeléctrico Reventazón”, para el Instituto Costarricense de Electricidad.

ANEXO N°6

Rúbrica de validación de instrumentos de recolección de datos: Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida a un especialista del constructivismo.

Instrucción: Teniendo como base los parámetros de validación que a continuación se presentan, se solicita brindar su criterio sobre los ítems que conforman el instrumento de recolección de datos denominado: Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida a un especialista del constructivismo. Marque con una **X** en alguno de los dos apartados (Sí o No) según su criterio.

Fecha: 30/07/2020

Parámetro de validación	Sí	No	Observaciones
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder las preguntas (si falta algo de precisar en las instrucciones, favor indicarlo en la columna de observaciones)	X		
El contenido de los ítems permite el logro de objetivos que guían la investigación (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indicarlo en la columna de observaciones)	X		
La estructura del instrumento mediante secciones orientadas por partes facilita su aplicación (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones las razones del por qué no, así como cuál sería la mejor forma de estructurarlo)	X		
Las preguntas están distribuidos en forma lógica y secuencial de acuerdo con cada parte (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones los ítems que no atienden este parámetro)	X		
Las preguntas están redactados de forma clara y comprensible (si debe modificarse una pregunta favor indicarlo en la columna de observaciones)	X		
La redacción de las preguntas acata las normas de la lengua española en cuanto a gramática, sintaxis y ortografía (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones las preguntas que no atienden este parámetro)	X		
La redacción de las preguntas carece de sesgos (inducción o sugerencia de la respuesta a la persona informante). En caso de ser negativa su respuesta, por favor indique las preguntas respectivos en la columna de observaciones.	X		
La redacción de las preguntas no presenta estereotipos o prejuicios acerca del fenómeno de estudio (en caso de ser negativa su respuesta, por favor indique los ítems respectivos en la columna de observaciones)	X		

Las preguntas presentan un lenguaje acorde con el nivel educativo del o la informante (en caso de ser negativa su respuesta, por favor indicar los ítems respectivos en la columna de observaciones.	x		
El número de preguntas es suficiente para recoger la información (en caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir en la columna de observaciones)	x		
Validez			
Aplicable	Sí		
Sugerencias: Considero que a cada instrumento por separado se le debe poner el objetivo			

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Raúl Betancourt López, cédula de identidad N° 800980688, de profesión profesor, laborando actualmente como, coordinador de la carrera de Enseñanza de las Ciencias, en la institución UCR, Sede de Occidente. Teléfono.2511-7414 Correo electrónico: raul.betancourt@ucr.ac.cr

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento de recolección de datos titulado: "Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida al personal docente de la Sección de Física de la Universidad de Costa Rica, Sede Occidente.", para efectos de su aplicación.

Firma:



CURRICULUM Raúl Betancourt López

I Datos Personales

- Fecha de Nacimiento: 9 de diciembre 1958.
- Dirección: 100 m N 350 m E Clínica de Coronado, Urb, Contemporánea.
- Números Telefónicos: 88133203 22946507
- Dirección electrónica: raul.betancourt.lopez@gmail.com

IV Estudios realizados

Licenciatura en Educación en la especialidad de Física y Astronomía 1977 – 1981
ISP Enrique José Varona, la Habana, Cuba.

Licenciatura en enseñanza de la Física, reconocido y equiparado en la
Universidad de Costa Rica. (2003)

V Experiencia Laboral en Enseñanza General Media

Profesor de Física en colegio, en Cuba (1981-1982)

Profesor de Física en colegios, de Costa Rica, a partir del año 2002: Colegio
EMVA, Colegio LINCOLN y Colegio Científico Bilingüe, Reina de los Ángeles

IV Experiencia Docente Universitaria

1983-2001 Universidad Pedagógica de Pinar del Río Cuba.

2003 – 2004 Profesor de Física

Universidad Nacional. Profesor de Física I y Física II

UNED. Profesor de Física I, II y III

2005-2006 Profesor de Física

UNA Física I , III y VI

UNED Física I, II y III

UIA Física II y Laboratorios Física I y II

U Latina Física I para Medicina y I, II para Ingeniería.

2007 al 2020 Profesor de Física

UNA Física I, II III, V para Enseñanza de las Ciencias y Física I y II para Topografía y Química.

