



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

EVALUACIÓN DE IMPACTO DEL MODELO CLASE INVERTIDA EN APLICACIÓN  
EN CURSO DE INGENIERÍA Y CIENCIAS

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

FRANCO ISAAC VARGAS BOBADILLA

PROFESOR GUÍA:  
SERGIO CELIS GUZMÁN

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
CLAUDIO ORSINI GUIDUGLI  
CAROLINA MATHESON ARGOMEDO

SANTIAGO DE CHILE  
2018

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR  
AL TÍTULO DE: INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL  
POR: FRANCO VARGAS BOBADILLA  
FECHA: 07/03/2018  
PROFESOR GUÍA: SERGIO CELIS GUZMÁN**

## **EVALUACIÓN DE IMPACTO DEL MODELO CLASE INVERTIDA EN APLICACIÓN EN CURSO DE INGENIERÍA Y CIENCIAS**

Clase Invertida corresponde a un modelo educativo cuyo inicio data del año 2007, el cual entrega contenidos fuera de la sala clases mediante videos, liberando el tiempo en sala para actividades de aprendizaje activo y cooperativo. Así, se da paso a una enseñanza más personalizada. El trabajo de título busca medir la efectividad del modelo en el contexto chileno, analizando su aplicación en el curso Electromagnetismo Aplicado, dictado en el primer semestre de la especialidad de Ingeniería Civil Eléctrica de la Universidad de Chile. Se usaron herramientas cualitativas y cuantitativas de investigación tales como grupos focales, entrevistas semi-estructuradas, encuestas de percepción y análisis de rendimientos históricos, para evaluar el aprendizaje de los alumnos en el caso de estudio, encontrar factores de éxito para la aplicación del modelo y realizar recomendaciones para futuras implementaciones.

Los resultados indican un mayor aprendizaje percibido por los alumnos y una alta valoración por los videos y las dinámicas de retroalimentación y de trabajo en grupo. Sin embargo, los hallazgos muestran 2 grandes complejidades en la implementación del modelo: En primer lugar, el modelo de clase invertida implica una alta carga horaria. En segundo lugar, la implementación no logró que el aprendizaje teórico logrado pudiera ser aplicado en ejercicios prácticos y evaluaciones. Otro resultado importante corresponde a la presencia de un grupo marcado de estudiantes resistentes al modelo, lo que se asocia al cambio de paradigma en que el profesor deja de ser la fuente de contenidos y la revisión de estos pasa a ser personal y en tiempos fuera del horario de clases. Para contrarrestar estos efectos, las propuestas apuntan a coordinar de mejor forma los recursos del modelo, integrando de forma directa el trabajo previo a la sala de clases, a lo realizado en ella. También, liberar tiempo de sesiones presenciales y reordenar las evaluaciones, de tal forma de aumentar instancias de retroalimentación y lograr que los alumnos vean resultados concretos del aprendizaje que perciben, procurando incentivar que la figura del docente sea vista ahora como un guía dentro del proceso de aprendizaje.

# AGRADECIMIENTOS

Con la palabra *gracias*, los primeros que vienen a mi mente son mi familia. Agradezco a mi madre Paulina Bobadilla por darme la vida, enseñarme de la nobleza y de la responsabilidad en todo camino que comience. A mi padre Armando Vargas, por mostrarme que la felicidad está en uno mismo y que nada vale la pena si no se disfruta el proceso. Por último, a mi hermana Macarena Vargas, por enseñarme a dar amor sin importar nada.

A mis amigos de la vida, aquellos que desde siempre han estado y que sin importar el tiempo siguen estando ahí: Gabriel, Pedro, Nico J., Simón, Vale S., Coni, Pachi, Sergio, Diego, Gabi F y tantos otros.

A mi familia universitaria, Men, Nico, Daniel, Pancho, Pipe, Camilo, Michelle, Cata V, Pepe, Ferrer y tantos más quienes entre un tabaco, un almuerzo, un trabajo o un abrazo aportaron a que hoy esté acá terminando mi carrera con amigos para toda la vida.

A Sergio Celis por darme la oportunidad de trabajar con él en esta investigación y por la confianza en que a pesar de las complejidades del proceso lograría un buen trabajo. Junto a él, otros profesores y maestros con los que trabajé y aportaron en mi proceso de transformarme en ingeniero: Carlos Vignolo, Sebastián Balmaceda, Fernando Brierley y Guido Pierattini.

Finalmente, a todas las personas que fueron parte de este camino, que, si bien algunos no están hoy junto a mí por diferentes razones, aportaron a que hoy sea quien soy.

A todos quienes fueron parte de este gran camino que es la universidad, muchas gracias.

# TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
2.1. JUSTIFICACIÓN.....	3
2.1.1. PLATAFORMA WEB DE GESTIÓN DE CLASE INVERTIDA: FLIP .....	5
2.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	6
2.3. OBJETIVO GENERAL .....	6
2.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
2.5. ALCANCES.....	7
3. MARCO CONCEPTUAL .....	8
3.1. MODELO PEDAGÓGICO CLASE INVERTIDA .....	8
3.1.1. ANTECEDENTES .....	8
3.1.2. DEFINICIÓN .....	9
3.1.3. TEORÍAS PEDAGÓGICAS DE BASE .....	10
3.2. CARACTERIZACIÓN MODELO CLASE INVERTIDA .....	12
3.2.1. PILARES DE LA CLASE INVERTIDA.....	12
3.2.2. APLICACIONES Y VARIACIONES .....	13
3.3. EVALUACIÓN DEL MODELO.....	14
3.3.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MODELO.....	14
3.3.2. RESULTADOS ACADÉMICOS OBTENIDOS .....	19
3.4. RECOPIACIÓN DE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN MODELO CI...21	
3.4.1. EVALUACIONES DE PERCEPCIÓN.....	21
3.4.2. EVALUACIONES DE EFECTIVIDAD DE APRENDIZAJE .....	23
3.5. CONCLUSIONES DE LA REVISIÓN LITERARIA Y LINEAS PARA LA EVALUACIÓN.....	25
4. METODOLOGÍA CASO DE APLICACIÓN: ELECTROMAGNETISMO APLICADO – UNIVERSIDAD DE CHILE.....	27
4.1. DISEÑO DEL CURSO .....	27

4.2. POBLACIÓN .....	31
4.3. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	32
4.3.1. OBSERVACIÓN DE CAMPO .....	32
4.3.2. ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA .....	32
4.3.3. GRUPOS FOCALES .....	33
4.3.4. ENCUESTA DE PERCEPCIÓN.....	33
4.3.5. DATOS DE USO VIDEOS.....	34
4.3.6. DATOS ACADÉMICOS.....	34
4.4. TRATAMIENTO DE LOS DATOS .....	35
4.4.1. DATOS DE OBSERVACIÓN DE CAMPO, ENTREVISTA Y FOCUS GROUP .....	35
4.4.2. DATOS ENCUESTA DE PERCEPCIÓN.....	35
4.4.3. DATOS USO VIDEOS.....	37
4.5. ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	37
4.5.1. ANÁLISIS CUALITATIVO .....	37
4.5.2. ANÁLISIS ENCUESTA DE PERCEPCIÓN .....	37
4.5.3. ANÁLISIS RENDIMIENTO ACADÉMICO .....	38
4.5.4. ANÁLISIS CONJUNTO Y ELABORACIÓN DE RECOMENDACIONES	38
5. RESULTADOS .....	40
5.1. RESULTADOS ANÁLISIS CUALITATIVO .....	40
5.1.1. EVALUACIÓN PROFESOR .....	40
5.1.2. HALLAZGOS FOCUS GROUP ESTUDIANTES .....	45
5.2. RESULTADOS ENCUESTA DE PERCEPCIÓN.....	65
5.2.1. ANÁLISIS EXPLORATORIO .....	65
5.2.2. MODELOS MULTIVARIADOS.....	70
5.2.3. ANÁLISIS FACTORIAL CONFIRMATORIO DE ATRIBUTOS EVALUADOS POR ESTUDIANTES .....	72
5.3. RESULTADOS RENDIMIENTO ACADÉMICO .....	75
5.3.1. COMPARACIÓN RENDIMIENTOS HISTÓRICOS .....	75
5.3.2. REGRESIÓN LINEAL PARA ANÁLISIS DE GRUPOS .....	78
5.3.3. ESTUDIO TRABAJO CON VIDEOS.....	80

6.	ANÁLISIS CONJUNTO DE RESULTADOS .....	83
6.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS ENCUESTA DE PERCEPCIÓN .....	83
6.1.1.	ETAPA PREVIA A LA SESIÓN PRESENCIAL .....	83
6.1.2.	ETAPA PRESENCIAL .....	86
6.1.3.	METODOLOGÍA E IMPLEMENTACIÓN DE CI .....	88
6.2.	ANÁLISIS RESULTADOS ACADÉMICOS .....	91
7.	DISCUSIÓN GENERAL DE RESULTADOS .....	95
8.	RECOMENDACIONES .....	99
8.1.	RECOMENDACIONES ESTUDIANTES.....	99
8.2.	RECOMENDACIONES DEL INVESTIGADOR .....	102
8.2.1.	TRABAJO PREVIO INTENCIONADO HACIA EL TRABAJO EN CLASES Y CUESTIONARIO DE RESPUESTA DIRECTA.....	102
8.2.2.	REPASO EN CLASES CON ENFOQUE EN EL CUESTIONARIO MÁS QUE EN LOS VIDEOS .....	103
8.2.3.	ELIMINACIÓN DE ESPACIOS COMO SESIONES AUXILIARES QUE NO SE CONDICEN CON LA METODOLOGÍA .....	104
8.2.4.	REPLANTEAMIENTO DE EVALUACIONES Y TIEMPOS DENTRO DEL CURSO .....	105
9.	CONCLUSIONES.....	107
10.	BIBLIOGRAFÍA .....	112
11.	ANEXOS.....	116

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen de ventajas encontradas en estudios publicados de Clase Invertida .....	18
Tabla 2: Resumen de desventajas encontradas en estudios publicados de Clase Invertida .....	19
Tabla 3: Datos recopilados de estudiantes caso de aplicación .....	35
Tabla 4: Tipos de escala encuesta de percepción .....	36
Tabla 5: Estadísticos descriptivos encuesta de percepción.....	65
Tabla 6: Cálculo de correlaciones para preguntas encuesta de percepción...67	
Tabla 7: Comparación de resultados encuesta percepción segmentado por clusters encontrados .....	71
Tabla 8: Análisis factorial de atributos correspondientes a la etapa de trabajo previa a la sala de clases .....	73
Tabla 9: Análisis factorial de atributos correspondiente a la etapa de trabajo en sala .....	73
Tabla 10: Análisis factorial de atributos correspondiente a la evaluación general del modelo CI .....	74
Tabla 11: Análisis factorial de variables enfocadas a la medición de aporte al aprendizaje de los atributos del modelo.....	75
Tabla 12: Análisis factorial de variables enfocadas a la medición de comodidad/preferencia de los atributos del modelo.....	75
Tabla 13: Resumen rendimientos académicos por semestre .....	76
Tabla 14: Resumen rendimientos académicos por semestre .....	77
Tabla 15: Comparación de resultados académicos segmentado por promedio plan común.....	78
Tabla 16: Cálculo de regresiones lineales para evaluaciones comparadas y nota final del curso .....	79
Tabla 17: Cálculo de correlaciones entre tiempo de permanencia en plataforma Flip y principales resultados académicos .....	81

# ÍNDICE DE IMÁGENES Y GRÁFICOS

Imagen 1: Comparación de videos realizados por Flip y por el profesor .....	29
Imagen 2: Ejemplo pregunta de cuestionario on-line .....	30
Imagen 3: Ejercicio tipo trabajado en clase.....	31
Imagen 4: Mapa conceptual de hallazgos focus group .....	64
Gráfico 1: Histograma de cantidad de alumnos y sus minutos en plataforma para visualización de videos.....	80
Gráfico 2: Dispersión de notas examen respecto al tiempo que los estudiantes estuvieron viendo videos. ....	81
Gráficos 3: Dispersión de promedio notas control 1 y 2 respecto al tiempo que los estudiantes estuvieron viendo videos .....	82
Gráfico 4: Tabla acumulada de respuestas para preguntas referentes al trabajo con videos .....	85
Gráfico 5: Tabla acumulada de respuestas para preguntas referentes a los cuestionarios en línea. ....	85
Gráfico 6: Tabla acumulada de respuestas para preguntas referentes los recursos trabajados en clases .....	87
Gráfico 7: Tabla acumulada de respuestas para preguntas referentes a las interacciones dentro de la sala de clases .....	87
Gráfico 8: Tabla acumulada de respuestas para preguntas referentes a la evaluación de ítems generales de la implementación .....	90
Gráfico 9: Tabla acumulada de respuestas para preguntas referentes a la evaluación del modelo CI.....	91
Gráfico 10: Notas promedio del control 1 y 2 y examen para semestres 2016-1 y 2017-1. ....	92
Gráfico 11: Notas promedio del control 1 y 2 y examen para semestres 2016-1 y 2017-1 .....	93



# 1. INTRODUCCIÓN

*"El efecto que tiene la clase normal es aburrimiento total (...) Poca motivación, la mayoría de los estudiantes andan completamente perdidos en la clase porque no están al día con el tema" - Profesor Patricio Mena.*

La cita expuesta anteriormente corresponde al profesor Patricio Mena, docente encargado de la sección uno de Electromagnetismo Aplicado de la carrera de Ingeniería Civil Eléctrica de la Universidad de Chile. Esta fue obtenida al entrevistar al profesor por sus motivaciones por aplicar la metodología *Clase Invertida* en el mencionado curso, el cual lleva más de 2 años dictando. Las tendencias actuales en educación apuntan a hacerse cargo de estas problemáticas mediante el uso de tecnologías que brindan cada vez mayores oportunidades. La base de esto se encuentra en la personalización, como lo postulase Sir Ken Robinson<sup>1</sup>: *"La educación debería adaptarse a cada zona y personalizarse a los estudiantes a los que se está enseñando"*.

Dentro de esta corriente se encuentra la Clase Invertida, modelo pedagógico definido como tal por primera vez por Jonathan Bergmann y Aaron Sams el año 2007 y que a la fecha a tenido varias acepciones. La llamada *Flipped Classroom*, para efectos de este trabajo de título, se considerará una metodología educacional en que se traslada la entrega de contenido fuera de la sala de clases a través de herramientas multimedia y web, mientras que la sesión presencial se utiliza para trabajo con actividades de aprendizajes centrado en el estudiante. Junto a esto, se debe considerar el hecho de que el profesor pasa de ser quien entrega la información a un guía para los alumnos.

Por su parte, el curso Electromagnetismo Aplicado corresponde al primer ramo de la especialidad de Ingeniería Eléctrica, posterior a dos años de cursos comunes para los estudiantes de las ingenierías impartidas por la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Es considerado un ramo de alta complejidad, sustentado principalmente en que el índice de reprobación promedio de las dos versiones del curso realizadas por el profesor durante el año 2016 es de un 46%. Esto, dentro de muchos otros factores,

---

<sup>1</sup> Entrevista realizada y traducida por el Blog de educación *Tiching* el año 2013, obtenida de <http://blog.tiching.com/sir-ken-robinson-las-tecnologias-pueden-ayudar-revolucionar-la-educacion/>

motivó la aplicación del modelo Clase Invertida en el curso, lo que entregó la oportunidad de realizar una medición del impacto que tiene dicha metodología en los rendimientos y percepciones de los estudiantes y entregar así nuevos indicadores de su efectividad en un contexto nacional, donde se considera baja la presencia de casos aplicados y más aún a de estudios respecto a la metodología.

Mediante herramientas de investigación cualitativas y cuantitativas, se busca encontrar las principales repercusiones que tiene la implementación de este modelo en estudiantes y profesores, así como definir cuáles de los atributos de la *Clase Invertida* resultan de mayor aporte al aprendizaje de los estudiantes. Finalmente, es importante notar que la muestra del estudio no permite hacer una extrapolación de los resultados a la totalidad de estudiantes de Ingeniería y Ciencias, pero si entregar nuevos indicadores y aportar a un proceso de mejoramiento continuo en la implementación de nuevas herramientas y recursos pedagógicos.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.1. JUSTIFICACIÓN

El modelo pedagógico Clase Invertida (CI) ha representado un movimiento global de amplio alcance (Ver sección 3). Con su explosión en los años 2009-2010, se comenzaron a desarrollar una serie de estudios para evaluarla y, más importante aún, definirla. La creación de organizaciones para fomentar su uso ha aportado en su expansión, a través de investigación, manifiestos y cursos que certifican la metodología, elementos que dan indicios de cierta "madurez" del modelo.

Las características de la metodología y las ventajas que lleva al aula han motivado su aplicación en diferentes áreas del conocimiento, pero sobre todo en materias relacionadas a la ingeniería, ciencias y matemáticas, lo que se asocia principalmente a que en estas disciplinas se inició su implementación (ver sección 3.1.1). Es ahí donde los autores han vislumbrado las dificultades que tiene el modelo tradicional en dichas materias y que motivan la aplicación del modelo, como lo son el aburrimiento y desmotivación de los alumnos, entre otras, así como donde se alcanzan muy buenos resultados. Estas mejoras repercuten principalmente en cambios de prácticas de los estudiantes y profesores, motivación y, en definitiva, el aprendizaje (mostrado generalmente como mejoras en el rendimiento académico), lo que se puede observar en detalle en la sección 3.3 y 3.4.

La expansión del modelo se ha realizado sobre todo en EE. UU. y Europa, lugares donde se han desarrollado organizaciones de investigación y apoyo a la metodología: [Flippedlearning.org](http://Flippedlearning.org), [flippedclassroom.es](http://flippedclassroom.es) y la flipped learning global initiative (FLGI). De esta última, se pueden obtener indicadores del alcance que está teniendo la metodología, ya que en solo un año desde su fundación (junio 2016 a junio 2017) [17] llegó a más de 2.500 profesores con sus capacitaciones on-line en clase invertida y presentó sus investigaciones en 15 países, dentro de los que están Estados Unidos, China, Italia, España, México, Argentina e Irán, demostrando que su alcance es global.

A partir de esto, surge la necesidad de evaluar el aporte de aplicar CI, ya que actualmente existen estudios de CI enfocados en las notas de los alumnos (tasas de aprobación, promedios generales, etc.) y la satisfacción de los

actores del proceso educativo, pero que son específicos a contextos estudiantiles diferentes al chileno.

La justificación de esta necesidad y de por qué no se ha satisfecho a la fecha se puede asociar a las siguientes causas:

- 1) Metodología "nueva", la cual lleva solo 5 a 7 años desde su boom en los continentes de Europa y América del Norte, lo que se puede observar en los manifiestos de las organizaciones asociadas (Hamdan et. al para flipped learning network (2013)) por lo que el modelo y su implementación no ha logrado un nivel de maduración que asegure una universalidad de sus atributos.
- 2) Baja penetración en instituciones chilenas trabajando con la metodología, aún más de quienes lo hacen como un programa institucional. Se hallaron ejemplos de implementación en cursos particulares de la Facultad de Economía y Negocios, en la Universidad Santo Tomás (Faúndez et. al (2016)), además del Colegio Mayor única institución educativa del país cuyo plan educativo se basa en CI.
- 3) A nivel más macro, la definición del modelo es aún difusa, no estando "estandarizado" y aterrizado, dificultando así su implementación por quienes tomen la iniciativa de hacerlo. Esto se sustenta en diferencias encontradas en la bibliografía respecto a su definición, donde, por ejemplo, en algunos se restringe solo al uso de videos (Bishop & Verleger (2013)) o se deja abierto al uso de cualquier recurso (Yarbro et al. (2014) para flippedlearning.org).

En definitiva, esta tesis busca ser un aporte a la definición del modelo educativo debido a los pocos años que lleva desde su creación, junto con entregar nuevos indicadores de su efectividad, sobre todo en el contexto chileno, donde se está poco a poco masificando su implementación.

La no realización de este tipo de trabajos implica un riesgo para la institución educativa involucrada, ya que el aplicar estos cambios en los procesos educativos sin evaluarlo de forma acabada en cuanto a los costos que conlleva y el contexto diferente al que ha sido de una u otro forma testeado, puede implicar problemas de implementación y no obtener buenos resultados. Más

aún, basar la migración hacia esta metodología en Chile a partir de estudios y resultados en otros contextos educativos puede ser incluso un error debido las características socio-culturales de la población chilena.

En un contexto más amplio, se incluyen también profesores e instituciones educativas en su conjunto, sobre todo las de nivel nacional, ya que el trabajo a realizar entregará nuevos indicadores de efectividad del modelo en la realidad chilena.

#### 2.1.1. PLATAFORMA WEB DE GESTIÓN DE CLASE INVERTIDA: FLIP

Flip corresponde a una plataforma web de servicios cuyo funcionamiento se basa en gestionar los distintos elementos asociados a una Clase Invertida. Esta fue fundada el año 2016 por Guido Pierattini y Miguel Angel Cornejo, Ingenieros Civiles Industriales de la Universidad de Chile dedicados a la educación y desarrollo web.

En líneas generales, los servicios que incluye son:

- 1) Crear "cursos" en la nube donde cada estudiante tiene su usuario personal con el que puede revisar los videos que el profesor publique en la plataforma.
- 2) Entregar indicadores del trabajo de cada integrante del curso, incluyendo el registrar el porcentaje de visualización de cada video y de interacción general con ellos. Junto con esto, incluir cuestionarios de revisión automática durante el video y posterior a él a modo de pruebas on-line. Toda esta información está disponible en tiempo real para el profesor con gráficos y tablas, a la vez de ser descargable para mayor análisis.
- 3) Se incluye también el servicio de asesoría en diseño e implementación del modelo Clase Invertida con un profesional a cargo del área pedagógica de la compañía, quién brinda apoyo entregando materiales tanto para el trabajo en clase como para videos.
- 4) Finalmente, también cuenta con profesionales y equipamiento en el área audiovisual para grabar y editar videos en calidad profesional para poder

transformar una clase tradicional (entrega de contenidos dentro de la sala) hacia una en modalidad invertida.

Resulta importante tener claro el funcionamiento de la plataforma pues es a través de ella que se gestionó el caso de estudio. Si bien ellos pueden verse beneficiados del trabajo y por los objetivos que este tiene (ver sección 2.3 y 2.4), las evaluaciones a realizar son completamente independientes pues son supervisadas por el área de investigación en educación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

## 2.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Frente a lo definido dentro de la justificación como necesidad de un estudio sobre efectividad de CI en casos chilenos, se proponen las siguientes preguntas de investigación que se pretenden responder con el presente estudio:

- 1) ¿Qué oportunidades de enseñanza brinda el modelo CI para el caso de estudio?
- 2) ¿Cuáles son las repercusiones que tiene el cambio de un modelo tradicional hacia CI en profesores y estudiantes?
- 3) ¿Cuáles son los atributos del modelo CI que más aportan al aprendizaje de los estudiantes?
- 4) ¿Es la metodología CI efectiva en el aprendizaje de los estudiantes del curso en estudio?