Entrenador y líder del equipo de Costa Rica en las Olimpiadas Iberoamericanas de física

Curso de superación de profesores en Cartago

UCIMED, Física para Medicina y Farmacia

UNIVERSIDAD LATINA Física I y II

UNIVERSIDAD, SANTA PAULA. Física para Terapia Física

UCR, Física I, II y III para Ingeniería

Física para medicina y para ciencias de la vida

Física moderna para enseñanza de las Ciencias

Curso de didáctica de la física en el plan titulación

Coordinador de la sección de física

Director de la Carrera de Enseñanza de las Ciencias Naturales

Instrucción: Teniendo como base los parámetros de validación que a continuación se presentan, se solicita brindar su criterio sobre los ítems que conforman el instrumento de recolección de datos denominado: Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida a un especialista del constructivismo. Marque con una **X** en alguno de los dos apartados (Sí o No) según su criterio.

Fecha: 30/07/2020

Parámetro de validación	Sí	No	Observaciones
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder las preguntas (si falta algo de precisar en las instrucciones, favor indicarlo en la columna de observaciones)	X		A pesar de que el instrumento es claro, en general en las secciones II y III podría darse mucha redundancia en las respuestas. Se considera que podría ser una sola sección con las 3 primeras preguntas de la parte II como introductorias, y fusionar la parte tres con la III. En general queda claro que es la aplicación al laboratorio, pero podría ser muy reiterativas las respuestas de las partes II y III.
El contenido de los ítems permite el logro de objetivos que guían la investigación (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indicarlo en la columna de observaciones)	X		Item con lo anterior. Se podrían fusionar o eliminar preguntas de la parte II y dejarlas solo en la tres.
La estructura del instrumento mediante secciones orientadas por partes facilita su aplicación (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones las razones del por qué no, así como cuál sería la mejor forma de estructurarlo)	X		Tal vez las secciones no parecen como tan diferentes la sección II y III.
Las preguntas están distribuidos en forma lógica y secuencial de acuerdo con cada parte (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones los ítems que no atienden este parámetro)	X		
Las preguntas están redactados de forma clara y comprensible (si debe modificarse una pregunta favor indicarlo en la columna de observaciones)	X		Si están.
La redacción de las preguntas acata las normas de la lengua española en cuanto a gramática, sintaxis y ortografía (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones las preguntas que no atienden este parámetro)	X		No estoy tan claro que Laboratorio de Física deba ir con mayúscula. Se debería revisar si debería ir con minúscula.

La redacción de las preguntas carece de sesgos (inducción o sugerencia de la respuesta a la persona informante). En caso de ser negativa su respuesta, por favor indique las preguntas respectivos en la columna de observaciones.	X		La única pregunta que podría verse sesgada es si se debe aplicar en física.
La redacción de las preguntas no presenta estereotipos o prejuicios acerca del fenómeno de estudio (en caso de ser negativa su respuesta, por favor indique los ítems respectivos en la columna de observaciones)		X	
Las preguntas presentan un lenguaje acorde con el nivel educativo del o la informante (en caso de ser negativa su respuesta, por favor indicar los ítems respectivos en la columna de observaciones).	X		
El número de preguntas es suficiente para recoger la información (en caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir en la columna de observaciones)	X		
Validez			
Aplicable	Sí X	No	
Sugerencias: Considero importante poder repensar en efecto el tema de si las ultimas preguntas de la sección II y las de la sección III podrían conducir a respuestas muy similares. En general en la parte II se habla de metodologías, instrumentos, material didáctico, etc, y en la parte tres se vuelve a preguntar sobre temas similares.			

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Erik Gerardo Orozco Orozco, cédula de identidad N° 205870122, de profesión Ing. Civil, laborando actualmente como docente, en la institución Universidad de Costa Rica. Teléfono: 89313291. Correo electrónico: erik.orozco@ucr.ac.cr.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento de recolección de datos titulado: "Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida a una persona especialista en constructivismo.", para efectos de su aplicación.