Para abordarlas, se plantea una metodología detallada en la sección 4 y 5 y que se basa en evaluaciones cualitativas y cuantitativas.

## 2.3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el impacto en estudiantes y profesores del uso del modelo pedagógico Clase Invertida en un caso de estudio a nivel universitario de ingeniería y

ciencias, con el fin de aportar en la definición del modelo, con nuevos indicadores de eficiencia y que permitan definir factores de éxito para su implementación en el contexto chileno.

## 2.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Identificar un modelo de evaluación del modelo CI.
- 2) Medir impacto del modelo y sus atributos tanto en el nivel de aprendizajes y prácticas de los estudiantes, así como en las oportunidades de enseñanza del modelo en profesores.
- 3) Identificar factores de éxito/fracaso en la implementación del modelo CI.
- 4) Elaborar recomendaciones de implementación a profesores e instituciones. Esto, con el fin de entregar nuevos antecedentes para su perfeccionamiento en el contexto de cada centro educacional.

## 2.5. ALCANCES

Los alcances del estudio se definen por:

- Identificar un método de evaluación dentro de la bibliografía pertinente.
- Realizar la medición en un curso particular sin ser este representante del amplio contexto nacional.
- Evaluar aprendizaje como comparación a data histórica y no con grupos de control.
- Evaluar de forma cualitativa lo que se definió como impacto en los objetivos del profesor
- Recomendar prácticas para mejorar la implementación en el contexto dentro del que se enmarca el caso de estudio.

## 3. MARCO CONCEPTUAL

### 3.1. MODELO PEDAGÓGICO CLASE INVERTIDA

#### 3.1.1. ANTECEDENTES

Flipped Classroom o Clase Invertida corresponde a un modelo pedagógico que se enmarca en un amplio proceso de innovación educacional que se dio inicio con la inclusión de las nuevas tecnologías en el proceso educativo.

Este proceso data de años, donde, como recopilan Bishop y Verleger (2013), un primer paso se le puede atribuir al MIT y su lanzamiento de los cursos masivos on-line el año 2002 [36]. El Open Course Ware (OCW) contó con 50 cursos que se impartían de forma gratuita, aprovechando el internet como herramienta de aprendizaje. La revolución de los videos vendría a continuación, cuando Salman Khan lanza Khan Academy el 2009 [45], reconocida página web que brinda apoyo a estudiantes en el estudio de diversas materias, a través de videos, ejercicios y seguimiento en línea. El mismo año surge en la región latinoamericana la iniciativa Julio Alberto Ríos o "JulioProfe" [35], Ingeniero y Profesor colombiano quién se unió a la revolución de los videos siendo docente en la universidad creando contenido abierto a todo público lo que lo llevó a ser un referente en dicha área. Actualmente cuenta con más de dos millones de seguidores en su canal de youtube donde ya cuenta con 990 videos.

Posteriormente continuaría la creación de diversas plataformas uniéndose a esta innovación, dentro de las que destacan Udacity [47], fundada por Sebastian Thrun y Peter Norvig el 2011 y Coursera [12], lanzado el 2012 por Daphne Koller y Andrew Ng. De ahí en más, las universidades se fueron uniendo a este movimiento hasta que Harvard se uniera a la pionera MIT fundando EdX [15] el 2012, plataforma que cuenta con cursos provenientes de alrededor de 90 países, siendo su principal diferenciación el hecho de entregar acceso gratis a cursos en línea.

Este proceso, se unió al diagnóstico que los profesores Jonathan Bergmann y Aaron Sams desarrollaron en torno a un sistema educativo tradicional donde las clases presenciales se centran en la entrega de conocimientos para un



posterior trabajo individual de los alumnos mediante tareas y ejercicios, para que el profesor finalmente recogiera dicho trabajo, respondiendo algunas de las muchas preguntas que podían quedar en los alumnos. Con esto, el ausentarse a clases y perderse la entrega de contenido por parte de los estudiantes los motivó a grabar clases y reformular el proceso educativo enviando el contenido en digital para trabajar en forma presencial con ellos, lo que los llevó a fundar este modelo educativo llamado Clase Invertida [23].

### 3.1.2. DEFINICIÓN

Para definir el modelo pedagógico, resulta importante diferenciar lo que se ha declarado en organizaciones y referentes, versus lo que en la práctica ha significado su implementación. En esta línea, quienes son reconocidos como los pioneros del modelo CI son Jonathan Bergmann y Aaron Sams. Estos profesores de Química de la secundaria Woodland Park, Colorado, innovaron en la forma de hacer sus clases: Durante el año 2007 comenzaron a registrar sus clases con un software de grabación y enviarlas vía internet a sus estudiantes, en una escuela caracterizada por estar aislada en una zona rural del mencionado estado.

Al notar los buenos resultados en motivación, participación y rendimiento, los profesores decidieron relatar su experiencia en el libro *"Flipped your classroom: reach every student in every class every day"*, al mismo tiempo que fundaron la organización The Flipped learning Network el año 2012. Esta sociedad se enfocó en difundir la metodología, incluyendo dentro de sus acciones la creación de un manifiesto el año 2013 [23] que, apoyado en una revisión literaria extendida del 2014 [49], entrega una primera definición o una aproximación de lo que implica CI: "En el modelo Clase invertida, los profesores redirigen la entrega de información fuera del espacio de aprendizaje grupal hacia uno individual con la ayuda de una o varias tecnologías". Si embargo, estas palabras resultan en la práctica muy amplias para lo que en efecto ha implicado la implementación del modelo.

Variados casos [2, 16, 21, 27, 32, 46] llevan a la práctica la metodología, que, si bien varía en muchos aspectos en su ejecución, coinciden en que la forma de trasladar el contenido fuera de la sala de clases se realiza a través de videos explicativos, que pueden ser de distintas fuentes (profesores que se graban o videos de fuentes externas), pero que, en definitiva, implica material

audiovisual para la entrega de contenido. Junto a ellos, test y cuestionarios webs que complementan, en la mayoría de los casos, a los videos.

Por otro lado, el espacio liberado en la sala de clases no debe ser abordado de cualquier forma. En estos casos, el objetivo es que contenga actividades de aprendizaje activo [41], en donde diversas metodologías se conjugan. El resultado final varía en cuanto al diseño específico, pero decantan en métodos de aprendizaje centrado en el estudiante [6].

Es así como, para efectos de este trabajo de título, la definición utilizada se acerca más a la entregada por Bishop y Verleger (2013) y corresponde a una metodología educacional en que se traslada la entrega de contenido fuera de la sala de clases a través de herramientas multimedia y web, mientras que la sesión presencial se utiliza para trabajo con actividades de aprendizajes centrado en el estudiante. Junto a esto, se debe considerar el hecho de que el profesor pasa de ser quien entrega la información a un guía para los alumnos.

### 3.1.3. TEORÍAS PEDAGÓGICAS DE BASE

Si bien se define el año 2007 como el inicio de la CI, esta se basa en diversos modelos y teorías anteriores que tienen sus bases en moverse del aprendizaje centrado en el profesor, poniendo en el centro del proceso al estudiante.

Importante en esto es mirar las teorías de constructivismo aplicado a la educación. Como postula Jones y Brader-Araje (2002), la teoría constructivista social de Vygotsky (1978) ha sido una, sino la de mayor impacto en las nuevas corrientes educativas. Esto, debido principalmente al cambio de paradigma que genera respecto del aprendizaje entendiéndolo como un proceso más que un resultado, siendo este una construcción en base a las características del individuo. El lenguaje y la comunicación son entonces los espacios en donde el aprender se produce, dando espacio a técnicas de trabajo colaborativo. La pedagogía constructivista que expone Doolittle (1999) hacia la educación en línea, propone principios que debiesen regir estos modelos, en base principalmente a tomar en consideración el *background* de cada estudiante (habilidades e historia), tener un profesor que funcione más bien como guía que incentiva ambientes de negociación, mediación, con exposición a distintos puntos de vista y que se enfoquen hacia la realidad, para así procurar que se

construyan como estudiantes más conscientes del conocimiento que adquieren. Es ahí donde la tecnología toma especial relevancia, como postula Tam (2000), la utilización de las herramientas digitales y tecnológicas es vital en dos aspectos: facilitar el acceso a contenido fomentando la autonomía y ser intermediario que fomenta el relacionamiento de los participantes, siendo esto último vinculado principalmente hacia contextos de aprendizaje a distancia.

Dentro del nuevo diseño de clases centradas en el estudiante, se hace relevante revisar los estudios de Hannafin y Land (1997) en donde se muestra el avance tecnológico como facilitador del desarrollo de esta metodología permitiendo que el estudiante pueda revisar materias por sí mismo, brindándole la oportunidad de obtener interpretaciones propias, pudiendo así sobrepasar las barreras de la educación tradicional directa en donde recibe información del profesor con interpretaciones narradas e impuestas.

En el desarrollo del modelo CI resulta importante notar la teoría de aprendizaje activo, que, de acuerdo con Prince (2004), se puede definir como una técnica metodológica en que el estudiante se involucra en su proceso de aprendizaje mediante actividades prácticas principalmente en la sala de clases y que le permiten ir tomando conciencia de lo que está aprendiendo. Se le diferencia de las clases tradicionales principalmente porque en esta última, el alumno es un actor pasivo que recibe información del profesor. Prince también nombra dentro de esta corriente técnicas instruccionales que se relacionan directamente con el aprendizaje activo y que por lo tanto presentan antecedentes del modelo CI. Es así como se encuentran metodologías colaborativas que se basan o definen como el aprendizaje obtenido del trabajo en grupos autónomos persiguiendo un objetivo común, en las que Brufee (1987) menciona aplicaciones en áreas del conocimiento como medicina, gestión de negocios y matemáticas. Se encuentran también las definidas como cooperativas (Jhonson et al (1998)) entendidas como grupos de trabajo con metas en común pero cuyo aprendizaje es evaluado de forma individual.

Más en lo concreto, un modelo que se puede considerar precursor de CI es el implementado por Eric Mazur, quién a partir de los años 90' comenzó a introducir una nueva metodología llamada Peer Instruction [13], en la que, durante las clases presenciales en sus ramos de física, los estudiantes se dedican a discutir casos y responder preguntas propuestas en grupos, incentivando que los pares que tienen mayor entendimiento de los contenidos apoyen el aprendizaje de sus compañeros. Mazur concluye que para aumentar

la efectividad en el aprendizaje con estos ejercicios se debía liberar el espacio presencial, para lo que el material a cubrir debía ser revisado de forma previa, tema que resolvió con lecturas previas a cada sesión. Para esto, la motivación que se requiere crear en los estudiantes para revisar de buena forma el material tomó gran importancia dentro del diseño.

Por último, ya en 2002, se encontraban “clases invertidas” como la desarrollada por Foertsch et al. (2002) quién en un curso de ciencias de la computación en ingeniería diseñó una implementación en que, mediante un software de desarrollo propio, facilitaba a sus estudiantes videos para ser vistos antes de clases y así liberar el tiempo cara-a-cara. Los resultados reportaron un aumento significativo en la evaluación por parte de los estudiantes en ítems como relación con el profesor y utilidad de las clases presenciales.

## 3.2. CARACTERIZACIÓN MODELO CLASE INVERTIDA

Se presentan a continuación los elementos constituyentes del modelo y que corresponden a las principales características de su implementación. En definitiva, se busca definir lo que en la práctica significa aplicar el modelo CI en un curso.

### 3.2.1. PILARES DE LA CLASE INVERTIDA

Para entrar más en detalle de lo que significa implementar una clase invertida, resulta útil revisar los 4 pilares de Clase Invertida publicados por la Flippedlearning.org [38]. Cabe destacar que esta es la primera organización fundada por los ya mencionados “pioneros” del modelo (Bergmann y Sams) y que por lo tanto adquiere particular validez en sus publicaciones, las que se enfocan en dar apoyo y recursos a los profesores que quieran adoptar la metodología. Estos pilares corresponden a lo que ellos denominan la base de la implementación del modelo ya que entregan las direcciones de cómo se debe desarrollar una clase:

- 1) Ambiente Flexible: El modelo permite variedad en modos de aprendizaje. Cuando se libera el espacio en sala, el profesor permite que los estudiantes mantengan su propio ritmo y revisen el material de forma independiente de

forma de ellos elegir cuando aprender. Con esto, los profesores son flexibles en los tiempos y con las evaluaciones que realizan.

- 2) Cultura de aprendizaje: Al pasar a un modelo de enseñanza centrado en el alumno, los estudiantes se ven envueltos en un medio de construcción de aprendizaje activo mientras participan y evalúan por sí mismos su aprendizaje, haciéndolo significativo de forma individual.
- 3) Contenido intencional: Cuando los profesores diseñan sus “clases invertidas”, se enfocan en cómo aportar al entendimiento conceptual y la fluidez del proceso. Es así como determinan la materia que deben enseñar y que cosas los estudiantes deben revisar por sí mismos. Es ahí donde se “intenciona” el contenido para maximizar el tiempo en sala con las actividades de aprendizaje activo centrado en el alumno.
- 4) Educador profesional: Si bien los profesores dejan de tener un rol protagónico en la entrega de contenidos, su participación en la sala de clases pasa a ser clave en la construcción del aprendizaje. La observación, retroalimentación y evaluación constante de los alumnos es primordial, así como tomar una actitud reflexiva entorno a sus prácticas, mantienen conversaciones con sus pares para mejorar sus clases, aceptan críticas constructivas y están dispuestos a aceptar un “caos controlado” dentro de la sala de clases. El educador profesional toma un trabajo menos visible pero esencial que permite que el aprendizaje inverso ocurra.

### 3.2.2. APLICACIONES Y VARIACIONES

Es así como las aplicaciones del modelo han sido variadas, siguiendo las premisas mostradas en la sección anterior. Resulta relevante estudiar como las distintas definiciones de la metodología, así como estas directrices entregadas en las organizaciones que impulsan la CI generan distintas dinámicas a la hora de llevar a cabo su aplicabilidad.

Dentro de los primeros casos de estudio se encuentra lo hecho por Strayer (2012), quien hace énfasis en la necesidad de acoplar y lograr una conversación entre las actividades on-line con las realizadas en sala para

obtener así un aprendizaje consolidado en el estudiante. Con esto, el poder mantener un diseño a lo largo del curso, que dentro de una clase puede no ser notorio y complicar a algunos estudiantes, pero que a medida que se desarrolla el trabajo permita observar lo aprendido tanto por ellos como por el profesor.

En la línea del trabajo en sala, si bien se refuerza el llevar la entrega de contenidos fuera de ella, Mason, Shuman y Cook (2013) concluyen en el ser flexible con incluir dentro del diseño de las clases presenciales espacios para entrega de contenidos y clarificación de conceptos que pueden ser complicados. Junto a esto, los ejercicios y actividades, más que ser exhaustivamente preparadas, deben priorizar la aplicación de contenidos, identificar errores y corregirlos, de tal forma que se pueden utilizar también, junto con actividades diseñadas por el profesor, ejercicios tipos de textos asociados.

Respecto a los videos utilizados, Ash (2012), luego de conversar con diferentes profesores que trabajan con clase invertida, concluye y recalca que no es solo facilitarlos, sino que asegurar un trabajo exhaustivo con ellos, que los estudiantes tomen notas y que se generen preguntas. Para esto, los cuestionarios y test asoman como buenas herramientas para cumplir dicho objetivo. Asimismo, frente al diseño de estos, diversas fuentes [10, 42] recomiendan que sean de corta duración (5-7 minutos) y prioricen narrar el contenido con gráficas y animaciones, procurando siempre mantener la conexión humana.

### 3.3. EVALUACIÓN DEL MODELO

#### 3.3.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MODELO

Bergmann y Sams en su libro de lanzamiento del modelo "*Flip your classroom: Reach every student in every class every day*" recopilan lo que en su experiencia son las principales ventajas de la implementación. Ellas pueden ser resumidas en los siguientes puntos:

- 1) La metodología "habla" el lenguaje de los alumnos de esta época, siendo estos nativos digitales y que se relacionan en su diario vivir con plataformas

como Youtube, Facebook y otras mientras realizan múltiples tareas, estando siempre conectados con internet.

- 2) CI favorece a estudiantes que usualmente participan en muchas actividades permitiéndoles acceder a los contenidos cuando ellos lo necesiten.
- 3) Ayuda a los estudiantes que presentan mayores dificultades, permitiendo enfocar en ellos también la atención del docente durante la sala de clases.
- 4) Permite a los alumnos manejar los tiempos en que se entregan los contenidos, teniendo la posibilidad de revisar una y otra vez hasta que entienda los conceptos.
- 5) Aumenta la interacción entre el profesor y el estudiante, utilizando la tecnología para liberar el tiempo de relacionamiento en sala.
- 6) Permite al profesor conocer de mejor forma a sus estudiantes.
- 7) Aumenta la interacción entre los estudiantes con las dinámicas de trabajo colaborativo.
- 8) Favorece la personalización en la instrucción de los docentes permitiéndole identificar las formas de aprendizaje y habilidades de cada estudiante.
- 9) Cambia la forma de gestionar la sala de clases, disminuyendo los clásicos problemas en que un estudiante desconcentra a los demás durante una explicación.

Estas son solo algunas de las que se mencionan en el citado libro, existiendo otras que tienen que ver con el relacionamiento con los apoderados, atributo más específico a la implementación en instituciones de educación primaria. Estas ventajas se condicen básicamente con el hecho de que CI se basa en liberar el tiempo en sala para actividades que se centran en el estudiante, dando lugar a que en el aula la interacción entre los actores sea mayor.

Respecto a las implicancias de tener el contenido a disposición completa de los estudiantes y en forma de videos, Fulton (2012), en su recopilación de casos de CI, hace mención de la independencia de los alumnos para ir a su propio "ritmo", sobre todo pensando en lo estándar que debe ser la entrega de contenidos en una cátedra normal tanto en tiempo de explicación como

profundidad de la misma. Es así como el profesor optimiza la utilización del tiempo en clase con el objetivo específico de obtener mayores insights respecto a los estilos de aprendizaje de sus estudiantes y sus dificultades, enfocándose así en principalmente aumentar los niveles de rendimiento, motivación e involucramiento. En este último punto, Velegol y Zappe (2016) obtuvieron resultados que hablan de una mejora en el clima dentro de la sala de clases ya que los estudiantes perciben trato más personalizado por los profesores, permitiendo mayor claridad en lo que tienen que hacer y aprender.

Por su parte, Herreid y Shiller (2013) realizaron una encuesta sobre 15.000 profesores que enseñan cursos STEM (scientific, technology, engineering and mathematics). En ella, llegaron a alrededor de 2.000 que utilizan Clase Invertida, quienes agregan como ventaja el permitir la reflexión acerca de los contenidos dentro y fuera de la clase, significando una mayor cantidad de tiempo que los estudiantes estarán pensando en los contenidos. En particular a cursos STEM, se acentúa el hecho del tiempo en sala debido a que este significa mayor disponibilidad para el trabajo con equipos que suelen encontrarse en laboratorios o instalaciones de las instituciones educativas. Sin embargo, en este estudio, se logra rescatar de la experiencia de los docentes que aplican CI, dos grandes desventajas o dificultades:

- 1) Se percibe una resistencia de algunos estudiantes a trabajar contenidos que no han visto previamente, por lo que se hacen necesarios los cuestionarios en línea y otras técnicas para asegurar que sean trabajados.
- 2) El tiempo que requiere la preparación de un curso, sobre todo en cuanto a videos, que, si bien pueden ser tomados de fuentes externas o creados por ellos mismos, el buscar y/o grabar implica mayor costo de tiempo.

Una revisión de estudios y evaluaciones sobre implementaciones particulares del modelo CI que han sido publicados durante el último tiempo, sobre todo en el área de ingeniería y ciencias, muestra estas y otras ventajas y desventajas encontradas en la práctica, como se puede observar en las tablas 1 y 2. En las ventajas que los estudios concluyen haber percibido de la aplicación de CI, se puede observar que aparecen prácticamente todas las que postularon Bergmann y Sams en un principio, incluyéndose lo obtenido por Mason et al (2013) quién logró dentro de su implementación abarcar mayores contenidos que con un modelo tradicional. Se puede notar que la ventaja más apoyada desde la literatura tiene que ver con el involucramiento que se logra



de los estudiantes, regularmente asociado a lograr que un porcentaje más alto de los estudiantes participe de forma activa en la sala de clases, como concluye Toto et al (2009) al ser los estudiantes quienes expresaron que, al llegar con el contenido en mente a una clase, esta resultaba más motivante. Resulta importante notar también el hecho de que, si bien es una condición del modelo contar con más tiempo durante la sala de clases, esta suele ser mayormente valorizado en lo que tiene que ver con alcanzar un mayor número de interacción entre los estudiantes, siendo esto valorado principalmente por ellos mismos en evaluaciones cualitativas, como es el caso de Connor et al (2014) y con evaluaciones cuantitativas, como es el caso de Lee et al (2016) quién muestra que el modelo CI permite significativamente mayor sensación de apoyo de pares que las clases tradicionales.

Desde el punto de vista de las desventajas se obtienen nuevas visiones relacionadas con la carga de tiempo. Esto es tanto para profesores, como ya se mencionaba, como también para los estudiantes. Así mismo, se encontró en la literatura la limitante ya expuesta por los estudios de Herreid et al (2013) en cuanto a la resistencia de los estudiantes por recibir contenidos desconocidos desde un video. En los estudios, esta dificultad suele asociarse al hecho de que a la hora de estudiar estos nuevos contenidos, no se cuenta con un docente que permita responder dudas, cómo concluye Gillboy et al (2015), además de lo evidenciado por Lee et al (2016) respecto a la evaluación de los estudiante respecto una falta de apoyo en la resolución de ejercicios, ya que los alumnos sintieron que explicaciones prácticas con aplicaciones de los contenidos fueron necesarias no estando consideradas y que fuesen más guiadas por el profesor. Por último, se incluye también un punto no abarcado previamente respecto a la desorganización que se percibe en la sala, repercutiendo como concluye Bachnack et al (2014) en que el tiempo para discusión no se lleva a cabo de forma correcta por todos los estudiantes o lleva a muchos espacios de ocio en la sala, como menciona Toto et al (2009).