Firma: _____

**ERIK GERARDO
OROZCO
OROZCO (FIRMA)**

Firmado digitalmente por
ERIK GERARDO OROZCO
OROZCO (FIRMA)
Fecha: 2020.08.10
21:16:47 -06'00'

CURRICULUM Erick Gerardo Orozco Orozco

I. Datos Personales

- Fecha de Nacimiento: 2 de setiembre de 1983
 - Cédula: 2 0587 0122
 - Teléfono: 8931 – 3291 / 8841 – 0232
- Correo Electrónico: erozorozco@gmail.com

II. Estudios Realizados

2014: Maestría Académica en Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos de la Universidad de Costa Rica.

2007: Licenciatura en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. Incorporado al CFIA Carné IC-18502.

III. Experiencia Docente Universitaria

2017 – 2018: Profesor de la Carrera de Ingeniería Hidrológica de la Universidad Nacional, Sede Chorotega. Cursos de Física y Laboratorio de Mecánica de Fluidos.

2016 - 2019: Profesor Curso de Sistemas de información Geográfica Aplicado a la Estadística. Escuela de Estadística, Universidad de Costa Rica. Profesor del Curso de Sistemas de Información geográfica aplicados a la Hidrología e Ingeniería. Programa de Educación Continua (PEC) escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.

2013: Profesor del Curso “Manejo de Sedimentos en etapa constructiva para el proyecto Hidroeléctrico Reventazón”, para el Instituto Costarricense de Electricidad.

Instrucción: Teniendo como base los parámetros de validación que a continuación se presentan, se solicita brindar su criterio sobre los ítems que conforman el instrumento de recolección de datos denominado: Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida a un especialista del constructivismo. Marque con una **X** en alguno de los dos apartados (Sí o No) según su criterio.

Fecha: 13/08/2020

Parámetro de validación	Sí	No	Observaciones
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder las preguntas (si falta algo de precisar en las instrucciones, favor indicarlo en la columna de observaciones)	xxx		
El contenido de los ítems permite el logro de objetivos que guían la investigación (si debe eliminarse o modificarse un ítem por favor indicarlo en la columna de observaciones)	xxx		
La estructura del instrumento mediante secciones orientadas por partes facilita su aplicación (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones las razones del por qué no, así como cuál sería la mejor forma de estructurarlo)	xxxx		
Las preguntas están distribuides en forma lógica y secuencial de acuerdo con cada parte (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones los ítems que no atienden este parámetro)	xxx		
Las preguntas están redactados de forma clara y comprensible (si debe modificarse una pregunta favor indicarlo en la columna de observaciones)	xxx		
La redacción de las preguntas acata las normas de la lengua española en cuanto a gramática, sintaxis y ortografía (en caso de ser negativa su respuesta, indique en la columna de observaciones las preguntas que no atienden este parámetro)	xxx		
La redacción de las preguntas carece de sesgos (inducción o sugerencia de la respuesta a la persona informante). En caso de ser negativa su respuesta, por favor indique las preguntas respectivos en la columna de observaciones.	xxx		
La redacción de las preguntas no presenta estereotipos o prejuicios acerca del fenómeno de estudio (en caso de ser negativa su respuesta, por favor indique los ítems respectivos en la columna de observaciones)	xxx		
Las preguntas presentan un lenguaje acorde con el nivel educativo del o la informante (en caso de ser negativa su respuesta, por favor indicar los ítems respectivos en la columna de observaciones.	xxx		

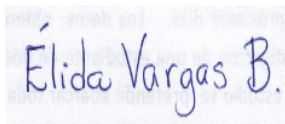
El número de preguntas es suficiente para recoger la información (en caso de ser negativa su respuesta, sugiera los ítems a añadir en la columna de observaciones)	xxx		
Validez			
Aplicable	Sí	No	
Sugerencias:			

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Élide Vargas Barrantes, cédula de identidad N° 204200120, de profesión Laboratorista Químico/Bióloga/Educadora, laborando actualmente como docente, en la institución Universidad de Costa Rica. Teléfono: 2511-7515. Correo electrónico: elida.vargas@ucr.ac.cr.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento de recolección de datos titulado: "Guía de preguntas para entrevista semiestructurada dirigida a una persona especialista en constructivismo.", para efectos de su aplicación.