**Tabla 1:** Resumen de ventajas encontradas en estudios publicados de Clase Invertida

<b>Estudios</b>	<b>N</b>	<b>Más tiempo para trabajo en ejercicios en sala</b>	<b>Mayor involucramiento de los alumnos</b>	<b>Más tiempo para trabajo en grupo</b>	<b>Más tiempo para seguimiento individual</b>
Holdusen (2015)	13	X	X		
Mason et al (2013)	20			X	X
Faúndez et al (2016)	28		X		
Amresh et al (2013)	39				
Toto et al (2009)	74	X	X		
Velegol et al (2016)	23		X		X
Papadopolous et al (2010)	45	X	X		
McNally et al (2017)	563			X	
Calvillo (2014)	16		X	X	X
Strayer (2012)	23		X	X	
Bachnack et al (2014)	32				
Connor et al (2014)	68	X		X	
Gillboy et al (2015)	142		X		X
Moravec et al (2010)	795		X		
Lee et al (2016)	63			X	X
Castles (2016)	24	X		X	X

<b>Estudios</b>	<b>N</b>	<b>Mayor aprendizaje percibido</b>	<b>Mayor cobertura de materia</b>	<b>Mayor uso tecnología</b>	<b>Autonomía y trabajo a ritmo propio</b>
Holdusen (2015)	13				
Mason et al (2013)	20		X		
Faúndez et al (2016)	28	X			
Amresh et al (2013)	39				
Toto et al (2009)	74				
Velegol et al (2016)	23				
Papadopolous et al (2010)	45	X			
McNally et al (2017)	563			X	
Calvillo (2014)	16			X	X
Strayer (2012)	23				
Bachnack et al (2014)	32	X			X
Connor et al (2014)	68	X			X
Gillboy et al (2015)	142				X
Moravec et al (2010)	795				
Lee et al (2016)	63	X			
Castles (2016)	24				X

Nota: N corresponde al número de estudiantes que se incluyeron en cada publicación. Se incluyen dentro de las ventajas que concluye cada estudio las que se logran de una u otro forma demostrar de acuerdo con la metodología utilizada en cada uno. Si bien algunos pueden ser aspectos más generales o que se tienen por la implementación misma del modelo, se

incluyen ya que fueron conclusiones obtenidas por los estudiantes que participaron en cada evaluación.

**Tabla 2:** Resumen de desventajas encontradas en estudios publicados de Clase Invertida

Estudios	N	Dificultad de trabajo contenido desconocido en videos	Más carga de tiempo de alumnos	Más carga de tiempo del profesor	Desorganización percibida de la clase	Falta de ejemplos prácticos
Holdusen (2015)	13	X				
Mason et al (2013)	20		X	X		X
Faúndez et al (2016)	28					
Amresh et al (2013)	39		X			
Toto et al (2009)	74		X		X	
Velegol et al (2016)	23					
Papadopolous et al (2010)	45		X	X		
McNally et al (2017)	563	X				
Calvillo (2014)	16					
Strayer (2012)	23				X	
Bachnack et al (2014)	32		X		X	
Connor et al (2014)	68		X			
Gillboy et al (2015)	142	X	X	X		
Moravec et al (2010)	795					
Lee et al (2016)	63					X
Castles (2016)	24		X	X		

Nota: N corresponde al número de estudiantes que se incluyeron en cada publicación. Se incluyen dentro de las desventajas que concluye cada estudio las que se logran de una u otro forma demostrar de acuerdo con la metodología utilizada en cada uno.

### 3.3.2. RESULTADOS ACADÉMICOS OBTENIDOS

Además de lo descrito en el capítulo 3.3.1, se hace énfasis en lo obtenido en cuanto a los resultados académicos de los estudiantes de cursos CI ya que corresponde a una, sino la principal motivación para implementar el modelo. Para esto, resulta útil revisar la recopilación realizada por Hamdan et al (2013) en donde reunió casos independientes de uso de CI y sus principales resultados. El primero de ellos es lo hecho por el profesor Troy Faulkner en la secundaria Byron de EE. UU, quienes comenzaron el año 2009 con el modelo. En base a lo que en primera instancia recopiló Fulton (2012), se muestra el mejoramiento en los resultados académicos que vivió la institución entre 2008

y 2011, donde los resultados en el examen estatal de matemática<sup>2</sup> registraron un aumento de 23,3 puntos porcentuales en la proporción de estudiantes que aprobaron la evaluación.

Otro caso relevante corresponde al realizado por la secundaria Clinton la cual "invirtió" las clases de todas las materias de la institución, como recopila Green (2012). Esto, la llevó en un primer año a aumentar un 16% en promedio el rendimiento de sus estudiantes en el examen de suficiencia de Michigan<sup>3</sup>. Después de un segundo año de aplicación los resultados fueron aún mejores, viéndose un aumento en 34% en lectura, 23% en ciencias sociales, 13% en matemáticas y 12% en ciencias.

A nivel universitario, existen estudios independientes como el llevado a cabo por Amresh et al. (2013) en cursos de programación, registrando una diferencia de 23,2% en los promedios finales entre estudiantes con CI y quienes recibieron instrucción tradicional, esto a favor del nuevo modelo. Resultados similares obtuvo Moravec et al. (2010) quién en un curso de introducción a la biología de la Universidad de California registró un aumento de un 21% en promedio para las mismas evaluaciones, luego de invertir su clase. Se unen a esto lo obtenido por Mason et al (2013), quien obtuvo mejoras de rendimiento en Control de Sistemas de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Seattle, donde con un experimento de control obtuvo estadísticamente mejores resultados para muchos de los contenidos de dicho curso.

Pero no todos los resultados son positivos; Entre los casos de fracasos se puede encontrar lo hecho por Holdhusen (2015). En su versión de CI para un curso de estática del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Wisconsin, no obtuvo los resultados esperados de aumento en los rendimientos, los que más bien disminuyeron en promedio 2,3 puntos versus clase tradicional (en escala de 1 a 100), esto medido en el examen final y comparándolo con versiones anteriores del curso. En el análisis del profesor, estos resultados se atribuyeron a elementos básicos de CI que no se siguieron, principalmente el no asegurar un trabajo consistente con los videos. Por el lado de la percepción, evaluaciones cualitativas como entrevistas a estudiantes

---

<sup>2</sup> Evaluación a nivel estatal de suficiencia en el estado de Minnesota aplicado a todos los estudiantes entre tercer y octavo grado, además de onceavo grado.

<sup>3</sup> Evaluación a nivel estatal de suficiencia en el estado de Michigan aplicado a estudiantes de onceavo grado.

y la propia visión del profesor le permitieron concluir que si hubo un aumento en la motivación e involucramiento de los estudiantes.

### 3.4. RECOPIACIÓN DE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN MODELO CI

Dentro de las formas de evaluar clase invertida, se puede hacer una clasificación simple diferenciando 2 tipos de estudios: los que se enfocan en la percepción de los actores y los que miden el aprendizaje. Bishop y Verleger recopilaron durante el 2012 los estudios realizados en este ámbito obteniendo 24 casos en los que 71% correspondían a estudios de percepción y solo 25% medían efectividad en el aprendizaje. Si bien esta data no está actualizada, ayuda a tener una visión de cómo se ha orientado la investigación de clase invertida.

#### 3.4.1. EVALUACIONES DE PERCEPCIÓN

Para este tipo de mediciones se tienen variados estudios, los que se diferencian principalmente en las herramientas utilizadas, siendo tanto cuantitativas en base a encuestas diseñadas de forma propia como cualitativas en cuanto a entrevistas a los actores dentro de la sala de clases. Ejemplo de lo anterior es lo hecho por Papadopoulos y Roman (2010) quienes para un curso de ingeniería estática de la Universidad de Puerto Rico implementado con CI aplicaron una encuesta de 42 preguntas con escala propia y de 4 a 5 opciones por pregunta, en la que pedían a los estudiantes evaluar de forma anónima cada ítem de la implementación del curso y su percepción del modelo. Esto fue analizado con histogramas que comparaban las percepciones de cada ítem de la implementación del modelo y a contrastar cada uno con lo percibido por los profesores y el feedback realizado por los estudiantes en entrevistas y conversaciones. En la línea de encuestas, esta lo realizado por Lee, Zhu y Middleton (2016), quienes en su aplicación CI para el curso de Mecánica de Materiales en la Universidad de Arizona el año 2015, contaron además con 2 secciones con metodología tradicional. Los autores aplicaron una misma encuesta en los 3 grupos, la cual se basaba en 18 preguntas que medían autoeficacia (5 preguntas), calidad de las clases (6 preguntas), práctica (3 preguntas) y apoyo (4 preguntas), buscando encontrar diferencias significativas entre los grupos en los puntos definidos. A su vez, al grupo con CI, se le aplicaron 10 preguntas más respecto a comodidad con el modelo y

utilidad de las herramientas del curso, desde los videos-podcasts hasta la discusión en sala.

Otra evaluación de percepción es la realizada por McNally et al. (2017), la cual consistió en una encuesta aplicada más de 500 estudiantes que cursaron uno o más ramos en esta modalidad. Esta tenía similar estructura ya que se enfocaba a evaluar el aporte de cada ítem de la clase invertida en su aprendizaje. Para cada uno de estos elementos se utilizó un distinto set de preguntas, con diseños variados en cuanto a tipos de respuesta y cantidad de opciones buscando ajustarlas para evaluar desde involucramiento hasta percepción. Fue completada con papel y lápiz y analizada posteriormente a través de diferencias de medias y modelos multivariados con creación de clusters, lo que los llevó a importantes hallazgos en la predisposición de los estudiantes hacia la clase invertida y que fueron resumidos en la sección 3.3.1 y serán discutidos en el punto 7.

Finalmente, se encuentra lo realizado por Strayer (2012) quien realizó entrevistas, grupos focales y un test de percepción que construyó a partir de la metodología CUCEI<sup>4</sup>, buscando “medir” el ambiente dentro del que se involucraron los estudiantes. En este se consideraban diferentes dimensiones: Personalización, innovación, cohesión de estudiantes, orientación al trabajo, cooperación, individualismo y equidad, donde en cada una se cuantificó tanto el crecimiento personal y/o el cambio con el nuevo sistema. El estudio finalizó con la evaluación que hizo cada estudiante de cada dominio midiendo diferencias a través de un análisis estadístico de las diferencias. Un último caso, es lo hecho por Connor, Newman y Morris (2014), quienes en un proceso de perfeccionamiento del curso de Instrumentación Electrónica de la Universidad de Albania dictado con modalidad CI desde el 2010, recopilaron año a año entrevistas de los profesores, profesores asistentes y estudiantes, las que fueron complementando los resultados de la encuesta aplicada al inicio y al final del semestre, para ir mejorando el curso tras cada implementación.

En resumen, entre las evaluaciones de percepción/satisfacción se encuentran principalmente encuestas de diseño propio [8, 9, 16, 27, 31, 33, 34, 40, 43, 46, 48], las que en su mayoría se basan en una implementación específica con CI evaluando los atributos que las investigaciones previas han mostrado ser

---

<sup>4</sup> College and University Classroom Environment Inventory, creado por Fraser et al. (1986) que se enfoca básicamente en medir diferencias entre lo percibido y lo preferido por los estudiantes.

críticos en la metodología, como pueden ser trabajar con videos reemplazando a un profesor en la entrega de contenidos y la carga de tiempo que genera el modelo, entre otros. Con esto, evaluar la satisfacción con cada uno se hace relevante, como lo realizado por Calvillo (2014), Faúndez et al (2016), McNally et al (2017) y Mason et al (2013). También se encuentran estudios en donde se estudian aspectos específicos como estilos de aprendizaje en el caso de Toto y Nguyen (2009) y clima en la sala de clases en los casos de Strayer (2009) y Velegol y Zappe (2016), ambos temas con encuestas previamente diseñadas y validadas en lo que se enfoca cada investigación. El análisis posterior de la data varía, donde se encuentran comparaciones estadísticas (test de medias) entre grupos de control y de prueba y su satisfacción con el curso como es el caso de Mason et al (2013) y Lee et al (2014) o la evaluación directa de los resultados y su discusión posterior como lo realizara Faúndez y sus colaboradores el 2016 o Gillboy et al (2015).

### 3.4.2. EVALUACIONES DE EFECTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Dentro de los estudios más validados y citados<sup>5</sup> entre las investigaciones de CI se encuentra lo realizado por Mason, Shumer y Cook (2013) quienes midieron el impacto de CI en un curso de Control de Sistemas en Ingeniería Mecánica. El trabajo consistió en un experimento con grupo de control donde en un año se dictó con metodología tradicional y al siguiente con CI. Las evaluaciones se mantuvieron iguales en contenidos y estructura lo que se traduce en que los estudiantes de ambos grupos rindieron los mismos test y exámenes. Con los resultados se realizó un test-T de diferencia de medias lo que mostró un aumento en el rendimiento en 5 de 7 contenidos (los demás no fueron significativos al 95%) con CI. Por otro lado, con el objetivo de medir el aporte en rendimiento de la nueva metodología, Moravec (2009) compara con versiones anteriores de su curso de Biología Celular el rendimiento de su curso con modalidad invertida en 5 pregunta específicas que eran idénticas o isomorfas con los semestres anteriores. Estas preguntas fueron de alternativas respecto a distintos tópicos, concluyendo que se produjo un rendimiento significativamente superior en todas ellas (con un test de Fisher) en el semestre en cuestión. Es importante notar que la forma invertida que utilizó el autor, a la cual llamo *Learn before lecture*, fue utilizada en solo una unidad del curso, por lo que al comparar el resultado de la totalidad del examen final no hubo un aumento significativo.

---

<sup>5</sup> Basado en índice de citación de Google Scholar

Similar enfoque utiliza Faúndez et al. (2016) quién en su estudio comparó una unidad específica de los contenidos del curso Hematología Clínica con metodología CI versus la misma unidad con clases tradicionales en una versión anterior del curso. El contraste se realizó con mediante dos instrumentos, una prueba de conocimientos y un conjunto de trabajos aplicados en clase, para los cuales se calculó diferencias estadísticas con un test de Mann-Whitney en los resultados, obteniendo aumento en ambos, pero solo significativos en el segundo instrumento. Se realizó también una prueba de Chi cuadrado sobre el nivel de aprobación de la unidad evaluada obteniéndose un aumento significativo en la aprobación de los contenidos. Lee et al (2014) recurre también a un test de Chi cuadrado, esta vez de independencia, para mostrar si el índice de aprobación de los estudiantes del curso Mecánica de Materiales con CI era o no dependiente de la modalidad, versus una versión anterior del curso en modalidad tradicional, concluyendo que existen diferencias significativas en el rendimiento en base al modelo utilizado.

Una variación de las metodologías expuestas corresponde a la realizada por Amresh, Carbery & Femiani (2013) en la que se contó con 3 grupos de estudio: el primero con clase tradicional, un segundo con CI sólo la primera mitad del semestre y el tercero con modalidad clase invertida durante la totalidad del tiempo. Para medir las diferencias, aplicaron las mismas evaluaciones en los 3 cursos para luego calcular diferencias significativas entre los resultados, obteniendo que los más altos fueron en el tercer grupo.

En general, los estudios analizados [2, 16, 20, 22, 27, 33, 37] obedecen a una comparación histórica de rendimientos, teniendo un grupo marcado por quienes lo hacen entre pruebas estandarizadas como el caso de Green (2012), Fulton (2012) o Papadopoulos y Roman (2010), donde en el caso de los primeros dos se utilizan pruebas estatales y en el último se utiliza el CATS<sup>6</sup>, evaluación estándar pero en el ámbito en cuestión, que en dicho caso es la ingeniería estática. En el otro grupo están quienes hacen comparaciones en los resultados en las pruebas y exámenes particulares de cada curso como lo hace Faúndez (2016), Amresh (2013) y Mason et al (2013).

---

<sup>6</sup> Concept Assessment Tool for Statics, herramienta creada por A Santiago – Roman que se encuentra en <https://www.engineering-education.com/>.



### 3.5. CONCLUSIONES DE LA REVISIÓN LITERARIA Y LINEAS PARA LA EVALUACIÓN

La investigación del modelo CI previamente expuesta permite en primera instancia concluir respecto a que la totalidad de atributos y herramientas que se utilizan se resumen a 2 fases o etapas a diseñar e implementar:

- 1) Etapa previa a la clase presencial de trabajo con videos y el cambio de paradigma que este significa en los estudiantes siendo esta la principal fuente de conocimiento en reemplazo del profesor.
- 2) Segunda etapa, llevada a cabo de forma presencial donde el profesor pasa a ser un facilitador del trabajo, el cual se caracteriza por el feedback del docente y su naturaleza colaborativa (trabajo en grupo), siguiendo las bases del aprendizaje activo centrado en el estudiante.

Frente a estos, la recopilación de mediciones o investigaciones hechas en el modelo CI muestra el enfoque en cuantificar los efectos que tiene el traspaso de la metodología tradicional a esta nueva forma de llevar a cabo las clases principalmente en los estudiantes, tanto a nivel de percepción en su experiencia con cierto curso y/o en los resultados académicos.

En la línea de percepción se tiene especial interés en lo que hizo McNally quien caracteriza a los estudiantes y su preferencia por el modelo, llegando a concluir la existencia de 2 grupos que, sistemáticamente, prefieren o se resisten a los componentes del modelo. También es relevante considerar lo realizado por Strayer (2009) quién incluye también una evaluación cualitativa en la que registra la opinión de estudiantes en grupos focales, lo que le permite entender de mejor forma los resultados obtenidos en su evaluación del clima dentro de la sala de clases y su comparación con cursos tradicionales. Esto último, genera hallazgos más completos para mejorar las implementaciones, tal y como lo realiza Holdusen (2010) en su encuesta y la sección de preguntas abiertas en donde puede obtener las razones por las cuales su implementación no logró muchos de los resultados esperados y Connor et al (2015) que recopila entrevistas y conversaciones de los distintos actores para ir definiendo mejoras semestre a semestre.

En la línea de rendimientos académicos, se concluye que frente a objetivos tales como encontrar mejores prácticas en la implementación del modelo y realizar un análisis más acabado de los conocimientos obtenidos por los estudiantes, resulta más adecuado un estudio como lo expuesto por Mason y Faúndez, quienes realizan comparaciones estadísticas como test de medias para medir diferencias en los rendimientos de sus estudiantes en cada unidad de contenido del curso en cuestión, manteniendo las herramientas evaluativas. Esto, ya que permite tener una visión más detallada de lo que sucede en cada versión de un curso invertido y así entregar hallazgos, acorde a un proceso de mejoramiento de la metodología.

Estas fueron las líneas que guiaron la ejecución del trabajo expuesto en el presente informe, lo que se puede ver plasmado en la metodología detallada en la sección 4 para el análisis del caso de estudio. Un punto importante para tener en cuenta es la explicación en detalle de las actividades realizadas en el curso, tal y como recomendara Bishop y Verleger (2012).

## 4. METODOLOGÍA CASO DE APLICACIÓN: ELECTROMAGNETISMO APLICADO – UNIVERSIDAD DE CHILE

La metodología expuesta a continuación se basa en acercamientos tanto cualitativos como cuantitativos, de tal forma de constituir un método mixto [29] que permitirá, además de entregar métricas de evaluación del modelo y la aplicación en estudio, darles sentido a los números entregados, tanto a nivel de percepción como de resultados académicos.

Se describe entonces en detalle el caso de estudio, como se realizó la recopilación/tratamiento de los datos desde ambas perspectivas y el análisis a realizar con lo obtenido por cada metodología.

### 4.1. DISEÑO DEL CURSO

El caso de estudio corresponde al curso Electromagnetismo Aplicado del Departamento de Ingeniería Eléctrica. El ramo corresponde al primer semestre de la especialidad de Ingeniería Eléctrica, posterior a los 4 semestres de Plan Común que deben cursar los estudiantes que ingresan a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, quienes deben posteriormente seleccionar entre la ingeniería ya mencionada y otras como Ingeniería Civil, Civil Industrial, Matemática, en Minas, Hidráulica, Mecánica y Geología entre otras. Históricamente, es un curso de alta dificultad para los estudiantes tanto por el cambio hacia la especialidad como por la complejidad de sus contenidos, lo que se traduce en tasas de reprobación históricas que rondan el 37%. Esto último representa un problema en los estudiantes pues es una de las bases de la carrera, siendo su aprobación un requisito para prácticamente la totalidad de los cursos de semestres posteriores. Para completar el contexto, se debe notar que, en paralelo, los estudiantes cursan Probabilidades y Estadísticas, Optimización y Análisis y Diseño de Circuitos Eléctricos, siendo este último también específico de la especialidad, mientras los dos primeros obedecen a una continuación del Plan Común.

El curso es la continuación del ramo llamado Electromagnetismo en donde se trabajan fundamentos básicos del área, correspondientes a las 4 leyes de Maxwell. Por consiguiente, los contenidos vistos en el caso de estudio se

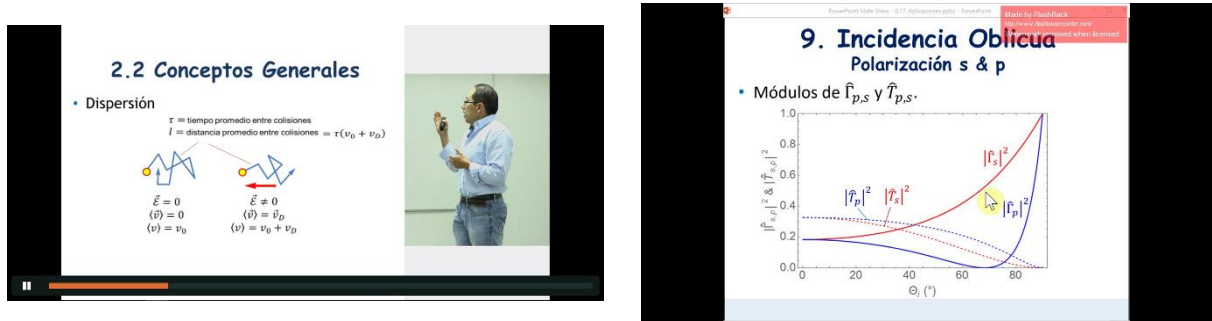
resumen en las aplicaciones de dichas leyes, como pueden ser cargado por inducción, líneas de transmisión y telefonía, entre otras, a través de simulaciones y una introducción a los materiales que se incluyen en el proceso. Dado esto, el curso que le sigue es Laboratorio de Ingeniería Eléctrica, en donde el objetivo es que el estudiante pueda llevar a la práctica lo aprendido mediante aplicaciones experimentales.

En la práctica, el curso tiene una duración de 15 semanas y se implementa a través de 3 sesiones presenciales en cada una: 2 de trabajo con el profesor del curso los días martes y jueves de 10:15 a 11:45 y una sesión con profesor auxiliar los días martes de 16:15 a 17:45. Esto se traduce en una carga de 10 unidades docentes (UD) donde cada unidad corresponde a 45 minutos, por lo tanto 4,5 UD se presupuestan de trabajo presencial y 5,5 individual. En el sistema de créditos transferibles (SCT), esto corresponde a 6 créditos.

En esta implementación con CI, para cada sesión presencial con el profesor se grabaron y enviaron entre 4 y 10 videos para cada uno, mediante los servicios Flip (ver sección 2.2), con una ventana para su revisión de 2 a 3 días. Cada uno de los videos tenía una duración de entre 5 y 9 minutos y se centraba en la revisión de conceptos base para la teoría correspondiente a casa sesión. En el anexo A se puede encontrar la programación de videos y contenidos por clase. Cabe destacar que el trabajo con ellos fue evaluado en una nota acumulativa, donde se evaluaba el haber revisado el video por completo. Es importante notar también que de las 27 sesiones para las cuales se enviaron videos, las últimas 12 no fueron trabajadas con Flip, dado que este es un servicio pagado y la planificación de inicio de semestre no fue acertada en la cantidad de videos se necesitarían, cambiando así la calidad de los videos y también el control sobre su visualización. En la imagen 1 se puede observar un ejemplo de comparación entre ambos grupos de videos.

Junto a los videos, previo a cada clase se enviaba un cuestionario vía Flip que consistía en alrededor de 15 preguntas de alternativas y que evaluaba los contenidos de cada video. Las preguntas podían ser de alternativas, de selección múltiple o de verdadero y falso. Este quiz era evaluado y se sumaba a la nota acumulativa, al igual que la visualización de los videos. Un ejemplo de las preguntas que se trabajaban en la plataforma Flip se puede observar en la imagen 2. Posterior al término del servicio del software, estos cuestionarios pasaron a ser enviados en formato Word a los estudiantes. El plazo límite para los videos y los cuestionarios correspondía a la noche anterior a la clase.

## Imagen 1: Comparación de videos realizados por Flip y por el profesor



Nota: A la izquierda se encuentra un ejemplo de los videos grabados y editados por Flip y a la derecha uno correspondiente a los realizados por el profesor en el programa Flashback Recorder.

Por su parte, cada sesión presencial con el profesor se podía dividir en 3 partes:

- 1) Repaso de los contenidos: 25 a 35 minutos en que el profesor repasaba los conceptos trabajados en los videos deteniéndose en los puntos en que los estudiantes realizaran preguntas.
- 2) Revisión cuestionario: 10 a 15 minutos donde se revisaba en conjunto el cuestionario aclarando dudas y discutiendo sobre las preguntas que presentaran mayor dificultad.
- 3) Ejercicios en grupo: De un set de ejercicios entregados por el profesor para cada clase, se definían un subconjunto de ellos para ser trabajados en grupos libres, donde el profesor estaba disponible para resolver dudas. Estos debían ser entregado por cada grupo siendo evaluado y sumándose a una nota acumulativa de ejercicios. En la imagen 3 se encuentra un ejemplo de los ejercicios.

Las sesiones presenciales con los auxiliares mantuvieron más bien al modelo habitual de que se llevan a cabo en la Facultad, donde el profesor auxiliar resuelve en la pizarra, a modo de ejemplo, ejercicios aplicados de la materia que se esté revisando cada semana. Estos, suelen ser problemas que se trabajan en diferentes semestres de forma repetida ya que son útiles para conectar la materia, o bien, preguntas de aplicación evaluadas en controles y exámenes de versiones previas del curso. En este caso, al igual como en la

mayoría de los cursos de ingeniería y ciencia de la Facultad, el profesor auxiliar corresponde a un estudiante que rindió el curso previamente y tuvo un “buen rendimiento” en él. El fin último de estas sesiones es que los estudiantes puedan interiorizarse con la aplicación de los contenidos, además de ir resolviendo dudas que les surjan en dicho proceso.

## Imagen 2: Ejemplo pregunta de cuestionario on-line

1 de 10 ▼

---

**Cuestionario 6 - Propiedades de Medios Materiales**

---

Pregunta 1

Considere el significado físico de las partes imaginarias de  $\epsilon(\omega)$  y  $\sigma(\omega)$ :

- a) Ambas relacionan las pérdidas del campo eléctrico para mantener la corriente.
- b) La parte imaginaria de  $\epsilon(\omega)$  relaciona la energía que devuelven las corrientes de desplazamiento al campo y la parte imaginaria de  $\sigma(\omega)$  relaciona las pérdidas.
- c) Ambas relacionan la energía que devuelven las corrientes de desplazamiento al campo.
- d) Ninguna de las anteriores.

[Siguiete](#)

Nota: La imagen corresponde a una pregunta tipo de los cuestionarios en la visión de los estudiantes a la hora de responderlos en Flip. Luego de terminado el servicio, se mantuvo el mismo tipo de preguntas.

Las evaluaciones del curso fueron:

- 1) Dos controles, uno a mitad de semestre y otro al final en el que se evaluaba toda la materia vista hasta antes del control. Ver ejemplo en Anexo F.
- 2) Una nota a modo de “control 3” correspondiente a un promedio ponderado entre la visualización de los videos, las notas de los cuestionarios en línea y los ejercicios en grupo resueltos en clase (0,2, 0,5 y 0,3 respectivamente).
- 3) Un proyecto de investigación durante el semestre
- 4) Cuatro tareas aplicadas. Ver ejemplo en Anexo G.
- 5) Un examen final. Ver Anexo H.

### Imagen 3: Ejercicio tipo trabajado en clase

#### CLASE 4

Responda y explique todas las preguntas de forma concisa. Recuerde que si este fuese un control, las respuestas demasiado largas (más de 50 palabras) serían consideradas inválidas.

1. Demuestre que un dipolo eléctrico en un campo eléctrico tiene una energía  $U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$ .  
¿Cuál es su significado físico? *Ayuda:* Primero calcule el torque producido por el campo eléctrico sobre el dipolo.
2. Considere las relaciones  $\rho_{vb} = -\nabla \cdot \vec{\mathcal{P}}$  y  $\rho_{sb} = \mathcal{P}_n$ .
  - a. Demuéstrelos. *Ayuda:* Escriba el potencial electrostático como una superposición del potencial de dipolos infinitesimales.
  - b. (V/F) Estas relaciones indican que para calcular el campo eléctrico producido por un cuerpo polarizado se puede usar distribuciones de carga equivalentes.
  - c. Indique las condiciones para las cuales:
    - i.  $\rho_{vb} = 0$ .
    - ii.  $\rho_{sb} = 0$ .
    - iii.  $\rho_{vb} = \rho_{sb} = 0$ .

Nota: La imagen resume 2 de los ejercicios que ejemplifican los que se trabajaban en grupo y en cada clase.

## 4.2. POBLACIÓN

El curso en estudio tuvo un total de 44 estudiantes que finalizaron el curso, versus los 53 que lo tomaron a inicio de semestre. Para el estudio solo se consideraron quienes cursaron el ramo por completo y sus características demográficas son las siguientes:

- 1) Rango etario de entre los 20 y 23 años, siendo más del 60% estudiantes con 20 años y alrededor del 21% de 21 años.
- 2) Un 12% de los estudiantes era mujer y el restante 88% hombre.
- 3) 12 de los estudiantes ya habían rendido el ramo. De ellos, 9 lo rendían por segunda vez, 2 por tercera vez y 1 por 4, estando estos últimos 2 en condición de eliminación en caso de reprobar.

## 4.3. RECOLECCIÓN DE DATOS

### 4.3.1. OBSERVACIÓN DE CAMPO

Para tener una percepción clara de lo realizado dentro de la sala de clases, en conjunto con una evaluación cualitativa del clima en el que se desenvolvían las sesiones, se realizaron 2 visitas durante el semestre, uno en la semana 8 de clases y otra en la semana 12. En cada una se realizaron las siguientes tareas:

- 1) Completar protocolo de observación: El protocolo corresponde básicamente a un cuadro donde, por cada 5 minutos, se registran las actividades e intervenciones que se den dentro de la sala de clases. Es un protocolo estándar que en base a siglas que representan actividades usuales en una clase (discusión en grupo, trabajo en pares, entrega de contenido por el profesor, presentación de estudiantes, etc.) permite a posteriori analizarla estructura de una cátedra. A este protocolo se le incluyeron siglas específicas de clase invertida, como, por ejemplo, repaso videos previos y trabajo con cuestionarios previos, de modo de tener un registro más específico de cómo se llevó a cabo cada clase invertida (Se puede revisar en detalle en el anexo B).
- 2) Notas apreciativas: Se tomó apuntes respecto al comportamiento general de los actores dentro de la sala de clases, incluyendo distribución de los estudiantes dentro de la sala de clases y atrasos.

### 4.3.2. ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA

Con el objetivo de registrar la motivación del profesor por invertir su clase, así como tener una evaluación cualitativa de las nuevas oportunidades de enseñanza que se abrieron con el modelo y de los resultados del curso, se realizó una entrevista semi-estructurada al profesor Patricio Mena, encargado integral del curso, con una duración aproximada de 30 minutos. En el anexo C se encuentra la estructura utilizada en dicha entrevista. Esta fue grabada por voz, además de tomarse registro escrito y hacer una evaluación posterior a terminada la entrevista de lo percibido y las principales conclusiones obtenidas siendo esto también registrado.



### 4.3.3. GRUPOS FOCALES

En el trabajo con estudiantes, se realizó un grupo focal con 10 estudiantes del curso. La invitación se hizo abierta a todos los estudiantes ofreciendo un bono de 5 décimas en la nota en su tercera evaluación del semestre y los primeros en anotarse en un Google Docs público fueron los invitados (como condición para la bonificación se debía asistir a la sesión completa).

La sesión fue grabada por voz con un micrófono de ambiente para evitar la pérdida de opiniones que puede fomentar la grabación en video y tuvo una duración de 60 minutos. En ella estuvieron presentes solo el investigador y los estudiantes y el equipo docente del curso tuvo acceso a la grabación después de terminado el semestre. Se procuró incentivar opiniones dirigidas hacia la metodología y no hacia un juicio del equipo docente, a la vez que se motivó a la honestidad y obtener la real percepción que se tenía del curso. La discusión abarcó cada ítem dentro de la implementación del curso. Se tomaron apuntes y, luego de finalizada la actividad, se registró la percepción que se tuvo del trabajo junto con las principales conclusiones. En el Anexo D se puede observar la estructura del grupo focal, la cual es similar a la encuesta de percepción aplicada.

### 4.3.4. ENCUESTA DE PERCEPCIÓN

Con el objetivo de recopilar la percepción de los estudiantes de la implementación del curso en modalidad Clase Invertida, sus elementos constituyentes y las oportunidades que brinda el modelo, se diseñó una encuesta y que fue desarrollada en base a los trabajos de Papadopoulos et al. (2010), Mason et al. (2013) y Faúndez et al (2016), donde en cada una de ellas se realizó un estudio de la percepción de los estudiantes, con cuestionarios diseñados en base a los aspectos claves de CI.

La encuesta se subdivide en 3 partes. Primero, trabajo previo a la clase, donde se incluye todo lo relativo a los videos y cuestionarios, realizándose también preguntas al cambio en la plataforma de envío de los videos. La segunda parte incluye todo lo que se relaciona al trabajo dentro de la sala de clases y las componentes de las ya detalladas sesiones. La tercera y última parte consistía en una evaluación del modelo en su conjunto, preferencias y aprendizaje percibido.

Con un total de 28 preguntas, 25 de alternativas y 3 preguntas abiertas, la encuesta fue aplicada previo al examen final del curso en formato de papel y lápiz. En el anexo E se puede encontrar el diseño del instrumento.

#### 4.3.5. DATOS DE USO VIDEOS

Con el objetivo de poder realizar un análisis de la relación del trabajo de videos con los resultados finales de los estudiantes, se obtendrán los siguientes datos de utilización de los videos y que son los que entrega Flip:

- 1) Porcentaje de cumplimiento en visualización de los videos por estudiante
- 2) Tiempo total visualizando videos por estudiante

Se debe considerar lo comentado anteriormente respecto al cambio en la utilización de la plataforma flip, en donde de los videos correspondientes a las 27 sesiones en las que constó el curso, desde la número 16 no se trabajaron con la plataforma, sino que se enviaron de forma masiva sin un sistema que permitiera medir si los estudiantes revisaron o no los videos y el tiempo que estuvieron trabajando con ellos.

#### 4.3.6. DATOS ACADÉMICOS

Para realizar la medición de cambios de aprendizaje de los estudiantes del curso se recopilarán los rendimientos académicos de los alumnos que cursaron el ramo en estudio durante el semestre en análisis, y los dos semestres anteriores. Para poder caracterizar los estudiantes y así validar la comparación a realizar se recopilarán también datos demográficos y de caracterización del estudiantado. Estos son provistos por la Subdirección de Gestión Docente de la FCFM (SGD). En la tabla 3 se resumen los datos recopilados.

**Tabla 3:** Datos recopilados de estudiantes caso de aplicación

<b>Datos demográficos y de caracterización</b>	<b>Datos de Rendimiento Académico</b>
Sexo	Promedio de notas en controles
Edad	Promedio de notas en tareas
Dependencia colegio de procedencia	Nota de examen
Ramos aprobados	Nota de laboratorios
Ramos Reprobados	Situación final (aprobado o reprobado)
Unidades Docentes aprobadas	
Unidades Docentes reprobadas	
Cantidad de unidades docentes en conjunto con el curso en estudio	
Número de veces que rindió el curso	
Promedio de notas en Plan Común	
Promedio acumulado	

Nota: Datos de caracterización y de rendimientos académicos de los estudiantes.

#### 4.4. TRATAMIENTO DE LOS DATOS

##### 4.4.1. DATOS DE OBSERVACIÓN DE CAMPO, ENTREVISTA Y FOCUS GROUP

Los datos de observación fueron digitalizados a partir de su registro en papel y posteriormente se generó un relato a modo de historia de las clases observadas en un documento Word. Por su parte, la grabación de voz de la entrevista en profundidad y la del grupo focal fueron procesadas y se generó un archivo de Word con la transcripción de cada una.

##### 4.4.2. DATOS ENCUESTA DE PERCEPCIÓN

Dada la construcción de la encuesta de percepción, cada pregunta tuvo una escala diferente. Para esto se diferencian las que tienen una escala de 5 opciones desde el más negativo hasta el más positivo y las que tienen una escala particular. En la tabla 4 se resumen los tipos de escalas que servirán posteriormente para identificar las respuestas de cada una de las preguntas realizadas.

**Tabla 4:** Tipos de escala encuesta de percepción

Nombre escala	Tipo de respuesta	Escala
A	"No fue para nada útil" hasta "Fue extremadamente útil"	1 a 5
B	"No me gusto para nada" hasta "Me gustó mucho"	1 a 5
C	"Me fue extremadamente incómodo" hasta "Me fue extremadamente cómodo"	1 a 5
D	"Extremadamente difícil" hasta "Extremadamente fácil"	1 a 5
E	"Se vio notoriamente disminuida" hasta "Se vio notoriamente aumentada"	1 a 5
F	"Fueron muchas menos" hasta "Fueron muchas más"	1 a 5
G	"Fueron mucho menos provechosas" hasta "Fueron mucho más provechosas"	1 a 5
H	"Aprendí mucho menos" hasta "Aprendí mucho más"	1 a 5
I	"Me sentí mucho menos seguro" hasta "Me sentí mucho más seguro"	1 a 5
J	"No fue para nada posible" hasta "Fue completamente posible"	1 a 5
K	"Mucho menos motivado" hasta "Mucho más motivado"	1 a 5
L	"No lo prefiero para nada" hasta "Lo prefiero completamente"	1 a 5
M	"Fue mucho menos activo y experiencial" hasta "Fue mucho más activo y experiencial"	1 a 5
N	"Muchas más horas" hasta "Muchas menos horas"	(Invertido) 1 a 5

Nota: Elaboración propia. Para la pregunta de la escala N se debieron invertir los resultados para que fueran comparables con los obtenidos para las demás preguntas, considerando como 5 lo "positivo".

- Escala O: Corresponde a las veces que visualizó cada video, siendo 4 las opciones: "No los vi nunca", "Los vi solo una vez previo a cada clase", "Los vi más de una vez, pero solo previo a la clase" y "Los vi más de una vez antes de una clase y para los controles". Se reemplazó por escala de 1 a 4.
- Escala P: Corresponde a la evaluación de cuantos de los videos que no fueron por Flip visualizó y se dividió en 5 opciones: "Entre 1 y 2", "Entre 3 y 4", "Entre 5 y 6", "Entre 7 y 8" y "Todos los videos". Se reemplazó por escala de 1 a 5.
- Escala Q: Pregunta de recomendación en la que se expusieron 3 opciones siendo 1 = "Si en todo", 2 = "Solo en algunos" y 3 = "No lo recomiendo para nada". Estas respuestas fueron invertidas posteriormente para mantener el orden de negativo a positivo. Se reemplazó por escala de 1 a 3.

#### 4.4.3. DATOS USO VIDEOS

Para los datos de visualización y uso de los videos, se realizará un traspaso a minutos para ambos indicadores, así como porcentaje de visualización por video calculando un promedio semestral para cada caso.

#### 4.5. ANÁLISIS DE LOS DATOS

##### 4.5.1. ANÁLISIS CUALITATIVO

Para el análisis cualitativo se realizará una consolidación de los instrumentos ya procesados de forma de obtener hallazgos desde ambas perspectivas: Profesor y Alumnos. Bajo una lógica inductiva a partir de cada elemento, se obtendrá explicación a los resultados obtenidos de forma cuantitativa y, a su vez, dar respuesta a las preguntas de investigación.

##### 4.5.2. ANÁLISIS ENCUESTA DE PERCEPCIÓN

Para el análisis de esta encuesta se utilizará el programa IBM SPSS Statistics y Excel. Con la base de datos creada a partir del procesamiento se realizará lo siguiente:

- 1) Se obtendrán estadísticos descriptivos tales como promedio y desviación estándar en las preguntas que lo permitan. En conjunto a lo anterior se construirán histogramas que resuman los resultados.
- 2) Se construirá una matriz de correlaciones entre todas las variables de la encuesta de modo de encontrar las más decidoras de la evaluación de cada estudiante.
- 3) Se realizarán test t-student de diferencia de medias realizando segmentaciones por las variables obtenidas del punto anterior para concluir respecto a su efecto en la evaluación del modelo.

- 4) Se explorará la construcción de modelos multivariados, en base a los hallazgos de McNally et al. (2017) respecto a encontrar posibles grupos segmentados por preferencia por el modelo y aprendizaje percibido.

#### 4.5.3. ANÁLISIS RENDIMIENTO ACADÉMICO

Para la evaluación de este ítem se realizará el siguiente procedimiento con IBM SPSS Statistics y Excel:

- 1) Se caracterizará cada semestre realizando test t-student para cada característica buscando demostrar similitud de las muestras.
- 2) Se realizarán test t-student de diferencia de medias entre los distintos semestres para cada ítem de evaluación de forma de encontrar diferencias significativas.
- 3) Se explorará posibles diferencias significativas (test t-student) entre los segmentos a construir a partir de los datos de caracterización dentro del curso en estudio, como por ejemplo diferencias por rendimiento histórico.
- 4) En base a lo encontrado para la caracterización de grupos se explorará la creación de regresiones lineales sobre las evaluaciones del curso para así dimensionar el efecto de las diferencias demográficas que se puedan encontrar.
- 5) Se construirá una matriz de correlaciones entre los rendimientos finales y los datos de trabajo con videos buscando relaciones de este último en los resultados académicos.

#### 4.5.4. ANÁLISIS CONJUNTO Y ELABORACIÓN DE RECOMENDACIONES

Dada la metodología expuesta, se realizará un análisis mixto en donde los hallazgos de las entrevistas y grupos focales buscarán dar explicación a los resultados obtenidos de la evaluación de percepción y de rendimientos académicos, de tal forma de dar respuesta a las preguntas de investigación.

A partir de esto, se generarán las recomendaciones para futuras implementaciones de CI en cursos de esta índole, donde se espera expresar los aprendizajes obtenidos de esta experiencia con el modelo clase invertida. Se incluirá también una sección de recomendaciones que los estudiantes entregaron.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. RESULTADOS ANÁLISIS CUALITATIVO

Se presentan a continuación los hallazgos obtenidos a partir de las evaluaciones cualitativas de la implementación del curso Electromagnetismo Aplicado, donde en primera instancia el profesor evalúa en profundidad los resultados y, a continuación, un grupo de estudiantes en el mencionado focus group.

#### 5.1.1. EVALUACIÓN PROFESOR

Se presentan a continuación las principales conclusiones de Patricio Mena, profesor encargado de la implementación en modalidad CI del curso electromagnetismo aplicado. Cabe destacar que el docente ha dictado el curso en 12 semestres, por lo que las comparaciones que realiza dicen relación con su experiencia con un amplio número de estudiantes.

#### 1) **De la motivación por implementar clase invertida**

“La motivación principalmente es ver el efecto que tiene la clase normal en los estudiantes; (...) que es aburrimiento total. La actitud es principalmente [en una clase tradicional]: falta de estudiantes el principio, todo mundo anda viendo otras cosas, viendo sus teléfonos... la interacción con los estudiantes es nula básicamente”.

El principal motor para implementar CI por parte del profesor tiene relación con una falta de motivación de los estudiantes por estar en la sala de clases, lo que nota en la *actitud* ejemplificada en la constante desconcentración por los celulares y la ausencia de muchos de ellos a las clases. Esto tiene como resultado una desconexión total con ellos y, por lo tanto, no tener claridad respecto a sus preguntas y el estado de entendimiento que tienen de los contenidos, el que el docente percibe usualmente como bajo ya que en el día a día los alumnos no se mantienen actualizados en lo que se está exponiendo.



## 2) De los objetivos iniciales:

“Yo lo que esperaba primero es una motivación mayor. Segundo esperaba que los estudiantes estén al tanto en el día a día con el curso para poder discutir de mejor manera. Y, lo tercero, es que tengan una comprensión, digamos, teórica más alta respecto a otros cursos. Quizás la parte aplicativa es más difícil de llevar, pero mi objetivo era que el entendimiento teórico al menos sea mejor, que se puedan dilucidar mayores preguntas o las típicas”

De la mano con el punto anterior, los objetivos de implementar CI están alineados con los problemas mencionados, enfocados a la interacción con los estudiantes y contar con el tiempo en sala para poder hacer un mayor seguimiento de ellos y de los errores conceptuales que surgen durante el desarrollo del curso. En su experiencia, el profesor ha podido observar que existen materias y conceptos complejos, y que su entendimiento es importante para cumplir los objetivos pedagógicos del curso, por lo que el tiempo para mantenerse informado de los alumnos y su estado de conocimiento para asegurar que aprendan dichos temas es muy relevante. Es importante notar que el foco del profesor está en lograr una mayor comprensión conceptual de los estudiantes respecto a temas críticos del curso, sin nombrar mejoras en, por ejemplo, rendimiento académico o tasas de aprobación del curso.