Firma:



CURRICULUM Elida Ma. Vargas Barrantes

IV. Datos Personales

- Fecha de Nacimiento: 27 de junio de 1966.
- Cédula: 204200120
- Números Telefónicos: 2511-7515 (Recinto de Grecia)
- Dirección electrónica: elida.vargas@ucr.ac.cr

V. Estudios realizados

Universidad Estatal a Distancia. Doctorado en Educación. De 2010 a 2015.

Universidad Estatal a Distancia. Licenciatura en Ciencias de la Educación con énfasis en Docencia. De 1996 a 2006.

Universidad de Costa Rica. Maestría en Biología. De 1993 a 1997.

Universidad de Costa Rica. Bachiller en Biología. De 1989 a 1991.

Universidad de Costa Rica. Diplomado en Laboratorista Químico. De 1984 a 1988.

VI. Experiencia Laboral

OCUPACION ACTUAL: Profesora con una jornada de tiempo completo en propiedad en la Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica.

Categoría Académica: Catedrática a partir del 2016

Profesora en la Sede de Occidente. De 1995 al 2020

Encargada de la carrera Enseñanza de las Ciencias Naturales. Recinto de Grecia. Universidad de Costa Rica. 2015 al 2019

Encargada del Proyecto de Trabajo Comunal Universitario “Educación para la separación y disposición final de desechos sólidos” (TC-388). Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. 1999-2003.

Encargada de la carrera Laboratorista Químico. Recinto de Grecia. Universidad de Costa Rica. 2001-2002

ANEXO N°7

Rúbrica de evaluación de la Estrategia Educativa por parte del estudiantado

Nombre de la lección:

Fecha de la revisión:

Nombre del revisor:

ASPECTOS POR EVALUAR	5	4	3	2	1
1. Aspectos psicopedagógicos					
1.1 Se adecua a las condiciones y características de aprendizaje del estudiantado.					
1.2 Se adapta a necesidades o características específicas del estudiantado y sus diferentes respuestas					
1.3 La calidad del contenido es acorde con la profundidad requerida para el abordaje del tema					
1.4 El contenido es veraz, no contiene errores, sesgos u omisiones que puedan confundir.					
1.5 El contenido está apoyado en evidencia y argumentación lógica.					
1.6 Las presentaciones enfatizan ideas clave con adecuado nivel de detalle y claridad.					
1.7 Motiva el interaprendizaje y participación en redes de aprendizaje sobre la temática.					
1.8 Ofrece retroalimentación pertinente acorde con la gradación de contenidos					
1.9 Despierta la curiosidad y mantiene la atención y el interés de los estudiantes a lo largo de su desarrollo.					
1.10 Estimula el aprendizaje autónomo.					
1.11 Existe correspondencia entre objetivos y contenidos.					
1.12 Incorpora claros elementos instruccionales acorde con una adecuada y pertinente mediación pedagógica del multimedia.					
1.13 Permite su utilización combinada con otras actividades desarrolladas por estudiantes					
2 Aspectos didácticos curriculares psicopedagós					
2.1 Está claramente relacionado con los objetivos del currículo.					
2.2 Los objetivos de aprendizaje están planteados explícitamente dentro del contenido					
2.3 Su desarrollo tiene claridad y guarda total coincidencia con los objetivos curriculares propuestos					
2.4 Los recursos, contenidos, actividades de aprendizaje contribuyen con el logro de los objetivos de aprendizaje propuestos					
2.5 Responde a las necesidades de aprendizaje identificadas en la población meta, considera sus condiciones y ambiente.					

ASPECTOS POR EVALUAR	5	4	3	2	1
2.6 Incluye actividades de reforzamiento que se corrigen adecuadamente de manera inmediata automática o por el tutor.					
2.7 Contiene actividades de aprendizaje diversas relacionadas con situaciones reales, multimedia, interactividad, humor, drama o juegos.					
2.8 Compara el desempeño de los estudiantes considerando conocimientos previos, durante y al final del proceso de aprendizaje.					
2.9 Hace un buen y pertinente uso de recursos audiovisuales, útiles y articulados con los objetivos de aprendizaje.					
2.10 Incluye enlaces pertinentes acordes con la temática y los objetivos de aprendizaje.					
Total aspectos didácticos-curriculares.					
3. Aspectos técnico estéticos					
3.1 La estructura y el diseño interactivo permite un aprendizaje eficiente.					
3.2 Presenta un texto legible y los elementos multimedia están bien escritos y etiquetados.					
3.3 El diseño es acorde con las posibilidades de la herramienta seleccionada.					
3.4 Incluye animaciones acordes con la temática.					
3.5 Los audios, videos, animaciones y multimedia utilizados son pertinentes y coincidentes con la propuesta de diseño y contenido.					
Total aspectos técnico-estéticos					
4. Aspectos funcionales					
4.1 Se adapta a nuevas necesidades y contextos educativos por lo que tiene alto potencial de reusabilidad.					
4.2 El objeto es accesible pues provee un alto grado de acomodación a estudiantes con discapacidades motoras o sensoriales.					
4.3 Utiliza de manera óptima las potencialidades de la herramienta multimedia seleccionada.					
Total aspectos funcionales					
Escala: 5- Totalmente 4- En su mayoría 3- Algunos aspectos 2- Deficiente 1-No cumple O RESUMEN 5 4 Aspectos psicopedagógicos					
Aspectos didácticos-curriculares					
Aspectos técnico-estéticos					
Aspectos funcionales					
TOTALES					

ANEXO N°8

Rúbrica de validación del diseño de la Estrategia Educativa por experto

ASPECTOS POR EVALUAR	5	4	3	2	1
1.Aspectos psicopedagógicos					
1.1.Se adecua a las condiciones y características de aprendizaje del estudiantado.	X				
1.2.Se adapta a necesidades o características específicas del estudiantado y sus diferentes respuestas		X			
1.3.La calidad del contenido es acorde con la profundidad requerida para el abordaje del tema	X				
1.4. El contenido es veraz, no contiene errores, sesgos u omisiones que puedan confundir.	X				
1.5. El contenido está apoyado en evidencia y argumentación lógica.	X				
1.6. Las presentaciones enfatizan ideas clave con adecuado nivel de detalle y claridad.	X				
1.7.Ofrece retroalimentación pertinente acorde con la gradación de contenidos		X			
1.8. Despierta la curiosidad y mantiene la atención y el interés de los estudiantes a lo largo de su desarrollo.		X			
1.9. Estimula el aprendizaje autónomo.	X				
1.10. Existe correspondencia entre objetivos y contenidos.	X				
1.11. Incorpora claros elementos instruccionales acorde con una adecuada y pertinente mediación pedagógica del multimedia.	X				
2.Aspectos didácticos curriculares					
2.1 Está claramente relacionado con los objetivos del currículo.	X				
2.2 Los objetivos de aprendizaje están planteados explícitamente dentro del contenido	X				
2.3 Su desarrollo tiene claridad y guarda total coincidencia con los objetivos curriculares propuestos	X				
2.4 Los recursos, contenidos, actividades de aprendizaje contribuyen con el logro de los objetivos de aprendizaje propuestos	X				

ASPECTOS POR EVALUAR	5	4	3	2	1
2.6 Incluye actividades de reforzamiento que se corrigen adecuadamente de manera inmediata automática o por el tutor.	X				
2.7 Contiene actividades de aprendizaje diversas relacionadas con situaciones reales, multimedia, interactividad, humor, drama o juegos.	X				
2.8 Hace un buen y pertinente uso de recursos audiovisuales, útiles y articulados con los objetivos de aprendizaje	X				
2.9 Incluye enlaces pertinentes acordes con la temática y los objetivos de aprendizaje	X				
Total aspectos didácticos-curriculares					
3.Aspectos técnico estéticos					
3.1 La estructura y el diseño interactivo permite un aprendizaje eficiente.		X			
3.2 Presenta un texto legible y los elementos multimedia están bien escritos y etiquetados.	X				
3.3 El aspecto del Objeto de Aprendizaje es agradable y contribuye con los objetivos de aprendizaje.	X				
3.4 La metáfora utilizada permite la mayor comprensión del tema y contribuye con la ubicación y navegación en el Objeto de Aprendizaje.	X				
3.5 Los símbolos utilizados son altamente pertinentes para la población que lo utilizará.	X				
3.6 El diseño es acorde con las posibilidades de la herramienta seleccionada.	X				
3.7 Las imágenes son nítidas, de buena calidad, se ven con claridad y coinciden con el contenido.	X				
3.8 Los audios, videos, animaciones y multimedia utilizados son pertinentes y coincidentes con la propuesta de diseño y contenido.	X				
Total aspectos técnico-estéticos					
4.Aspectos funcionales					
4.1 Se adapta a nuevas necesidades y contextos educativos por lo que tiene alto potencial de reusabilidad.	X				
4.2 Es autocontenible, el usuario tiene acceso a la totalidad de los recursos necesarios para cumplir el propósito educativo del Objeto de Aprendizaje.	X				
4.3 El diseño de la interfaz informa adecuadamente sobre cómo interactuar con el Objeto de Aprendizaje y existen instrucciones claras de uso	X				
4.4 Se adecua a diversas posibilidades de equipamiento y condiciones para la óptima utilización del multimedia.		X			
Total aspectos funcionales					
Escala: 5- Totalmente 4- En su mayoría 3- Algunos aspectos 2- Deficiente 1-No cumple					
Aspectos psicopedagógicos					
Aspectos didácticos-curriculares					