## 3) De las dificultades para el profesor de aplicar el modelo:

“Pensando en mí es la preparación de los videos, es algo que ha tomado mucho tiempo. (...) Bueno es toda la preparación de todo el material en el sentido de que, primero los videos, eso que es largo. Luego preparar una serie de cuestionarios para cada clase también ha sido mucho trabajo (...) La preparación ha sido fuerte diría yo y teniendo en cuenta que yo tenía mucho del material ya preparado (...) [Respecto a disminuir la carga en próximas implementaciones] quizás sí, pero a mí me gustaría revisar de todas maneras los videos nuevamente porque hay veces que como estoy hablando cometo errores (...) Esos detalles por ejemplo me gustaría revisarlos. Pero una vez que están hechos los videos, están hechos los cuestionarios debería ser mucho más fácil”.

Desde la grabación de las clases y su publicación, hasta la preparación de los cuestionarios y ejercicios para cada sesión, son muchos los elementos que requieren tiempo y dedicación, por lo que es bastante la carga que se

lleva el docente, más que en una clase tradicional. En este punto el profesor menciona que durante los últimos semestres el había creado mucho de este material (ejercicios sobre todos) por lo que la dificultad estuvo más bien en transformar lo que ya había desarrollado hacía lo que CI necesitaba, como, por ejemplo, transformarlas a alternativas, ordenarlas, etc. En definitiva, la principal dificultad asociada a CI para el profesor tuvo que ver con la preparación de todo el material para la implementación del modelo y el tiempo que conlleva.

Sin embargo, al ser la primera vez que se realiza el curso en esta modalidad, esta dificultad puede desaparecer, o más bien atenuarse con el tiempo y futuras implementaciones. Existe un amplio espacio para mejorar la calidad de los videos, sobre todos de errores en las explicaciones, que en una sala los estudiantes le hacen ver, pero en la grabación no existe ese espacio, por lo que esperaría rehacer algunos de ellos asesorado por auxiliares, pero ya con el material creado, esperaría que este esfuerzo que implicó la implementación pueda disminuir.

Por último, cabe notar que el profesor percibe que existe un traspaso de tiempo desde lo que dedica a la preparación de cada clase en el modelo tradicional a la preparación del material para CI. Tiene el juicio de que se facilita la preparación de las clases presenciales, debido a que se envía material (videos y ejercicios) focalizado, de tal forma de dirigir la discusión que se dará en clases hacia los temas más complejos. Se debe notar que el profesor asocia el desarrollo completo de la sesión presencial y el devenir de ella al trabajo del cuestionario en línea como elemento decidor del desarrollo de la discusión en clases, que es el que el menciona como los que están 100% enfocados a las materias complejas y que deben ser tratadas en clases

#### **4) De los videos, su grabación y la experiencia con Flip:**

“La experiencia con flip ha sido de que si bien los videos han salido de una calidad bastante buena, podría mejorar sí, pero me ha tomado mucho tiempo. Luego en la segunda parte los grabé yo mismo, igual toman mucho tiempo, menos que con Flip pero la calidad del video ha decaído”.

En la misma línea de la pregunta anterior, se acentúa que la mayor carga de tiempo es la grabación de los videos, donde se valora que sean de buena calidad audiovisual (gráficas, audios, etc.) como lo permitió el servicio que brindó Flip, pero que el contraste que pudo hacer con el proceso de

grabarlos por si mismo le hizo evaluar que el trade-off entre tiempo y calidad no es del todo positivo, prefiriendo entonces tomarse menos tiempo en realizar los videos sacrificando la calidad.

#### **5) De la dificultad percibida para los estudiantes:**

"Obviamente necesitan dedicar más tiempo. Lo que habría que ver es que este curso es de 10 UD [6 SCT] entonces creería que estamos en los límites de la dedicación que necesitan porque necesitaban ver el video antes, responder las preguntas y bueno, luego asistir a clases evidentemente. Entonces quizás el problema ha sido que han tenido que estar trabajando muy seguido (...) Mi impresión ha sido que han tenido que estar más pendientes del día al día, estar pendientes de lo que está ocurriendo en el curso y no dejarlo todo para el último entonces eso ayuda a tener una comunicación más fluida con los estudiantes".

La principal dificultad para los alumnos observada por el profesor tiene que ver con el tiempo que semana a semana debían dedicar los estudiantes al curso con los videos y cuestionarios, que está al límite con lo que la planificación horaria de cada semestre indica que los estudiantes deben entregar al curso. Se plantea que esto es parte de la evaluación que ellos deben hacer pero que hay que tener en consideración como esto parcializa la dedicación desde estudiar todo lo correspondiente a un control la semana previa a ir haciéndolo durante todas las semanas, que es algo a lo que los estudiantes no están acostumbrados. Este incluso es uno de los principales temas que el profesor comentó como motivación para implementar CI dada la desconexión que notaba en los estudiantes con las discusiones y temas que planteaba en las sesiones durante los semestres anteriores.

#### **6) De la evaluación y cumplimiento de los objetivos iniciales:**

" Siempre hay un grupo que está motivado. Lo que he visto es que la gente que hubiese estado naturalmente motivada, esta vez veo que la motivación es mayor. Veo que tengo un nivel de discusión mucho mayor (...) siempre hay un grupo que se destaca y creo que ha podido discutir más. Ha habido mucho más flujo de información con la gente que usualmente está motivada. Luego hay un grupo que poco hablan pero que yo diría que el entendimiento es mayor. Pero, a pesar de todas estas actividades, siempre me cuesta saber qué es lo que realmente están pensando porque no se atreven a preguntar, siguen inmersos en la masa y no puedo. De todas maneras, creería ver, de acuerdo por ejemplo a

los cuestionarios que he estado viendo, que muchos de los errores conceptuales anteriores han ido desapareciendo”.

Al momento de evaluar el cumplimiento de los objetivos que se planteó a inicio de semestre, el profesor concluye que de una u otra forma se lograron, pero con la preocupación de que esto fue solo en un grupo del curso que usualmente se hace presente en la discusión y es participativo sin importar la dinámica que se lleve en clase. Es en estos alumnos “motivados” donde el profesor pudo apreciar el cumplimiento de objetivos, pensando en motivación, un mayor entendimiento de los conceptos y una conexión con lo que pasa con el día a día en el curso, fundando esto en que la forma y el fondo de las discusiones en clases fueron de mayor nivel. En los demás estudiantes, el profesor postula que sí existió un mayor entendimiento y se logró resolver mayores errores conceptuales, pero que es difícil identificarlo pues no se logra participación de ellos y siguen con la misma actitud que los semestres anteriores. Es en esos estudiantes donde está la mayor preocupación pues no logró disminuir la brecha que semestre a semestre encuentra entre quienes participan y los que no preguntan ni aportan a las conversaciones que se dan entre el profesor y los estudiantes, manteniendo la incógnita respecto a lo que estos alumnos están o no aprendiendo, la que de todas formas es menor que a lo que se dio en semestres anteriores.

## **7) De las mejoras para futuras implementaciones:**

*“Si bien se avanzó en lo teórico, faltó lo práctico”.*

En una conversación que se dio posterior a la entrevista, el profesor planteó una última reflexión del profesor pensando en futuras implementaciones respecto a que no pudo lograr que el mayor entendimiento teórico observado por él no se tradujera en mejores resultados en la aplicación de los contenidos. En la percepción del profesor, faltó transformar también las clases auxiliares para apoyar la práctica de los conceptos. Así mismo, incluir dentro de la programación y del día a día un trabajo con simulaciones y software, cosas que no se vieron en conjunto con el diseño “invertido” del curso y que, en su visión, hubiesen aportado en la línea más aplicada del curso.

## 5.1.2. HALLAZGOS FOCUS GROUP ESTUDIANTES

Se presentan a continuación los principales hallazgos del grupo focal realizado a estudiantes del curso en estudio. Cabe destacar que los hallazgos representan la evaluación de los estudiantes presentes en la sesión respecto de los ítems en que consistió la implementación del EL3002 en versión CI y de la percepción que se llevan del modelo posterior a la experiencia con este curso en particular.

1) **Alta carga horaria en el trabajo con videos y cuestionarios previo a la clase:** La primera conclusión obtenida y en la que todos los participantes del focus group coincidieron corresponde a la alta carga de trabajo que implica el trabajo con videos previos y el cuestionario asociado. Se lograron identificar ciertas causas para esta evaluación de los estudiantes y que se detallan a continuación:

a. **Ítems no alineados implica que se trabajen por separado aumentando el trabajo previo de la clase:** El primer tema que los estudiantes conversaron fue respecto al tiempo que dedicaron al trabajo con videos fue convergiendo a que estos se percibían muy superficiales y que debían dedicar más tiempo investigando.

Estudiante 1: "El problema es que los videos a veces son muy superficiales, entonces para las preguntas es necesario que uno investigue más para poder responderlas".

Estudiante 2: "Siento que había un problema entre la relación entre los videos y el cuestionario que teníamos que hacer, que teníamos que responder a partir de los videos. (...) nosotros recibimos toda la materia a partir de los videos que es harto, clase a clase, pero eso... nos tenemos que quedar solamente con los videos, no tenemos forma de hacerle preguntas al profe por cosas que no entendíamos que nos podían servir para el cuestionario on-line"

Estudiante 3: "Yo creo que de la metodología debe ser que las preguntas debiesen ser como más concisas al video porque esa es la única herramienta que nos está entregando"

Estudiante 4: "En eso de los cuestionarios, como eran muy amplios en la teoría, lo on-line, era como muy amplio entonces uno tenía

que investigar mucho y ver muchas páginas en internet porque no quedaba todo claro con los videos”

Se pudo entonces percibir que el trabajo que realizaban se dividía entre el video y el cuestionario ya que no obtenían del primero todo lo que necesitaban para responder las preguntas, llevándolos a dedicar más tiempo en investigar por sus medios. Los alumnos entendían que el video debía ser el único recurso donde encontrar todo el contenido ya que el tiempo que utilizaban en verlos era mucho además que era lo que el profesor les entregaba directamente, pero al responder el cuestionario, se daban cuenta de que debían estudiar de otras fuentes para hacerlo de forma correcta.

Estudiante 5: “[De los cuestionarios en línea] De hecho las preguntas son un poco abstractas como que, la pregunta da para responder más cosas como que la respuesta no está bien enfocada a la pregunta”

A lo mencionado anteriormente, se suma que a menudo los cuestionarios en línea les causaban confusiones, ya que no eran claros, generando así mayor tiempo de dedicación para trabajarlos y lograr entenderlos por sí solos, no a partir de los videos.

- b. **Al ser una nueva forma de trabajo implica un proceso de adaptación que lleva a sobre cargas de tiempo:** Entre los estudiantes fueron comentando respecto a cómo era el trabajo con los videos y cuánto tiempo le dedicaban a ese ítem en donde se pudo percibir que la forma de trabajo varió durante el semestre.

Estudiante 1: “... [al inicio del semestre] yo veía el video, el profesor proponía ejercicios, guiaba, pero perdía 8 o 7 horas [semanales] en ver todos los videos y entenderlos bien (...) Actualmente, terminando el semestre veo los videos, no escribo nada y con lo que obtuve respondo [el cuestionario]”.

Como se ejemplifica en la cita anterior, el contraste en la forma de trabajar con los videos a inicio y final del curso fue notoria, cosa que muchos apoyaron. Esto se asocia al punto anterior, donde los estudiantes expresaron dedicar mucho tiempo al trabajo con cada video y después a la investigación para el cuestionario, pero solo en una primera parte del semestre, ya que hacia el final hubo un cambio,

pasando a responder el cuestionario con solo lo obtenido del video, motivados principalmente por lo cercano de fin de semestre.

- c. **No se logra parcializar el trabajo porque la calendarización de controles es muy espaciada teniendo que revisar el material nuevamente:** En un punto de la discusión, los estudiantes comenzaron a reflexionar respecto a cuál era la carga presupuestada que tendría el ramo al ser de 10 UD, como se explicó en la sección 4.1. En este punto, se percibieron distintas versiones.

Estudiante 1: "Yo creo que el hecho de que haya videos hace que el ramo tenga más UD de por sí. Uno toma el ramo pensando que son 10 UD y se prepara porque ya ha tenido muchos ramos con 10 UD pensando en cuanto tiene que estudiar en cantidad. Pero este ramo al darte videos, al darte cuestionarios, le dedicas mucho tiempo, y quieres también dedicarte a otros ramos que también tienen 10 UD".

Estudiante 2: "Pero igual yo creo que esas 10 UD son pensadas en que después vamos a gastar menos horas para estudiar para los controles, pero pasaba que como fueron 2 controles, el control 1 era como la semana 7 y pasaba que uno ya no se acordaba de lo que vio en la semana 1, 2, 3 (...), tiene que volver a ver todo de nuevo"

Estudiante 3: "Recapitular harto para atrás, leer el apunte"

Estudiante 2: "y al final sumaba UD no servía"

La conversación convergió a que la carga que usualmente tienen en las semanas previas a un control se pudo ver parcializada por el ir trabajando a conciencia con los videos semana a semana. Sin embargo, lo espaciado que estaban las evaluaciones (controles) entre sí no lo permitió, ya que debían volver a revisar la materia completa, a pesar de los apuntes que expresaron tomar en la revisión de cada video.

- d. **Gran cantidad de evaluaciones con focos distintos:** Al continuar conversando de la carga horaria que conllevaba la revisión de los videos, surgió la reflexión de cómo estos se relacionaban y "conversaban" con las demás evaluaciones del curso:

Estudiante 1: "Lo que pasó también es la tarea que se entregaba el día del control (...) yo estudié nada para el control. Estudié una hora o 30 minutos, porque yo estaba haciendo la tarea, haciendo esto y lo otro para hacerlo bien, porque si no entregas la tarea te bajaba un punto y era todo como terrible. Pero ese es el punto, la carga era demasiado, yo hubiese eliminado una de las evaluaciones que teníamos que era excesivo"

Estudiante 2: "Yo creo que... no sé si en sí era el estudio, sino que tenías tareas y esa tarea era como muy alejado de lo que habíamos hecho en clases, entonces la dificultad era muy alta e igual eran hartas preguntas entonces aparte de tener que estudiar para el control, tenías que hacer la tarea, entonces ocupabas mucho tiempo en hacer la tarea y no quedaba tiempo para estudiar para el control"

Estudiante 3: "En un curso tradicional uno estudia para el control, focalizado en el control, en los tipos de ejercicios que preguntan en el control y uno ya estudió de esa forma. En cambio, en este curso, con tanta evaluación, siempre se juntaba una tarea con un control entonces uno hacía la tarea y quedaba un tiempo que como que podía estudiar un poco para el control entonces obviamente el estudio se hace de distinta forma y no sé; diría que uno estudia más porque si lo comparas con un curso tradicional ahí estudias mucho más para el control todo el rato, en cambio acá no, uno tiene que abarcar como demasiado evaluaciones que te quitan poder rendir bien".

Es así como un último punto que los estudiantes incluyen como causa de la alta carga horaria corresponde a la gran cantidad de evaluaciones que tienen durante el semestre y que no necesariamente tienen mucha relación entre sí, por lo que no ven reflejado en su estudio un cierto "factor de escala" ya que por ejemplo, lo que se requiere para un control no tiene mucha relación con lo que debieron trabajar para las tareas o los cuestionarios, que como se verá más adelante, son percibidos como algo más teórico. A esto se suma la reflexión de algunos respecto a cómo estas evaluaciones se condicen (o no) con el modelo y cuestionamientos de porque se mantiene la misma estructura evaluativa cuando la forma de trabajo varía completamente, sobre todo en el trabajo colaborativo que es constante durante todo el semestre.



Estudiante 4: "Las cosas se hacen en grupo hoy en día. O sea, nadie rema solo para ninguna dirección ni en una empresa ni en un laboratorio. Entonces, en ese sentido, esa forma de evaluar se relaciona mucho con esta nueva forma de hacer clases que es a través de video. Sin embargo, yo creo que los controles tradicionales que se hacen desvirtúan un poco el sistema (...) Yo creo que si estamos innovando en la forma de enseñar entonces también hay que innovar en la forma de evaluar y de hacer controles individuales"

2) **Alta valoración de contar con los videos:** Dentro de la conversación respecto al trabajo con videos, algunos estudiantes pudieron percibir algunas de las ventajas propuestas por un modelo de este tipo, pudiendo resaltar 2 grandes temas que se desprenden de la entrega de contenido de forma previa a la clase:

- a. **Flexibilidad para trabajar a un ritmo propio, contando con la materia ordenada para la toma de notas y el estudio personal:** Al momento de comentar el valor que tuvo el trabajo con videos se perciben temas que tienen que ver con el poder trabajar los contenidos como sea más cómodo para cada uno, contar con un orden claro de la materia y poder finalmente tomar más y mejores apuntes.

Estudiante 1: "El uso de los videos en ese sentido fue super bueno porque te permite pausar el video, anotar bien, te da más... y también pausar el video, buscar en un libro, y *cachar* como es la cuestión. Y si no entendiste algo no es necesario tantas preguntas".

Estudiante 2: "Otra cosa que rescato es que dividieran la clase en 5 videos. Tenía que ver como con cada tema que se veía en la clase y te condicionaba a estar concentrado, 6 minutos y después analizar el video y todo, tema por tema. En cambio, en una clase uno (...) se desconcentra a las 20 minutos y ya listo"

Estudiante 3: "(...) Si porque al final uno ve los videos a su ritmo entiendes mejor la materia"

En primer lugar, el contar con un video que relata la materia les permitía ir de forma pausada y como le fuera más cómodo a cada uno trabajando con los contenidos. Asimismo, poder contar con un

orden claro de los tópicos de cada clase con videos les fue particularmente útil para poder esquematizar la materia y así rastrear los temas en caso de necesitar nuevamente revisar algún contenido. Este último punto fue apoyado por la totalidad de los estudiantes.

Estudiante 3: “Yo me doy cuenta y comparo mis cuadernos, mi cuaderno de *electro* [Electromagnetismo aplicado] con mi cuaderno de *optimiza* [Optimización] que no tengo casi nada anotado, y en electro en cambio tengo mucha materia anotada, tengo otras anotaciones en el apunte entonces por ese lado es super bueno el sistema porque uno se queda con toda la materia y se da más énfasis a la discusión”.

De la mano con los puntos anteriores, los alumnos ven como esto los llevó a tener muchas más anotaciones personales de la materia, así como mantenerlas más ordenadas y poder estudiar entonces de forma más completa.

- b. **Alta cantidad de materia cubierta:** Importante es también notar que, dentro de las reflexiones de los estudiantes, se encuentra lo referente a las oportunidades que brinda el modelo para abarcar los contenidos.

Estudiante 1: “Si uno se pone a pensar, si no hubiesen estado los videos igual yo creo que la clase hubiese sido totalmente distinta por que las clases de por sí son densas y ver 45 minutos, así como constante de corrido... yo creo que 45 minutos no se obtienen en la clase. No hubiésemos visto todo lo que abarcamos si no hubiesen estado los videos”

De algunos estudiantes surgió, a medida que se reflexionaba del trabajo con videos, reflexiones de que dicho recurso favoreció un mayor alcance en la materia del curso. Muy relacionado con lo que se mencionó en el punto anterior respecto a poder mantener atención durante breves periodos de tiempo, el tener los videos les permitió focalizar esa atención y lograr que los contenidos que revisaron fuesen más allá que en un ramo tradicional, de acuerdo con su percepción.

- 3) **La calidad de los videos influye en la motivación y aprendizaje obtenido:** Como se detalló en la sección 4.4, el trabajo con Flip no duró

todo el semestre, por lo que dentro de la conversación surgió el tema del cambio en los videos, pudiendo los estudiantes comparar diferentes aproximaciones:

Estudiante 1: “Lo que yo quería decir es que, si van a implementar un sistema nuevo, debieran tener cuidado de prepararlo bien porque igual como que se desvirtuó un poco el curso con ese cambio tan... porque el profe igual intentaba explicar algo con los gestos e igual como que uno hacia el enlace, pero después cuando estoy con el mouse como que le da vuelta”

Estudiante 2: “Me gustaba eso en los primeros videos versus en los últimos, en que el profe salía explicando la materia como señalando casi el Power [Presentación en Power Point], pero cuando nos cambiamos a u-cursos, los videos eran como un podcast con él...”

Como se puede observar en la comparación de la figura 1, una de las principales diferencias entre los videos fue el hecho de poder observar al profesor mientras explicaba los contenidos como fue para el caso de los primeros. A partir de esto, fueron dos los elementos que algunos de los estudiantes más valoraron de dicha versión: Primero, poder tener una visión más interactiva pensando sobre todo en la explicación de contenidos específicos del ramo con gestos y movimientos del profesor y, en segundo lugar, mantener una relación humana y de cercanía pudiendo “ver” a quien está explicando. Es importante notar esto pues lo que declararon preferir es una forma de videos muy cercano a lo que sería una clase tradicional con el profesor.

Estudiante 3: “Por lo menos en mí bajó mucho la motivación por los videos porque también sentí mucho el cambio que tuvo en el profe hacer las clases con el mouse, de hecho, como que la voz le bajó infinitamente de motivación”.

Es importante notar que, al momento de hablar de cambio en la calidad de los videos, se está hablando desde una perspectiva más audiovisual, ya que no cambió el profesor, el contenido ni las diapositivas utilizadas. Es así como el principal efecto que tuvo este cambio fue en la motivación de algunos estudiantes, muy de la mano con lo mencionado anteriormente respecto al poder observar a quién está haciendo la clase. Los demás estudiantes, se mantuvieron indiferentes ante este cambio.

- 4) **El tiempo en sala con el profesor no fue bien utilizado y no existió mayor motivación de los estudiantes por asistir a ella:** Posterior a la conversación del trabajo previo, se introdujo el tema del trabajo en sala y la evaluación de los ítems que lo componían, a lo que la principal conclusión tuvo que ver con el poco valor percibido de los mismos, evidenciado por una baja motivación por asistir.

Estudiante 1: "Para mí por lo menos, mi única motivación para ir a clases era el cuestionario en clases y que sabía las respuestas de las preguntas del cuestionario on-line"

Estudiante 2: "Si no hubieran estado los ejercicios con nota al final de la clase mucha menos gente hubiese ido"

La conclusión general fue de una mala utilización del tiempo en la sala de clases, donde los estudiantes no perciben el valor las partes, más allá de que eran evaluadas. Se obtuvo la evaluación de cada ítem de trabajo dentro de la sala pudiendo encontrar las causas de esta percepción general.

- a. **Repaso del video al inicio no se hacía cargo de las dudas de los estudiantes:** La evaluación del elemento inicial de la clase correspondiente al repaso del video no fue positiva, encontrándose principalmente que no tuvo prácticamente ningún aporte al aprendizaje.

Estudiante 1: "Sí, yo creo que nadie [hubiese asistido a clase] porque hace un repaso muy rápido de los videos entonces como que no aprendes más de lo que ya aprendiste viendo los videos y buscando la información que no sabías".

Estudiante 2: "Yo esperaba que durante la clase se profundizara en las dudas que nosotros teníamos, pero era un espacio muy superficial".

Estudiante 3: "Era como un resumen muy rápido del video, una pincelada así muy por encima, así como que lee los títulos y las fórmulas".