ASPECTOS POR EVALUAR	5	4	3	2	1
Aspectos técnico-estéticos					
Aspectos funcionales					
TOTALES					

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Margott Piedra Hernández, cédula de identidad N° 1-787-322, de profesión _educadora, laborando actualmente como Profesora, en la institución Universidad Estatal a Distancia, Teléfono: 8321 0761. Correo electrónico: mpiedrah@uned.ac.cr.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento de recolección de datos titulado: "Rúbrica de validación del diseño de la Estrategia Educativa por experto", para efectos de su aplicación.

Firma: _____



ANEXO N°9

Programa del curso FS0311 Laboratorio de Física General II



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE FÍSICA
CURSO FS 0311 LABORATORIO DE FÍSICA GENERAL II
PROGRAMA DEL CURSO
II CICLO – 2020

EFis Escuela de Física

0. CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

Créditos: 1
Correquisitos: FS-310 Física General II
Requisitos: FS-210 Física General I, FS-211 Laboratorio de Física General I

1. DESCRIPCIÓN GENERAL.

Los cursos introductorios de laboratorio de Física son muy adecuados para que el estudiante adquiera los principios básicos de experimentación, ya que sus contenidos permiten que las características fundamentales de la medición y la experimentación puedan ser comprendidas con mayor facilidad.

En los últimos años se ha producido un gran cambio en la práctica de la experimentación al aparecer nuevos instrumentos y principalmente, por la influencia de la computación. Pero aún es importante el entrenarse en los principios básicos que sustentan la experimentación. Dentro de la temática del curso y utilizando situaciones sencillas, se puede desarrollar habilidades en el estudiante. Esto se puede lograr mejor si se incluyen sistemas lo suficientemente simples como para ser comprensibles y permitirle de este modo, continuar más adelante con sistemas de mayor complicación.

2. OBJETIVOS

General:

Por medio de la realización de experimentos básicos permitir al estudiante comprender la aplicabilidad de la Física en el ámbito de la Ingeniería y las Ciencias Naturales.

Específicos:

- Introducir al estudiante en los principios básicos de la experimentación.
- Familiarizar al estudiante con el uso de varios instrumentos básicos de medición y sus aplicaciones.
- Contribuir con la formación del estudiante mediante la experimentación Introducir al estudiante en la presentación de informes escritos.

3. CONTENIDOS PROGRAMÁTICOS

- Fluidos
- Oscilaciones y ondas
- Termodinámica
- Electricidad



4. METODOLOGÍA:

Se le suministrará al estudiante para cada sesión de clase una guía de la práctica a desarrollar, que le permitirá implementar su habilidad experimental, la cual consiste en la colocación y uso correcto de los diferentes equipos experimentales, recolección de la información respectiva, para un posterior análisis. En cada clase se realizarán en los primeros minutos una evaluación corta, posteriormente se comentará y explicará por parte del docente la práctica a desarrollar.

Como parte del curso, se utilizará la plataforma institucional Mediación Virtual (<https://mediacionvirtual.ucr.ac.cr/>), con un *grado de virtualidad bajo*, los informes de laboratorio se entregaran vía Mediación Virtual. Esta plataforma será el medio a través del cual se trasegará toda la información oficial del curso.