Los estudiantes solo lo percibieron como un resumen rápido en el que no se profundizaba en temas importantes para ellos. No encontraron en esta parte de la clase valor al no recibir respuestas a las dudas que dejaban para cada video e incluso llegaban tarde (cómo se pudo

apreciar en las observaciones de campo) ya que este espacio no les aportaba.

- b. **Revisión inconsistente de los cuestionarios on-line durante el semestre:** En la evaluación del ítem "revisión cuestionario" surgieron visiones que permitieron concluir respecto a un trabajo poco congruente entre las sesiones.

Estudiante 1: "En un comienzo no se revisaron, pero luego de eso... más que nada ahora último solo daba la alternativa... aparte como pasa rápido, no te daban ganas de preguntar".

Estudiante 2: "Aparte a veces estaban malas"

Estudiante 3: "(...) En un momento nosotros respondimos el cuestionario, después el profe nos hacía responder de nuevo el cuestionario en clase, el mismo cuestionario on-line, entonces yo no entendí a qué iba, no sé qué pasó".

Estudiante 4: "(...) Por ejemplo cuando revisaba el cuestionario era una discusión entonces uno explicaba porque su respuesta y a veces el profe te decía si y era como profe: "yo saqué 37%, puede dejarlo en 50% ya que la tuve buena" y él decía no (...) porque es la décima de la décima de la décima, pero fue muchas veces"

Estudiante 3: "Entonces por eso yo digo que el hacerlo en la clase era inútil porque decíamos "no, sabes que la b también era correcta" y ahí quedó (...) lo que a nosotros nos importa más es la nota, uno pasa los ramos con las notas, entonces eso no se veía reflejado y el profe no hacía nada al respecto".

Al momento de evaluar este punto, la primera reacción de los estudiantes fue de duda respecto a cómo se llevaba a cabo, nombrando las formas distintas que se usaron durante el semestre en esa sección de la clase y convergiendo a que en la última parte del curso solo se entregaban las respuestas. Luego, el ánimo se tornó de reclamo frente a las veces que los cuestionarios presentaron problemas o errores en su construcción (como se mencionó anteriormente), a lo que surgió una observación importante en que hubo mucha discusión con el profesor respecto a la nota por este ítem. En definitiva, el poco valor observado en esta parte de la clase tiene

que ver con que no se construyó una forma estándar de llevar a cabo esta instancia durante el semestre.

- c. **Apatía de los estudiantes con la forma en que el profesor interactuaba con ellos para darles apoyo en el trabajo con los ejercicios:** El último ítem que se llevaba a cabo en clases era el trabajo en ejercicios en grupo, dentro del cual el feedback recibido del profesor no fue bien valorado.

Estudiante 1: "Uno hacía preguntas y no eran respondidas como 'no, tienes que hacer esto' sino que era como 'no sé, eso lo vimos en el video' entonces no quedaba del todo claro al final el ejercicio"

Estudiante 2: "Y él te invierte la pregunta, te dice: '¿Cómo lo haría usted?' y si uno no sabe..."

Estudiante 3: "Y uno a veces se queda en blanco... y ahí él dice: '¿Cómo no lo ven?'"

Estudiante 4: "Sí, es que no nos responden o nos hacen cuestionarnos igual nos deja en blanco porque esperas que el profesor te dé una buena explicación, es lo que uno llega esperando a la clase."

Es así como, frente a la forma en que el profesor guiaba el desarrollo de ejercicios los estudiantes sintieron rechazo, argumentando que no se les ayudaba como esperaban, pensando principalmente en como el profesor les daba lineamientos y retroalimentación en el trabajo con ejercicios en clase. El ánimo de reclamo se hizo presente nuevamente, estando gran parte de los presentes de acuerdo en que la forma en que el profesor les responde a sus preguntas los confunde o genera apatía y desánimo. Punto importante es que este hallazgo también tiene relación con lo que se verá en el punto siguiente en que el paso de la teoría vista en videos a la aplicación no se logra, siendo una de las causas la forma en que se les guía el trabajo aplicado en sala.

- 5) **Desconexión entre la teoría del curso y la aplicación práctica del contenido:** A medida que se desarrolló la discusión en torno a cómo se llevaban a cabo las clases presenciales surgió la que sería la principal conclusión de los estudiantes respecto al desarrollo del curso fue la

dificultad que percibieron de poder aplicar los conocimientos y la teoría en ejercicios prácticos.

Estudiante 1: "Siento que también falta mucho aprender entre comillas a hacer ejercicios porque materia siento que estamos expertos, pero hacer ejercicios no. Nosotros podríamos explicar lo que hay detrás de fenómenos electro-magnéticos de cualquier parte de la materia pero a la hora de resolver ejercicios con esa materia quedamos cojos".

Estudiante 2: "(...) Entonces, el curso quedó débil en cuanto a las aplicaciones. Como decían, los cursos acá en Beaucheff se caracterizan por materia, aplicaciones que vemos en auxiliar y ya, cosas sí. Entonces en general el curso quedó débil en la parte práctica. (...) En el fondo yo creo que nuestro curso fue bastante más un curso teórico que aplicado".

Estudiante 3: "Y el problema es que al final las evaluaciones, tanto controles como ejercicios en clases, son aplicaciones entonces uno no tiene como una base de saber cómo se hace para poder responder eso"

Fueron diversas conversaciones que derivaron en esta conclusión, todo propiciado principalmente por el hecho de que las evaluaciones del curso de mayor preponderancia son de carácter práctico, con ejercicios aplicados, al igual que en la mayoría de los cursos de la Facultad. Esta evaluación tiene sus bases en los siguientes puntos.

- a. **Sesiones auxiliares del curso eran discordantes con lo que sucedía en las clases con el profesor:** Los estudiantes comentaron en extenso respecto a cómo se dieron las clases auxiliares durante el semestre. Principalmente, comentaron que estas no fueron fructíferas por distintas razones.

Estudiante 1: "(...) Ni siquiera como que uno podía quedar tranquilo 'ya tengo esta duda la aclaro en la auxiliar' porque tampoco tuvimos esa oportunidad de tener la instancia en la que... en la de aclarar las dudas".

Estudiante 2: "Yo creo que, para estas cosas, revisar los cuestionarios y hacer cosas más profundas, necesitamos más tiempo en la clase y yo creo que para eso una solución sería incluir y que los auxiliares fueran más conectados con este sistema, porque yo encuentro que es como muy alejado, muchos no van a

auxiliares, yo personalmente voy, pero los auxiliares con la clase no pegan mucho”

Estudiante 4: “al final era desperdiciar esa hora o, al menos yo, salía frustrada de esa hora, sentía que no la había aprovechado”.

Cómo se detalló en la sección 4.4, la nueva estructura del curso no tomó en consideración como se debían abordar las sesiones con el profesor auxiliar, manteniéndose con la estructura original donde revisa ejercicios de acuerdo con lo que históricamente se hace para cada parte del curso, además de ser un horario utilizado para actividades administrativas, como la toma de controles, por ejemplo. Esto fue percibido por los estudiantes, de tal forma que nunca sintieron que estas fueran un aporte a lo que el profesor les exigía en clases y en las evaluaciones. A esto se suma una mala evaluación de la “calidad” del profesor auxiliar que realizaba esta revisión de ejercicios por parte de los estudiantes, llevándose el juicio de que no estaba suficientemente preparado para resolver sus preguntas. Claramente, esto desembocó en que la asistencia a esa hora fuese baja, prescindiendo de una sesión que es vista como vital usualmente en los cursos de ingeniería y ciencia de la Facultad ya que es la ocasión en que se resuelven dudas de aplicación.

- b. **Falta de un nexo entre contenidos obtenidos de los videos con los ejercicios y aplicaciones:** Ahora, yendo hacia como se desarrollaban las sesiones con el profesor, se desprendió que algunos estudiantes no recibieron lo que esperaban en cuanto a un nexo concreto entre los contenidos que recibían y la aplicación posterior.

Estudiante 1: “Pensé que en un minuto nos iba a aterrizar la materia porque en lo personal, cuando me presentan algo teórico, quedo un poco en el aire, pero cuando hago el ejercicio entiendo todo: entiendo la teoría de fondo. (...) Me hubiese gustado que en la clase viéramos los ejercicios un poco más aterrizados, que el profe nos dijera esto pasa por esto, y que después nos toque a nosotros realizar el cuestionario, sabiendo lo que pasa”.

Estudiante 2: “¡Si! que él [Profesor] nos haga un ejemplo por lo menos en el video, para nosotros “cachar” como se hace el ejercicio”

Estudiante 3: “o que incluso describa el fenómeno así con pasos...”



#### Estudiante 4: "falta la conexión"

La reflexión expuesta muestra cómo, en una visión más general de la clase, los estudiantes sintieron la falta de algún elemento que completara la conexión entre el trabajo con contenidos previos en los videos con lo que sería posteriormente el trabajo en ejercicios en clase. Esto se diferencia de la evaluación que hacen los estudiantes del trabajo guiado en ejercicios que realizan en cada sesión y de cualquier otro elemento que compone la sesión presencial ya que es una apreciación más amplia del modelo y no algo concreto de los atributos específicos que tiene la metodología propuesta.

#### c. **Poco apoyo percibido del profesor al trabajo en los ejercicios:**

Al momento de evaluar el atributo específico de trabajo en ejercicios en clases, se pudo relacionar la percepción que los estudiantes tenían de cómo se desarrolló esta parte de la clase con la falta de aplicabilidad de los contenidos.

Estudiante 1: "Lo que yo quería decir es que yo lo sentí como a la mitad del semestre, no sé si el profesor lo hizo bien antes, empezó a explicar nuestras fallas en los ejercicios anteriores (...) y ahí... eso fue bueno porque nos resolvió... resolvió bastante en general. Ahora igual a veces nos ponía un dibujo y era ya se hace así, pero empezó a resolver. Ahí yo sí sentí que fueron clases (...) pero después lo dejó"

Estudiante 2: "¡Sí!! después lo dejó, estábamos como que en óptica y todos tuvimos ... el profe vió que no entendimos algo entonces el profe hizo el dibujo y nos explicó esto es acá, esto es acá y eso fue increíble"

Estudiante 3: "Entonces siento que podrían ser más guiados los ejercicios. Incluso hay cosas, como que a veces se hacen en los ramos matemáticos, que dicen: primero hagan esto, luego esto como para uno interiorizar como hacer los ejercicios en verdad"

Estudiante 1: "Yo por lo menos con este curso sentí que prácticamente yo podría haber buscado en Youtube unos videos y hecho el curso (...) en la clase tampoco se aplicaba mucho: Llegar a responder un cuestionario y sería todo"

Muy relacionado con lo ya comentado del rechazo a preguntarle al profesor, así como la inconsistencia en el feedback recibido de su trabajo, la forma de llevar a cabo la sección de trabajo en ejercicios tiene también relación con la falta de entendimiento práctico ya que para los estudiantes esta era percibida como la instancia en que se iba a cumplir dicho objetivo. Se pudo concluir que los estudiantes esperaban que a partir de esos mismos ejercicios se armara una dinámica de feedback que no se dio en lo concreto, teniendo, en definitiva, una guía más clara de cómo resolver los ejercicios. Esto llevó a que incluso uno de ellos afirmara que no tenía valor tener la clase presencial. Importante es notar también el paradigma tradicional presente al esperar una instancia en que es el profesor sea la fuente del contenido y que a eso se le llame "clase", por lo menos para algunos.

En este último punto, en el que se contrasta la modalidad tradicional de trabajo en clases con la nueva metodología, surge la discusión respecto a la forma usual en que los estudiantes estudian para los ramos base de la Facultad, donde, de acuerdo con sus propias palabras, están acostumbrados a trabajar con una batería de ejercicios tipo, los cuales se aprenden "de memoria" y aplican en los controles. Si bien es una reflexión más bien aislada, este hecho también se suma a las causas de la discordancia entre lo práctico y lo teórico pues significa un cambio radical en la forma de trabajar en ramos aplicados de ingeniería y ciencias en la Facultad.

Estudiante 4: "Lo otro es que durante todo plan común uno está acostumbrado a que tiene estos ejercicios tipo entonces uno va al control y si estudiaste probablemente te va a ir bien porque son los mismos ejercicios que uno está acostumbrado a hacer. En cambio, en este curso, no existen ejercicios tipo y uno está obligado a entender la materia y eso, en este caso, no te asegura que te va a ir bien".

- d. **Gran cantidad de evaluaciones que restan tiempo a la aplicación de los contenidos:** Se relaciona también con el diagnóstico de los estudiantes respecto a la falta de aprendizaje práctico el tema de un "exceso" de evaluaciones ya expuesto, lo que se resume en una de las reflexiones de dicha conversación.

Estudiante 1: "Siento que uno estudia mucho, pero mucho de ese estudio se pierde porque uno estudia como para el cuestionario,

para las tareas y esas cosas no entran en el control entonces como que todo ese estudio no se ve reflejado”

Estudiante 2: “(...) Entonces uno tenía que gastar tiempo que quizás era para aprender a hacer los ejercicios o los propuestos que dejaba el profe en los videos después del cuestionario... lo ocupaba todo investigando como se hacían las preguntas teóricas”

Muy en la línea de la alta carga de trabajo que tenían dada todas las instancias evaluativas del curso, los estudiantes sostienen que esta falta de tiempo también les afectó en el estudio personal impidiéndoles dedicarle tiempo al repaso individual para realizar ejercicios.

- 6) **Gran valoración por el trabajo en grupo:** En la evaluación del trabajo en grupo de los estudiantes, se pudo concluir la alta valoración que tienen los estudiantes por trabajo colaborativo.

Estudiante 1: “lo que a mí me paso mucho es que aprendí gracias a mis amigos. Yo siempre estudio en grupo entonces cuando estábamos en clase, alguno de los 3 sabía, entonces mayormente nos ayudábamos entre nosotros y aprendíamos gracias a nosotros”.

Estudiante 2: “Yo creo que al hacer los cuestionarios en grupo se da eso del trabajo colaborativo, se da eso de que para cada tema quizás alguien se especialice más en un tema para que después ya todos juntos pudieran responder los problemas y resolver cualquier tipo de ejercicio que se dé”

Estudiante 3: “Por ejemplo también nosotros trabajábamos entre 3 y trabajábamos también con otros grupos y recuerdo que nos mandábamos correos con páginas, nos dividíamos las tareas, cada uno hacía cada tema, había mucha colaboración. Había una duda, aunque no fuera su tema igual nos ayudábamos y ahí éramos muchos”

El valor que se le da a esta instancia se basa principalmente en la posibilidad de apoyarse mutuamente, sacando aprendizajes en conjunto y complementándose entre quienes tengan mayor conocimiento de ciertas áreas. Se percibe incluso como esto llevó a que se definieran grandes grupos de ayuda, ya que, si bien tenían grupos definidos con los que usualmente trabajan, también mantenían conexión con otros para resolver dudas, enviarse material y mantener una red amplia de ayuda. Se observa

también como esta forma de trabajar se acerca a lo que muchos estudiantes realizan pudiendo acomodarse a los ritmos y formas que tiene cada estudiante de aprender.

- 7) **Alta cantidad de aprendizaje percibido pero que no se condice con sus resultados académicos:** A la hora de evaluar la metodología en general y esta implementación particular en la que participaron los tienen una evaluación positiva en cuanto al aprendizaje percibido, en contraste con sus notas causando principalmente frustración.

Estudiante 1: "Le he dedicado demasiado tiempo si es que no ha sido el ramo que más tiempo le he dedicado en la facultad y ha sido el que peor me ha ido entonces de verdad... como que desmotiva un poco"

Estudiante 2: "[Respecto a aprender más con esta metodología] Fuera de que no se ve reflejado en la nota sí... Es que eso es lo frustrante porque al final uno le dedica mucho y no se ve en la nota"

Estudiante 3: "Hemos aprendido mucho y no se refleja en la nota, no me siento orgullosa de mi estudio porque no veo como el reflejo de lo que aprendí"

Los alumnos expresan una gran frustración debido a que las notas obtenidas no reflejan lo que ellos sienten merecían o les correspondía tener. Resulta importante diferenciar que esta sensación de disconformidad frente a las notas obtenidas proviene, de algunos estudiantes, de la gran cantidad de horas que dedicaron al trabajo de contenidos que no tuvo resultados y, para otros, de una percepción de alto aprendizaje que no se ve reflejado.

- 8) **Evaluación "positiva" de la metodología, pero con divergencia en atributos claves:** Finalmente, evaluando la metodología completa, los estudiantes tienden a llevarse una buena evaluación con discrepancias en la evaluación de los atributos de tal forma de que es diferente diferenciar si se debe a la implementación en sí o a las bases del modelo.

Estudiante 1: "Yo creo que es muy buena porque en la teoría está muy bien abarcada y explicada, pero la parte de aterrizar un poco la materia ya a la práctica, entender que pasa con esa teoría, con algo de la vida real por lo menos, siento que se quedó coja"

Estudiante 2: "Creo que es una muy buena metodología, pero no la impondría de una. Lo que haría sería de no tantos videos a la semana o

quizás 8 videos, pero no separado en los dos días. Dejar quizás viernes o sábado 8 o 6 videos que resuman entonces dejar una clase que sea clase con teoría, otra clase que sea ejercicios resolver y otra sección de videos que sea complementaria y que se vaya introduciendo de a poco. Esto de que sean solo videos y a resolver cuestionario así no más igual es como super chocante con todos los otros ramos que hemos tenido”

Estudiante 3: “Como metodología tomando todas opiniones que hemos hecho creo que es super buena, implica estudio personal que como estamos en la universidad uno aprende a ser más autónomo, pero también el tema de los videos que es bueno pero que se implemente progresivamente considerando que estamos en un contexto de 6 ramos más entonces si uno toma la energía que tenía en semana 1, 2, 3 es como bacán porque uno aprende mucho pero ya a mitad de semestre es demasiado agobiante”.

La evaluación que se hizo de la metodología propiamente tal mostró el valor que los estudiantes le dan al lograr un mejor entendimiento de la materia, contar con los videos para un trabajo autónomo, así como en comunidad y a un ritmo propio. Sin embargo, aspectos como la gran cantidad de tiempo requerido y la falta de aplicación de contenidos con la consiguiente frustración por los resultados académicos bajos sientan obstáculos en la implementación, a juicio de sus opiniones. Estos juicios emitidos muestran ya, hacia el final de la conversación, divergencias marcadas que se muestran tanto en la aplicabilidad del modelo en otros cursos como con las posibles formas de mejorar su implementación:

- a. **Opiniones variadas entorno a si la metodología es aplicable a otros cursos:** Frente a la pregunta de si esta metodología es aplicable a otros cursos, las opiniones se mostraron muy variadas sin lograr un consenso entre los participantes.

Estudiante 1: “Siento que quizás en los ramos matemáticos no es tan útil. No sé yo por lo menos viendo los videos donde el profesor hace demostraciones matemáticas, igual como que costaba mucho entenderlo porque solamente ponía la expresión y tu intentas saber cómo llegó a ella, pero se salta un montón de pasos”.

Estudiante 2: “Creo que la metodología es super buena para un ramo teórico donde sea mucha densidad de materia. Es mucho más bueno porque queda todo más claro, pero falta lo de aterrizar la materia con los ejercicios”.

Estudiante 3: “Yo estoy en desacuerdo con esa idea porque creo que en un ramo matemático si puede implementarse una metodología de este tipo, pero de otra forma. Por ejemplo no tiene que ser necesariamente un *power* [Presentación en Power Point], puede grabar un video en la pizarra y vas a sentir lo mismo que estar en una clase y después vas a la clase y el profesor podría revisar un ejercicio viendo todo lo teórico... porque las demostraciones no es algo práctico... eso a ejercicios entonces yo creo que en sí la metodología puede funcionar en muchos cursos, no se me viene ninguno a la cabeza ahora, pero tiene que ser bien estructurado y para cada tipo de curso tienen que tener distinta forma de plantearlo”.

Las opiniones fueron en gran parte discordantes, lo que se asocia principalmente a lo nuevo que es para ellos una estructura así dentro de un curso y a las conclusiones que se obtuvieron durante el grupo focal respecto a un “mal” funcionamiento de las clases presenciales, lo que fijó la opinión de muchos. Los estudiantes no lograron acordar si las problemáticas que encontraron durante el semestre se asociaban más a la metodología o a la implementación/equipo docente específicos a su experiencia, pero si se puede vislumbrar el factor aprendizaje y capacidad de lograr mayor claridad en el entendimiento de los conceptos.

- b. **Polos marcados en la disposición al trabajo previo con videos:**  
El ítem de trabajo con videos en un momento previo a la clase fue un tema que en el análisis posterior de la sesión mostró ser muy decidor de la opinión que merece el modelo para distintos grupos de estudiantes, sobre todo en lo que respecta al tiempo y la diferencia con la forma tradicional en que se llevan a cabo los cursos en la Facultad:

Estudiante 1: “Y lo otro, yo no sé si es una buena medida. En el futuro me imagino que todas las clases son puros videos y uno está solo en su casa viendo videos y llega a la universidad a responder cuestionarios que es el caso extremo. Entonces, ¿Para que venimos a la universidad? (...) Sí, es bueno pero también hay muchos ramos que... uno está perdiendo mucho tiempo viendo el video (...) Si uno ve el horario dice ya tengo clases los lunes y los martes a tal hora entonces esos son los días en que yo aprendo, lo que hago en mi casa ya es otro tema”

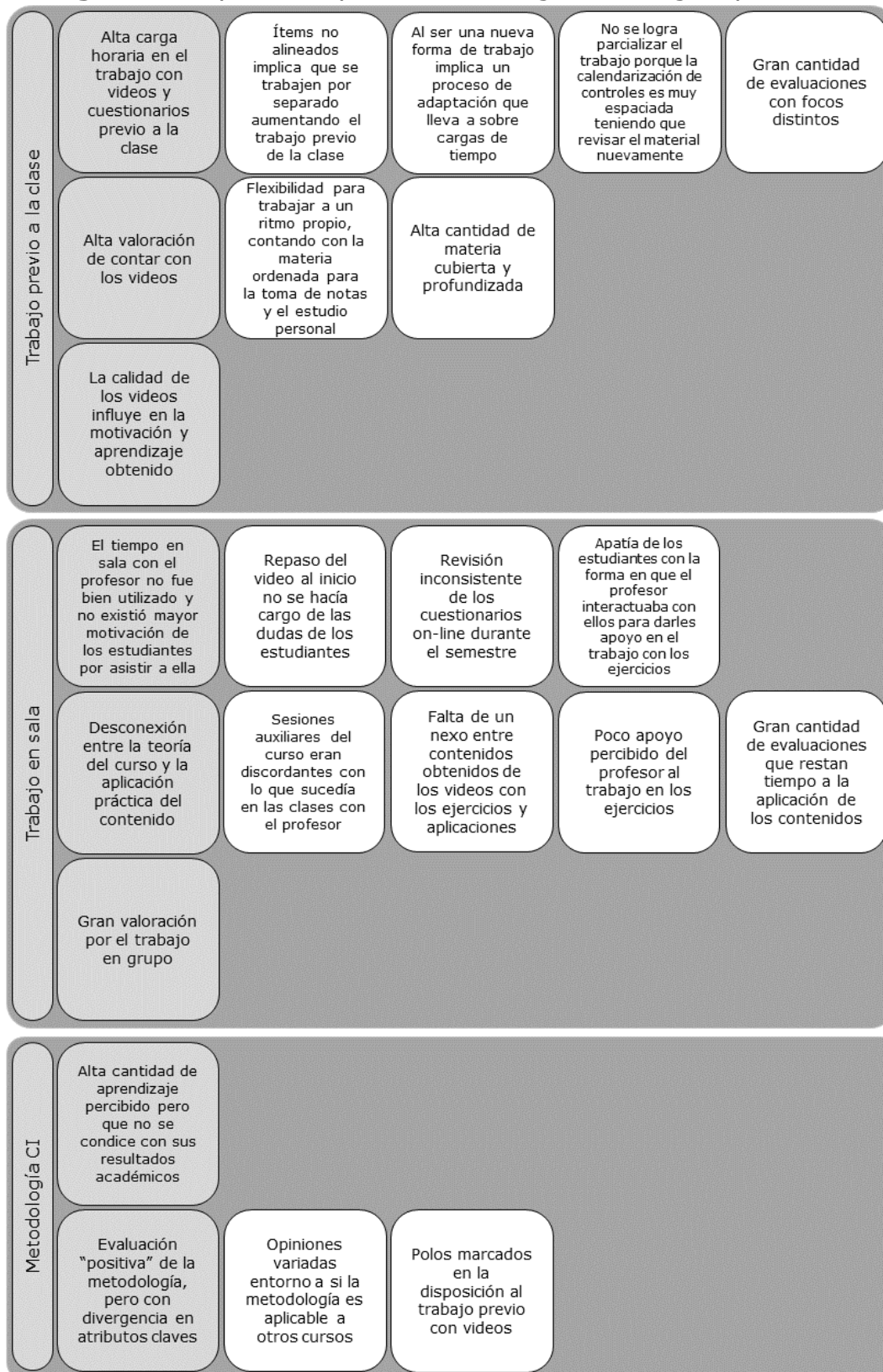
Estudiante 2: “yo soy pro-videos. Me gustó la metodología, pero no la metodología “en clases” entonces si se aplica armónicamente, así como que quede todo bien elaborado como un conjunto, creo que la metodología es muy buena. Pero lo que destaco de este curso son solo los videos”.

Las citas expuestas muestran como existieron dos opiniones marcadas respecto a lo que implicaba el trabajo con videos, donde en la primera se agrupan algunos estudiantes que reprendían el hecho de revisar contenidos fuera del horario de clases ya que es tiempo para ellos y por algo tienen presupuestado un horario de clases. El otro grupo remarcaba el gran valor de poder trabajar los contenidos en videos, a su tiempo y ritmo, siendo lo que más les acomodó del modelo. Dentro del primer grupo también surgieron reflexiones en torno a cuál sería el rol de la universidad si con los videos tengo todos los contenidos, pensando en que se está pagando por las clases. Este último cuestionamiento proveniente desde un paradigma basado en un modelo tradicional de clases donde son las clases y el profesor, en una sala, la fuente desde yo obtengo el conocimiento.

Los hallazgos antes expuestos se resumen en la imagen 4, en donde se realizó una división de estos pensando en la sección de la conversación que fueron surgiendo: Evaluación etapa de trabajo previo a la clase o personal, etapa de trabajo en sala y evaluación del modelo en su conjunto. Esto permite observar que existen causas e ítems que se repiten entre las conclusiones de los estudiantes, como es el caso de las evaluaciones, tanto el hecho de tener una alta cantidad de instancias evaluativas como que fuesen de focos distinto. La repetición del tema “evaluaciones” entonces muestra como este resulta ser una de las claves en la percepción que tienen los alumnos del modelo.

Así mismo, la idea de desalineación de ítems surge al momento de evaluar tanto los videos contra los cuestionarios y las sesiones auxiliares contra las del profesor, surgiendo así un importante diagnóstico de la implementación respecto a que, en su conjunto, el diseño del curso no logró conversar ni mantener una línea de trabajo. Esto tiene directa relación, nuevamente, con las dos conclusiones más relevantes del grupo focal: Alta carga de tiempo y falta de conexión teoría/práctica.

**Imagen 4:** Mapa conceptual de hallazgos focus group



Nota: Resumen de conclusiones obtenidas del grupo focal categorizadas de acuerdo a la sección de la conversación en que fueron obtenidas.



Finalmente, una última relación se puede observar respecto al apoyo percibido por él profesor. Este tema se repite esta vez para el aprovechamiento de clases y de la conexión teoría/práctica pudiéndose entonces concluir que un último elemento importante para poder lograr una buena evaluación el modelo dice relación con cómo los estudiantes perciben el aporte del profesor. Estas tres últimas relaciones plantean directrices claras respecto a cuáles deben ser las recomendaciones y mejoras que se deben realizar para así lograr mejores resultados, desde el punto de vista de los estudiantes.

## 5.2. RESULTADOS ENCUESTA DE PERCEPCIÓN

### 5.2.1. ANÁLISIS EXPLORATORIO

En la tabla 5 se presentan los estadísticos descriptivos de los resultados de la encuesta de percepción aplicada, la cual se puede ver en el anexo E. Como se detalla en la sección tratamiento de datos, las escalas en su mayoría son de 5 opciones, por lo que, para su entendimiento, se considera evaluación positiva para los valores sobre 3 y negativa los que son menores que dicho valor.

**Tabla 5:** Estadísticos descriptivos encuesta de percepción

Nº	Pregunta	N	Escala	Media	St.D.
1	Del hecho de ver los videos previos a la clase y su aporte en mi aprendizaje	38	A	3,6	1,1
2	Pensando en trabajar con videos en vez de un profesor presencial que diera cátedra del contenido	38	B	2,7	1,0
3	Respecto a estudiar contenidos en los videos sin que previamente el profesor los introdujera	38	D	2,6	0,9
4	Respecto a la cantidad de veces que vi los videos para entender los contenidos	38	O	2,9	0,9
5	De los ejercicios completados junto a los videos y su impacto en el trabajo en clase	38	A	3,1	0,9
6	Respecto a la dificultad de los ejercicios previos a la clase	37	D	2,2	0,6
7	De los videos para las clases 16-24, que no fueron trabajados con Flip, cumplí con revisar antes de clases	38	P	4,4	1,0
8	Luego del cambio en los videos, mi motivación por verlos	38	E	2,4	0,8
9	Luego del cambio en los videos, mi aprendizaje a partir de ellos	38	E	2,6	0,8
10	Respecto a la dinámica de trabajo llevada dentro de la sala de clases	38	C	2,9	1,2
11	Del repaso realizado por el profesor al inicio de la clase y su aporte en mi aprendizaje	38	A	2,7	1,4
12	De la revisión de los cuestionarios completados con los videos durante la clase y su aporte en mi aprendizaje	38	A	3,5	1,0
13	De los ejercicios hechos en clases y su aporte en mi aprendizaje	38	A	3,7	0,8

14	De la cantidad de interacciones con el profesor durante la clase versus en una clase tradicional	38	F	2,9	1,3
15	De la calidad de las interacciones con el profesor versus las de una clase tradicional	38	G	2,7	1,1
16	De la cantidad de interacciones con mis compañeros durante la clase versus en una clase tradicional	38	F	4,2	0,8
17	De la calidad de las interacciones con mis compañeros versus las de una clase tradicional	37	G	4,1	0,9
18	Respecto a la seguridad que sentí a la hora de rendir evaluaciones versus un ramo con clase tradicional	38	I	1,9	0,8
19	De la metodología y poder avanzar a un ritmo propio de aprendizaje	38	J	3,1	1,2
20	En comparación a un ramo de similar exigencia y de metodología tradicional, dediqué	38	N	4,5	0,8
21	De la motivación por ir a las clases versus en un ramo con clase tradicional, me sentí	38	K	2,8	1,1
22	De la preferencia por un ramo con Clase Invertida por sobre uno con Clases Tradicionales	38	L	2,8	1,3
23	Del aprendizaje que obtuve versus el de un ramo con clase tradicional	38	H	3,4	1,2
24	Respecto del cómo obtuve el aprendizaje durante el curso versus el de una clase tradicional	37	M	3,4	1,0
25	¿Recomendaría utilizar esta metodología en otros ramos de la carrera?	38	Q	2,1	0,5

Nota: El ítem escala corresponde al tipo de respuesta de cada una, el que se detalla en la sección 4.4.2.

Para evaluar estos resultados se dividen las preguntas en 3 conjuntos:

**1) Evaluación trabajo previo a la sesión presencial (preguntas 1 a 9):**

Se puede observar una evaluación positiva - promedio 3,6 de un máximo de 5 - del aporte de los videos al aprendizaje y que el trabajo con ellos fue exhaustivo pensando en la cantidad de veces que fueron vistos ya que el promedio 2,9 se acerca a la opción de revisión repetida previo a cada clase. El resto de la evaluación no resulta decidora pues si bien son todas levemente menores a 3, la desviación estándar es de aproximadamente 1 para la mayoría de ellas. Si es concluyente la evaluación que tuvieron los ejercicios en línea, siendo catalogados como difíciles. En el cambio de calidad posterior a dejar de trabajar con Flip, se observa una leve desmotivación por el trabajo con ellos, sustentado en una valoración de 2,2, siento 1 una disminución extrema de la motivación por verlos similar al aprendizaje percibido a partir de ellos, con valoración de 2,6.

**2) Evaluación trabajo presencial (preguntas 10 a 18):** En general la evaluación de la dinámica de clases no es decidora y no hay consenso entre los estudiantes ya que con un valor de 2,9 y desviación estándar de 1,2, se denota una presencia de variadas evaluaciones de este ítem y grupos con opiniones más bien contrarias. Esto se repite para la evaluación del repaso inicial, de la revisión de cuestionarios y de la percepción respecto de las interacciones con el profesor (cantidad y calidad). Para los ejercicios en

clase, es posible llegar a una conclusión de más validez ya que escapan más hacia una valoración positiva y más concluyente (3,7 con desviación estándar de 0,8). Otra evaluación que se alza es la de la interacción con compañeros, la que en cantidad y calidad obtiene 4,2 y 4,1 respectivamente, sobre puntuación máxima de 5. Por último, se puede ver como la metodología CI significó menos seguridad a la hora de enfrentar instancias evaluativas obteniendo 1,7 sobre 5.

**3) Evaluación metodología (preguntas 19 a 25):** En cuanto a la percepción general del modelo, mantiene la tónica de evaluaciones indiferentes con alta desviación estándar: Posibilidad de avanzar a ritmo propio, preferencia por el modelo, aprendizaje obtenido y la obtención del mismo de forma activa y experiencial, todas con desviación estándar mayor a 1. Sin embargo, en la evaluación de tiempo se aprecia como significó una mayor carga que los ramos tradicionales (4,5 sobre 5 en carga de tiempo).

Como se desprende del análisis anterior, se obtuvieron desviaciones estándar bastante altas, lo que muestra que la evaluación del modelo y sus atributos es variada entre los estudiantes del curso. Para continuar este análisis, deja en el anexo H un histograma de las respuestas, donde se puede observar que dentro de algunas preguntas existen acumulaciones de respuestas en la valoración que se hace. Una de ellas es la pregunta 10 correspondiente a la comodidad con la dinámica de la sesión presencial, en la que un 44,7% declaró sentirse incómodo con ellas (valorización < 3) y un 41,4% (valorización > 3) se sintieron cómodos. Esta situación se puede observar también en la pregunta 5, 11, 19, 22 y 23, donde las ultimas corresponden a evaluaciones generales del modelo como preferencia por el modelo y aprendizaje percibido en el caso de las últimas dos.

**Tabla 6:** Cálculo de correlaciones para preguntas encuesta de percepción

ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1										
2	0,52**	1									
3	0,54**	0,37*	1								
4	0,08	0,27	-0,04	1							
5	0,37*	0,31	0,09	0,12	1						
6	0,09	0,03	0,27	-0,23	0,18	1					
7	0,33*	0,12	0,1	-0,05	0,1	-0,03	1				
8	0,09	-0,23	-0,1	-0,31	-0,14	0,16	0,35*	1			
9	0,18	-0,24	-0,14	-0,41*	-0,06	0,01	0,43**	0,65**	1		

10	0,25	-0,18	-0,02	-0,13	0,01	0,17	0,06	0,02	0,1	1	
11	0,2	-0,23	0,1	-0,2	0,09	0,17	0,21	0,35*	0,37*	0,13	1
12	0,3	-0,14	0,13	-0,1	0,3	0,27	0	0,03	0,03	0,45**	0,3
13	0,41*	0,08	0,41*	-0,07	0,27	0,1	0,39*	-0,02	-0,02	0,35*	0,2
14	0,21	0,05	0,22	-0,44**	0,03	0,15	0,08	0,13	0,18	0,07	0,2
15	0,36*	0,1	0,26	-0,23	0,3	0,32	0,16	0,18	0,25	0,05	0,36*
16	0,07	0,29	0,05	0,06	0,13	0,23	0,25	-0,31	-0,13	0,2	-0,43**
17	0,2	0,19	0,29	-0,06	0,14	0,29	0,31	-0,17	-0,12	0,27	-0,34*
18	0,31	0,26	0,22	-0,08	0,09	0,36*	-0,02	-0,08	-0,14	0,16	0,3
19	0,3	0,3	0,29	0,04	0,31	0,2	0,27	-0,14	0	-0,01	0
20	-0,03	0,18	-0,02	0,17	-0,16	-0,23	0,24	-0,04	-0,09	-0,22	0
21	0,59**	0,41*	0,11	0,23	0,41*	0,04	0,21	0,17	0,01	0,26	0
22	0,7**	0,64**	0,41*	0,19	0,46**	0,18	0,17	-0,16	-0,19	0,12	0,1
23	0,75**	0,51**	0,66**	0,06	0,26	0,18	0,34*	0,04	-0,01	0,15	0,2
24	0,39*	0,24	0,02	-0,15	0,21	0,01	0,36*	0,25	0,47**	0,1	0,3
25	-0,55**	-0,52**	-0,39*	-0,23	-0,5**	-0,27	-0,12	0,08	0,14	0,01	-0

ID	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
12	1									
13	0,47**	1								
14	0,15	0,09	1							
15	0,3	0,18	0,75**	1						
16	0	0,12	0,04	0,05	1					
17	0,11	0,38*	0,11	0,14	0,84**	1				
18	0,24	0,2	0,37*	0,54**	-0,02	0,16	1			
19	-0,01	0,43**	0,15	0,2	0,21	0,29	0,21	1		
20	-0,08	0,2	-0,03	-0,16	0,04	0,14	-0,06	0,33*	1	
21	0,2	0,33*	0,28	0,36*	0,18	0,29	0,33*	0,32*	0,07	1
22	0,25	0,37*	0,22	0,3	0,19	0,23	0,53**	0,33*	0,08	0,65**
23	0,26	0,52**	0,43**	0,44**	0,14	0,31	0,41*	0,44**	0,1	0,57**
24	0,24	0,17	0,35*	0,44**	0,15	0,11	0,31	0,09	-0,01	0,45**
25	-0,19	-0,23	-0,12	-0,31	-0,2	-0,23	-0,39*	-0,37*	-0,04	-0,51**

ID	22	23	24
22	1		
23	0,72**	1	
24	0,33*	0,32	1
25	-0,68**	-0,59**	-0,04

Nota: \* se refiere a las correlaciones significativas al 0,05 y \*\* se refiere a correlaciones lo son al 0,01.

Otro análisis realizado corresponde a la matriz de correlaciones que se muestra en la tabla 6. Una primera observación importante corresponde a lo que sucede con la variable 1, que mide la aporte al aprendizaje, percibido por los

estudiantes, de los videos. Esta variable muestra estar relacionada con prácticamente todos los ítems correspondientes a la etapa previa de la clase, (variables 2, 3 y 5) junto con atributos claves del modelo CI, como lo es la sección de ejercicios en clase (y su aporte al aprendizaje) y la relación con el profesor y la calidad de las interacciones con él, preguntas 13 y 15 respectivamente. Todas son correlaciones positivas que rondan el 35%, excepto para las que apuntan al ítem videos.

Una segunda variable con una alta cantidad de correlaciones significativas es precisamente la pregunta 13, que además de relacionarse con la evaluación de los videos, presenta relaciones con la evaluación de 2 de los 4 puntos que se abarcan y corresponden a la actividad en clase: aporte al aprendizaje de la revisión de ejercicios en línea (0,47) y calidad de las interacciones con los compañeros (0,38), correspondientes a las preguntas 12 y 17. Además de esto, resulta importante notar que su correlación es significativa y de valor 0,37 con la comodidad que tiene un estudiante con la dinámica en clases, pidiendo así notar que es una variable decidora de la evaluación general del trabajo que se lleva a cabo durante las sesiones presenciales.

Una última variable interesante de mirar y que corresponde a un atributo específico de la implementación, es la de seguridad percibida para enfrentar las evaluaciones, que coincidentemente muestra una correlación significativa con las dos variables que hablan de las interacciones con el docente, siendo más alta con la calidad de esta, teniendo un valor 0,54.

Respecto a las preguntas 19 a 25 que son evaluaciones generales de la metodología, se destaca la variable 22 que evalúa la preferencia por el modelo CI, la que presenta una correlación significativamente alta con el aporte al aprendizaje de los videos, la comodidad de recibir contenidos desde ellos versus desde el profesor y la facilidad de recibir contenidos desconocidos desde dicho recurso, con valores de 0,7, 0,64 y 0,41 respectivamente, mostrándose así el trabajo con videos como el atributo de mayor relevancia en la evaluación del modelo, cosa que era de esperarse al tratarse de la principal innovación que implica el modelo. Otro atributo que le sigue en relevancia es la seguridad para enfrentar la evaluación, presentando una correlación significativa de 0,53. Se incluyen dentro de este grupo de variables, el aporte al aprendizaje de los cuestionarios en línea y de los ejercicios en clase, además de la posibilidad de avanzar a ritmo propio, aunque con menor impacto. Finalmente,

aparece también la motivación por asistir a las clases presenciales como una variable de relevancia alta (0,65).

Para la variable 23 que evalúa el aprendizaje obtenido versus el logrado con un modelo tradicional, se mantienen prácticamente los mismos atributos significativos, aumentando en su mayoría el valor de la correlación, sobre todo para las preguntas de aporte al aprendizaje. Resulta importante notar que el aporte de los ejercicios previos a la clase no aparece relacionado, pero se incluye la cantidad y calidad de las interacciones con el profesor con un valor entorno al 0,4. Se mantienen las significancias en las preguntas de motivación y de posibilidad de avanzar a ritmo propio. Por último, se puede observar una correlación significativamente alta de valor 0,72 con la preferencia por el modelo.

### 5.2.2. MODELOS MULTIVARIADOS

El análisis mostrado anteriormente motiva la búsqueda por replicar los resultados obtenidos por McNally et al (2017) en cuanto a la existencia de dos grupos entre los estudiantes de educación superior que toman cursos con metodología CI, en el cual uno de ellos, los llamados *Flip Endorsers*, muestran sistemáticamente una mejor disposición o preferencia hacia los atributos más relevantes del modelo. A diferencia del segundo grupo denominado *Flip Resistant*, neutrales a la evaluación de las actividades en clases pero que frente a las actividades previas son particularmente contrarios.

Se realiza entonces un análisis en dos etapas de modelos multivariados con lo que se obtienen dos grupos definidos por las variables de preferencia y aprendizaje percibido con el modelo versus uno tradicional, con importancia relativa de los factores de 1 y 0,87 respectivamente con un cociente de tamaño de 1,71.

Es así como en la tabla 7 se puede observar una diferencia significativa en la evaluación de variados ítems de la implementación, siendo particularmente claros en los que dicen relación con la etapa previa donde todas las evaluaciones son estadísticamente más altas en el segundo grupo, incluyendo la evaluación de aporte al aprendizaje de los videos y los cuestionarios, las cuales resultaron negativas para el primer grupo, es decir menores a 3, y

positivas para el segundo, Lo mismo ocurre para la utilidad de la revisión de cuestionarios y ejercicios en clase, donde la diferencia es significativa, pero neutral en un segmento y positiva en el segundo. Es importante notar también la diferencia en la motivación por asistir a clases entre los grupos, donde muestra una media muy baja en comparación con el segundo, con una diferencia de casi dos puntos.

**Tabla 7:** Comparación de resultados encuesta percepción segmentado por clusters encontrados

Número clúster	1 (N=14)		2 (N=24)		Sig.
	Media	St. D.	Media	St. D.	
1 Utilidad videos en aprendizaje	2,50	1,02	4,29	0,55	0,00
2 Comodidad recibir contenidos desde videos vs profesor	2,21	0,80	3,00	1,06	0,01
3 Facilidad de estudiar contenido desconocido desde videos	2,14	0,36	2,88	0,99	0,00
4 Utilización de videos	2,79	0,70	3,00	0,98	0,44
5 Utilidad ejercicios en-línea para aprendizajes	2,57	0,65	3,42	0,83	0,00
6 Facilidad de los ejercicios en-línea	2,00	0,55	2,26	0,62	0,19
7 Cantidad de videos vistos sin plataforma Flip	4,07	1,07	4,63	0,92	0,12
8 Motivación por videos no desarrollados en Flip	2,36	0,74	2,38	0,82	0,95
9 Aprendizaje a partir de videos no desarrollados por Flip	2,64	0,74	2,63	0,77	0,94
10 Comodidad por dinámica de clases	2,57	1,09	3,17	1,27	0,14
11 Utilidad del repaso inicial para el aprendizaje	2,36	1,28	2,92	1,41	0,22
12 Utilidad de la revisión de cuestionario en-línea para el aprendizaje	3,00	1,11	3,79	0,88	0,03
13 Utilidad de los ejercicios en clase para el aprendizaje	3,14	0,77	4,00	0,72	0,00
14 Aumento en cantidad de interacciones con el profesor vs modelo tradicional	2,50	1,16	3,21	1,25	0,09
15 Aumento en calidad de interacciones con el profesor vs modelo tradicional	2,21	0,89	3,04	1,04	0,01
16 Aumento en cantidad de interacciones con los compañeros vs modelo tradicional	4,00	0,68	4,25	0,85	0,33
17 Aumento en calidad de interacciones con los compañeros vs modelo tradicional	3,79	0,70	4,26	0,92	0,08
18 Seguridad para enfrentar evaluaciones	1,50	0,65	2,17	0,82	0,01
19 Posibilidad de avanzar a un ritmo propio	2,64	1,01	3,42	1,18	0,04
20 Cantidad de tiempo dedicado en comparación a ramos similares con modalidad tradicional	4,57	0,76	4,46	0,83	0,67
21 Motivación por asistir a clases vs modelo tradicional	1,86	0,77	3,38	0,92	0,00
22 Preferencia CI sobre modelo tradicional	1,36	0,50	3,63	0,88	0,00
23 Cantidad de aprendizaje obtenido	2,21	0,58	4,08	0,78	0,00
24 Obtención de aprendizaje de forma activa y experiencial	2,86	0,95	3,65	0,88	0,02
25 Recomendación de metodología para otros cursos de ingeniería y ciencias	2,50	0,52	1,92	0,28	0,00

Esto muestra que se mantienen los hallazgos de McNally ya que, si bien no hablan de preferencia, los indicadores de preferencia por CI y el aprendizaje obtenido mostraron una correlación de 0,72, permitiendo concluir así que existe un grupo con mejor disposición hacia los atributos y actividades del modelo y otro más resistente. Es en estos atributos donde se muestran las mayores diferencias, sobre todo en el aprendizaje obtenido. Por lo tanto, se tiene el primer grupo identificado con los *Flip resistant* y el segundo por los *Flip endorsers*. No se encontraron diferencias demográficas tales como sexo ni edad entre los estudiantes debido a la baja variabilidad de la muestra.