NORMAS DE TRABAJO EN EL LABORATORIO

Las siguientes son las normas de laboratorio a seguir por parte de los estudiantes y de sus profesores (asistentes) en cada clase:

- La asistencia a todas las prácticas de laboratorio es obligatoria para aprobar el curso. Por lo que es necesario durante el periodo de clase conectarse a Mediación Virtual, donde quedar el registro de su asistencia a clase, o bien a la plataforma que su profesor le indique. En caso de ausencias justificadas (según la normativa institucional) se podrá reponer la práctica realizándola a otra hora, previa coordinación con su profesor, de forma que siempre quede su registro de asistencia. Dicha reposición deber efectuarse durante la misma semana de ausencia. Todos aquellos casos especiales y fuera de la norma serán atendidos por el coordinador del curso.
- El estudiante que ingrese a la plataforma de Mediación Virtual y a alguna otra plataforma indicada por su profesor, a destiempo, pierde las evaluaciones que ya se hayan efectuado, podrá solicitar la reposición de estas si presenta las evidencias que justifique su problema de conectividad.
- A todo aquel estudiante que no presente el correspondiente trabajo previo antes de iniciar una práctica, no se le permite presentar el respectivo informe de laboratorio, esto por no estar preparado para desarrollar la experiencia de laboratorio.



- No se permite por ningún motivo cambios de grupo, ni oficiales, ni extraoficiales.
- Es responsabilidad del profesor el impartir la clase del curso, en la que debe explicar cómo utilizar el equipo la simulación, y estar disponible para consultas durante todo el tiempo de clase.

5. SISTEMA DE EVALUACIÓN

Se compone de la siguiente manera:

- 20 % Pruebas escritas cortos (cantidad mínima 8)
- 10 % Trabajo previo (Para los experimentos que así lo requiera debe presentar el respectivo trabajo previo según las indicaciones dadas por su profesor)
- 20 % Trabajo en Laboratorio. (discusión y análisis de resultados durante la lección)
- 30 % Informes: (Debe presentar todos, pero solo 5 tendrán nota ponderable para el promedio final, su prof, le dará más detalles) (Ver formato en documento adjunto)
- 20 % Trabajo Final: Este consiste en el diseño de un experimento con materiales que usted dispone en su casa. Debe presentar la guía de aplicación, su respectivo informe y un pequeño video en el que se muestre la realización de dicho experimento, la duración del mismo no puede superar los 5 minutos. Puede emplear aplicaciones diseñadas para ser ejecutadas en teléfonos móviles, o bien usted puede diseñar (sin incurrir en gastos adicionales de dinero) el equipo con materiales de reciclaje o los disponibles en su casa. La temática de dicho experimento debe enmarcarse en los contenidos del curso FS 0310 Física General II. Dicho proyecto final se debe presentar en las fechas establecidas en el cronograma del curso de laboratorio. (no se permite el cambio de evaluación para ningún grupo)

6. BIBLIOGRAFÍA

LIBRO DE TEXTO:

Manual de Prácticas de Laboratorio. San José Costa Rica.
Disponible en: <https://mediacionvirtual.ucr.ac.cr/>

AA.VV , 2008 PRACTICAS DE LABORATORIO DE FÍSICA (ARIEL EDITORIAL, S.A.)

Hidalgo Moreno, Miguel Ángel 2008 Laboratorio de Física (PRENTICE HALL)

ISBN: 978-84-8322-395-6

Bloomfield, L.A., 1997. HOW THINGS WORK : The Physics of Everyday Life. (John Wiley : New York) .

7. CONSIDERACIONES GENERALES

Recuerde su deber de trabajar con calma, en silencio y

prestando atención en todo momento a lo que debe hacer usted.

Información de la coordinación:

Coordinador: Ing. Randall Figueroa Mata; Oficina 437 FM
Telf: 2511 — 6598 / 2511 — 6602
Laboratorios: 2511 — 6613 / 2511 — 5723 / 2511 — 3877
e-mail: randall.figueroa@ucr.ac.cr / rfiguero@gmail.com
Horas de consulta: L- K: 10:30 a.m. a 11:30 a.m.

8. CRONOGRAMA DE LOS CONTENIDOS

SEMANA	FECHA	PRÁCTICA
1	10-14/08/2020	Presentación / Introducción al Laboratorio
2	17-21/08/2020	Densidad y principio de Arquímedes
3	24-28/08/2020	EL péndulo simple
4	31/08/2020 04/09/2020	Ondas estacionarias en una cuerda
5	07-11/09/2020	Leyes de Charles
6	14-18/09/2020	Ley de Boyle
7	21-25/09/2020	Coefficiente de expansión térmica
8	28/09/2020 02/10/2020	Calor específico y calor latente
9	05-09/10/2020	Conductividad térmica
10	12-16/10/2020	Superficies Equipotenciales
11	19-23/10/2020	Capacitares, carga y descarga
12	26-30/08/2020	Resistencia y Ley de OHM
13	02/08/11/2020	Circuitos en serie y paralelo
14	09-13/11/2020	TRABAJO FINAL
15	16-20/11/2020	TRABAJO FINAL
16	23-27/11/2020	ENTREGA DE RESULTADOS
17	07/12/2020	Examen de Ampliación 8:00 am

DÍAS FERIADOS

LUNES 17 DE AGOSTO (DÍA DE LAS MADRES)
LUNES 14 DE SEPTIEMBRE (DÍA DE LA INDEPENDENCIA)
LUNES 30 DE NOVIEMBRE (DÍA DE LA ABOLICIÓN DEL EJERCITO)



ANEXO N°10

Cronograma

ID	Descripción	Fecha inicial	Fecha final
1	Capítulo 1		
2	Aplicar las observaciones del dictamen	20-jul-20	27-jul-20
3	Aplicar los hallazgos del Turnitin	20-jul-20	27-jul-20
4	Actualización del Marco metodológico (título y tiempo pasado)	20-jul-20	27-jul-20
5	Revisión del cronograma del trabajo de campo propuesto	20-jul-20	31-jul-20
6	Validación de instrumentos con el experto	27-jul-20	10-ago-20
7	Validación de cuestionario (prueba piloto)	27-jul-20	10-ago-20
8	Realizar correcciones a los instrumentos validados	28-jul-20	11-ago-20
9	Aplicar el instrumento al estudiantado	13-ago-20	18-ago-20
10	Aplicar el instrumento al personal docente	14-ago-20	20-ago-20
11	Aplicar el instrumento al especialista en constructivismo	14-ago-20	20-ago-20
12	Actualización del Marco metodológico (según instrumentos validados)	8-ago-20	10-ago-20
13	Avance I - Para revisión de los asesores	04-ago-20	04-ago-20
14	Mejoras al TFG según informe de asesores de Avance I	05-ago-20	31-ago-20
15	Capítulo 4 - Resultados		
16	Presentación y análisis de los resultados	04-ago-20	20-ago-20
17	Organización y análisis de los datos	17-ago-20	30-ago-20
18	Avance II Parte 1 - Resultados de la evaluación diagnóstica	1-sep-20	1-sep-20
19	Diseño de la Estrategia Educativa (Avance II, II Parte)	1-sep-20	25-sep-19
20	Avance II Parte 2 - Resultados de la evaluación diagnóstica	20-sep-20	20-sep-20
21	Implementación de la Estrategia Educativa (Avance III)	28-sep-20	10-oct-20
22	Resultados obtenidos de la implementación de la Estrategia Educativa	9-oct-20	10-oct-20
23	Avance III - Implementación y validación de la Estrategia Educativa	10-oct-20	10-oct-20
24	Capítulo 5 - Conclusiones y Recomendaciones		
25	Elaboración de Conclusiones	10-oct-20	12-oct-20
26	Elaboración de Recomendaciones	12-oct-20	12-oct-20
27	Alcances y limitaciones (Analizar)	12-oct-20	14-oct-20
28	Revisión de referencias, anexos, páginas preliminares	13-oct-20	14-oct-20
29	Revisión de correcciones y mejoras pendientes	13-oct-20	14-oct-20
30	Avance IV	15-oct-20	15-oct-20
31	Ajuste al avance IV	16-oct-20	29-oct-20
32	Entrega del Trabajo Final de Graduación	2-nov-20	2-nov-20
33	Incorporación de recomendaciones y ensayos para la defensa	09-nov-20	23-nov-20