### 5.2.3. ANÁLISIS FACTORIAL CONFIRMATORIO DE ATRIBUTOS EVALUADOS POR ESTUDIANTES

Las correlaciones mostradas entre las variables de la encuesta de percepción hacen presumir la existencia de factores intrínsecos en la evaluación que realizan los estudiantes de la metodología CI implementada en el caso de estudio, por lo que se realizaron análisis factoriales confirmatorios en dos líneas: Uno que considera las etapas en las que consta el modelo en cuestión y otro correspondiente a preguntas específicas que preguntan por aporte al aprendizaje de los atributos y comodidad con los mismos.

La encuesta fue construida siguiendo una lógica predefinida en que los estudiantes debían evaluar, en resumen, las actividades llevadas a cabo previo a una clase, las que se realizaban en el aula y finalmente tópicos generales de la metodología. Las tablas 8, 9 y 10 muestran los resultados de tres análisis factoriales que testean la existencia de estos de factores en la evaluación que realizaron los estudiantes, pudiéndose notar que, en el caso de la primera etapa, la percepción de la dificultad que tenían los ejercicios previos escapa a la premisa. El estudio de las correlaciones muestra como esta variable tiene relación más bien con la seguridad de los estudiantes hacia las evaluaciones, abriendo otro ítem no abarcado en la primera clasificación.

Para la segunda etapa de trabajo en sala, se puede notar que las evaluaciones respecto a las interacciones con compañeros escapan a la clasificación, lo que se asocia principalmente a que no existe una relación significativamente alta con otra variable explicitada en la encuesta, además de tratarse de un ítem que implica otros factores como el estudio en conjunto, que escapa a esta implementación específica del modelo, tal como ellos mismos declararon en el



grupo focal desarrollado (este punto se desarrollará más en detalle en la sección 5.4). Finalmente, en la evaluación del modelo en general, se obtiene un atributo que escapa al componente y que corresponde al tiempo dedicado. Este último, no presenta una correlación significativamente alta con ningún otro elemento y se condice también con otro punto que los estudiantes comentaron respecto a que la alta carga de tiempo percibida se debe más bien a una alineación entre los componentes del modelo, factor que no es abarcado por ninguna otra variable.

**Tabla 8:** Análisis factorial de atributos correspondientes a la etapa de trabajo previa a la sala de clases

<b>Componentes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Utilidad videos en aprendizaje	0,851	-
Comodidad recibir contenidos desde videos vs profesor	0,740	-
Facilidad de estudiar contenido desconocido desde videos	0,727	-
Utilidad ejercicios en-línea para aprendizajes	0,549	-
Facilidad de los ejercicios en-línea	-	0,901

Nota: Análisis de factores que incluye los componentes con autovalores mayores a 1. Se incluyen los valores mayores y sin rotación.

**Tabla 9:** Análisis factorial de atributos correspondiente a la etapa de trabajo en sala

<b>Componentes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Comodidad por dinámica de clases	0,524	-	0,536
Utilidad del repaso inicial para el aprendizaje	0,370	-	-
Utilidad de la revisión de cuestionario en-línea para el aprendizaje	0,628	-	-
Utilidad de los ejercicios en clase para el aprendizaje	0,594	-	-
Aumento en cantidad de interacciones con el profesor vs modelo tradicional	0,625	-	-
Aumento en calidad de interacciones con el profesor vs modelo tradicional	0,749	-	-
Aumento en cantidad de interacciones con los compañeros vs modelo tradicional	-	0,860	-
Aumento en calidad de interacciones con los compañeros vs modelo tradicional	-	0,830	-
Seguridad para enfrentar evaluaciones	0,650	-	-

Nota: Análisis de factores que incluye los componentes con autovalores mayores a 1. Se incluyen los valores mayores y sin rotación. Para el caso de comodidad por dinámica en clases se incluyen los valores para 2 componentes dado que son similares, concluyéndose que su presencia se puede anexar al primer componente.

En cuanto al análisis de factores para aprendizaje y comodidad por el modelo, que se puede observar en las tablas 11 y 12, se obtuvo que para cada uno de ellos existió un elemento que escapó al factor latente esperado. Para las evaluaciones de aporte al aprendizaje se pudo notar como la percepción respecto al repaso inicial no se alineó, lo que se adjudica al hecho de que fue un atributo percibido de muy poca utilidad por los estudiantes, obedeciendo más a la valoración que ellos le otorgaron a la relación con el docente, abarcado por otras variables de la encuesta. Así mismo, en el caso de los ítems que se enfocaban más hacia la comodidad y/o preferencia por las partes del modelo, se puede observar que nuevamente es la dinámica de clases es la que no se incluye en la componente. Como ya se pudo observar en el análisis de la etapa de trabajo en sala, esta valorización hecha por los estudiantes puede estar vislumbrando otro ítem de evaluación, que al observar las correlaciones dice relación específicamente con los ejercicios en clase y la revisión de los cuestionarios en línea. Dado lo encontrado en los grupos focales, esta variable puede estar midiendo más bien como la dinámica de clases se alinea con las demás partes de la implementación de CI.

**Tabla 10:** Análisis factorial de atributos correspondiente a la evaluación general del modelo CI

<b>Componentes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Posibilidad de avanzar a un ritmo propio	0,606	-
Cantidad de tiempo dedicado en comparación a ramos similares con modalidad tradicional	-	0,804
Motivación por asistir a clases vs modelo tradicional	0,820	-
Preferencia CI sobre modelo tradicional	0,851	-
Cantidad de aprendizaje obtenido	0,862	-
Obtención de aprendizaje de forma activa y experiencial	0,530	-

Nota: Análisis de factores que incluye los componentes con autovalores mayores a 1. Se incluyen los valores mayores y sin rotación.

Lo antes expuesto muestra como existen otros factores que requieren ser evaluados en la implementación del modelo CI y que tienen que ver básicamente con las evaluaciones del curso en su conjunto y como estas fueron percibidas por los estudiantes, además de un tópico correspondiente a la relación entre los atributos de trabajo en sala y fuera de ella, junto con la carga de tiempo que ellos implican. Como ya se mencionó, estos puntos fueron abarcados en las mediciones cualitativas que se realizaron y que serán analizadas en conjunto con estas conclusiones en la sección 5.4.

**Tabla 11:** Análisis factorial de variables enfocadas a la medición de aporte al aprendizaje de los atributos del modelo

<b>Componentes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Utilidad videos en aprendizaje	0,809	-
Utilidad ejercicios en-línea para aprendizajes	0,550	-
Utilidad del repaso inicial para el aprendizaje	-	0,733
Utilidad de la revisión de cuestionario en-línea para el aprendizaje	0,631	-
Utilidad de los ejercicios en clase para el aprendizaje	0,740	-
Cantidad de aprendizaje obtenido	0,803	-

Nota: Análisis de factores que incluye los componentes con autovalores mayores a 1. Se incluyen los valores mayores y sin rotación.

**Tabla 12:** Análisis factorial de variables enfocadas a la medición de comodidad/preferencia de los atributos del modelo

<b>Componentes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Comodidad recibir contenidos desde videos vs profesor	0,854	-
Facilidad de estudiar contenido desconocido desde videos	0,698	-
Comodidad por dinámica de clases	-	0,984
Preferencia CI sobre modelo tradicional	0,857	-

Nota: Análisis de factores que incluye los componentes con autovalores mayores a 1. Se incluyen los valores mayores y sin rotación.

### 5.3. RESULTADOS RENDIMIENTO ACADÉMICO

Para el análisis de impacto en el rendimiento académico del modelo CI, se realizó una comparación histórica con las versiones anteriores del curso, dictados en modalidad tradicional y que resultan ser comparables en base a 2 temáticas: Que fueran dictados por el mismo profesor y que abracaran los mismos contenidos. Es importante notar que el segundo criterio fue validado por el profesor del curso, quién confirmó haber mantenido los contenidos exactamente iguales entre los semestres a comparar. Es así como se realizó el análisis con las versiones del semestre Otoño 2016 (2016-1) y Primavera 2016 (2016-2).

#### 5.3.1. COMPARACIÓN RENDIMIENTOS HISTÓRICOS

Para realizar la comparación, se caracterizó la muestra de cada semestre para poder aislar posibles efectos externos al curso y mermar así las limitantes que

implica no realizar un experimento con grupos creados a partir de una asignación aleatoria, como lo puede ser incluir en la comparación errores sistemáticos, que, en este caso en particular, se pueden deber a semestres con características particulares de los estudiantes que lo cursan. Es así como en la tabla 13 se resumen las características demográficas de los grupos a comparar, observándose inmediatamente que el grupo 2016-2 presenta un tamaño considerablemente menor de estudiantes. A su vez, se puede observar que más de la mitad de los alumnos que lo cursaron habían reprobado el curso previamente, de tal forma que se descartó realizar una comparación con dicho semestre. Como se mencionó en la sección 4.1, el curso es obligatorio y corresponde a quinto semestre, de tal forma de que el ramo debiese ser cursado en los semestres de otoño.

Al observar el grupo 2016-1, no se obtienen diferencias estadísticamente significativas ni en su promedio en la prueba de selección universitaria al ingresar a la Facultad, así como en la carga horaria por otros cursos que hayan rendido el semestre en cuestión (UD's totales en el semestre). Sin embargo, se puede notar que los estudiantes del semestre en estudio obtuvieron estadísticamente menores resultados académicos en los primeros cuatro semestres de la carrera correspondientes al Plan Común. Si bien esto puede deberse a diversos factores que escapan al estudio, se tendrá en consideración dicho factor al momento de realizar el análisis de diferencias. A su vez, se tiene el tema de diversidad de género en el grupo, obteniéndose en el grupo en estudio 7 mujeres versus las 3 presentes en el grupo de control (2016-1), otro tema que escapa al estudio pero que se mantendrá presente en los análisis.

**Tabla 13:** Resumen rendimientos académicos por semestre

Curso	N	Media PSU	Media Edad	Nota Plan Común	UD's total en semestre	% Mujeres	% reprobados
2016-1	46	769,17	21,60	5,61	48,04	7,0	37,0
2016-2	9	752,24	22,11	5,23	38,89	22,2	55,6
2017-1	44	762,47	20,77	5,46	46,25	13,6	27,3
Sig.	-	0,17	-	0,03	0,17	-	-

Nota: Elaboración propia en base a datos obtenidos desde el sistema de gestión docente de la Facultad. % reprobados corresponde a la fracción de estudiantes que dieron el curso por segunda, tercera o cuarta vez. La significancia fue calculada entre los semestres 2016-1 y 2017-1.

Un punto importante para realizar un cálculo de diferencias entre evaluaciones es que midan la misma cantidad de conceptos y contenidos en general. Cómo ya se explicitó, los contenidos de cada curso son exactamente los mismos, no

así las evaluaciones realizadas. En la tabla 14 se incluyen solo los instrumentos evaluativos que se condicen entre semestres, quedando afuera proyectos de investigación, así como el denominado control 3 que se detalló en la sección 4.1. Se puede observar entonces que no existió un aumento en el rendimiento académico de los estudiantes, sino que bajó. Es más, en el ítem examen, evaluación escrita que mide todo el contenido visto durante el semestre, los resultados fueron estadísticamente menores para el semestre en estudio. Sin embargo, en la evaluación total del curso, las diferencias no fueron notables e incluso, el índice de reprobación es más bajo en el curso implementado con Flip. Se realizó un test Chi Cuadrado de independencia sobre este último y con una significancia de 0,21 se concluye de todas formas no es significativo ni atribuible al curso dicha diferencia.

**Tabla 14:** Resumen rendimientos académicos por semestre

<b>Curso</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>Prom C1-C2</b>	<b>Examen</b>	<b>Tareas</b>	<b>Nota Final</b>	<b>% Reprob</b>
2016-1	3,63	4,22	3,93	4,64	5,83	5,16	34,8
2017-1	3,73	3,94	3,83	3,75	6,02	5,10	22,7
Sig.	0,28	0,09	0,61	0,01	0,28	-	0,21

Nota: Se incluyen sólo las evaluaciones que son significativas. Se calculó un test de diferencia de medias de dos colas asumiendo varianzas independientes sobre las evaluaciones y un test Chi cuadrado de independencia para el % de reprobación de cada curso.

En la sección 3.3 se muestra que dentro de las principales ventajas de la metodología CI se encuentra el tiempo en sala para alcanzar a cada estudiante de la forma que más lo necesite. En esa línea, en su evaluación final, el profesor del curso en estudio notó un mejor entendimiento y nivel de discusión con quienes usualmente ya lo tienen, pero se mantuvo el grupo que usualmente no logra saber cómo apoyarlos y que se quedan con errores conceptuales. Dado esto, se construyó la tabla 15 que resume las diferencias entre las evaluaciones de conocimientos (controles 1,2 y examen) segmentado por el rendimiento de los estudiantes de cada curso en su historia universitaria a la fecha, es decir, su promedio de Plan Común. Como ya se comentó, no aumentó el rendimiento académico en ninguna de las evaluaciones e incluso bajó en el examen, por lo que resulta interesante mirar cuál de los dos segmentos evidenció mayores diferencias, pudiéndose entonces notar como en el segmento superior fue el único donde se evidenció una baja significativa en sus notas.

**Tabla 15:** Comparación de resultados académicos segmentado por promedio plan común

<b>Curso</b>	<b>N INF</b>	<b>N SUP</b>	<b>Media C1-C2 INF</b>	<b>Media C1-C2 SUP</b>	<b>Examen INF</b>	<b>Examen SUP</b>
2016-1	25	21	3,54	4,38	4,03	5,37
2017-1	25	19	3,50	4,27	3,68	4,31
Sig.	-	-	0,40	0,28	0,20	0,00

Nota: Se define como punto de división el promedio de la nota en plan común de cada semestre correspondiente a 5,61 en el semestre 2016-1 y 5,46 el 2017-1.

### 5.3.2. REGRESIÓN LINEAL PARA ANÁLISIS DE GRUPOS

Dadas las diferencias encontradas entre los grupos de estudio en la sección 5.3.1, se realiza un análisis de regresiones para poder aislar los efectos de las variables que caracterizan a cada uno y poder determinar así si el hecho de haber participado en el curso con modalidad CI implicó las diferencias en los rendimientos. En primer lugar, se realizó un estudio de correlaciones para medir las relaciones entre las variables, el que se puede observar en el anexo I. En ella se puede notar que las 3 notas en estudio, promedio control 1 y 2, examen y nota final, están relacionadas principalmente con el puntaje PSU de ingreso a la Facultad (excepto en el caso del examen), las notas de Plan Común, las UD's que tienen los estudiantes en paralelo, es decir, la carga académica del semestre en estudio, y el hecho de si es primera vez o no que rinden el curso. Esta última relación es esperable, lo que se condice con el alto valor de las correlaciones calculadas.

Las regresiones calculadas, que se resumen en la tabla 16, permiten mantener la conclusión de que el haber participado en el curso con modalidad Flip no es el principal factor que propició los resultados, siendo todos los modelos significativos de acuerdo con el test ANOVA. Para el caso de las notas obtenidas entre los controles 1 y 2, este si presenta un efecto estadísticamente significativo y a la baja, pero que está por debajo del efecto de ser primera vez que se cursa el ramo. Así mismo, resulta significativo el efecto del rendimiento previo en Plan Común.

Para el modelo respecto al examen, se puede observar que al 5% de significancia solo resulta significativa la variable dummy que muestra si el estudiante rindió o no el curso de forma previa. A un 10% de significancia se suma a ese grupo el rendimiento previo de Plan Común, con un efecto menor

que el obtenido para las notas de los controles. Finalmente, para la nota final del curso, prácticamente el total de impacto en su valor se lo lleva lo correspondiente a la variable de reprobación previa, siguiéndole los resultados académicos de los primeros semestres de la carrera, siendo este significativo a un 5%.

**Tabla 16:** Cálculo de regresiones lineales para evaluaciones comparadas y nota final del curso

Variable	Promedio C1 y C2		Examen		Nota Final	
	Beta	Sig.	Beta	Sig.	Beta	Sig.
(Constante)	0,250	0,001	0,249	0,022	0,116	0,056
Flip (dummy)	-0,225	0,020	-0,154	0,170	-0,009	0,836
Sexo (dummy)	-0,006	0,947	-0,098	0,371	-0,012	0,779
Edad	-0,003	0,976	0,117	0,332	-0,048	0,322
PSU	-0,039	0,742	-0,211	0,136	-0,016	0,782
Plan común	0,370	0,003	0,243	0,091	0,135	0,021
UD's	-0,041	0,684	0,163	0,173	-0,107	0,029
Primera vez que rinde el curso (dummy)	0,503	0,000	0,454	0,001	0,917	0,000

Nota: La variable Flip toma el valor de 1 si corresponde al caso de estudio. En sexo, el valor 1 corresponde a sexo mujer. La variable 7 toma el valor de 1 si es primera vez que el estudiante toma el curso y 0 si es segunda, tercera o cuarta vez. El resto de las variables fueron normalizadas de acuerdo con la fórmula  $\frac{x-\max(x)}{\max(x)-\min(x)}$ . Notar que la nota final se calcula a partir de las dos anteriores por lo que no se consideraron en la regresión pues su preponderancia era muy alta disminuyendo el efecto de las demás variables.

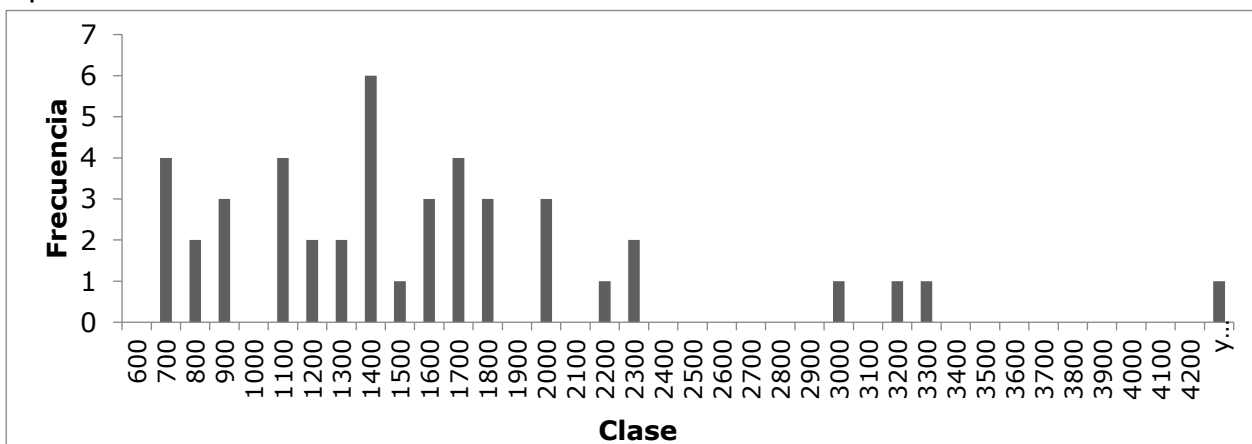
El análisis expuesto muestra como el haber cursado el ramo con modalidad CI no incide estadísticamente en los rendimientos académicos en general, no pudiendo así atribuir las diferencias con los rendimientos anteriores al modelo. Existen otros factores de mayor preponderancia como lo es el hecho de que los estudiantes del semestre en estudio tenían rendimientos más bajos, en promedio, en los primeros años de carrera, por lo que dentro de las causas en las diferencias de rendimiento se puede encontrar el hecho que era un grupo con menor preparación de los cursos anteriores. Sin embargo, se debe observar que se obtuvo un efecto positivo en la nota de que fuese la primera vez que se rinde el curso, de manera que, si se considera el hecho de que en la versión CI del curso eran menos estudiantes en situación de reprobados, se

podría haber esperado mejores resultados en promedio. A pesar de esto último, el estudio expuesto permite concluir que no es atribuible a la modalidad del curso (CI o tradicional) las diferencias en los rendimientos académicos de los estudiantes

### 5.3.3. ESTUDIO TRABAJO CON VIDEOS

Por último, se realizó un estudio del impacto que tiene el trabajo con los videos en los resultados académicos de los estudiantes. Cabe notar que el trabajo con videos durante el semestre fue exhaustivo, en el sentido que el promedio de visualización de los videos fue de un 99,1%<sup>7</sup>. Se calculó entonces una tabla de correlaciones que se resume en la tabla 17, en la que se utiliza la variable minutos en plataforma Flip, la cual mide el tiempo que los alumnos estuvieron en la página revisando videos. Es importante notar que esta variable presentó valores que iban entre los 638 minutos y los 4614, con un promedio de 1550,73 y una desviación estándar de 783,79 minutos. Esto quiere decir que, con un promedio de duración de 6 minutos por video y un total de 100 de estos en la plataforma Flip, hubo estudiantes que vieron solo una vez cada video (600 minutos aproximadamente) y otros que vieron prácticamente 5 a 6 veces cada uno. En el gráfico 1 se muestra un histograma que detalla lo expuesto.

**Gráfico 1:** Histograma de cantidad de alumnos y sus minutos en plataforma para visualización de videos



Nota: La clase corresponde al máximo para cada conjunto. Por ejemplo, para la clase 700 se contabiliza a todos los tiempos entre 600 y 700 minutos.

<sup>7</sup> Este indicador corresponde solo a los videos que fueron trabajados con Flip. Para el resto de los videos, se encuestó a los estudiantes con la pregunta “¿Para cuantas de clases que fueron trabajadas con Flip cumplí con revisar previamente los videos?” a lo que un 68,4% afirmó haberlo hecho para el 90% o más de ellas.



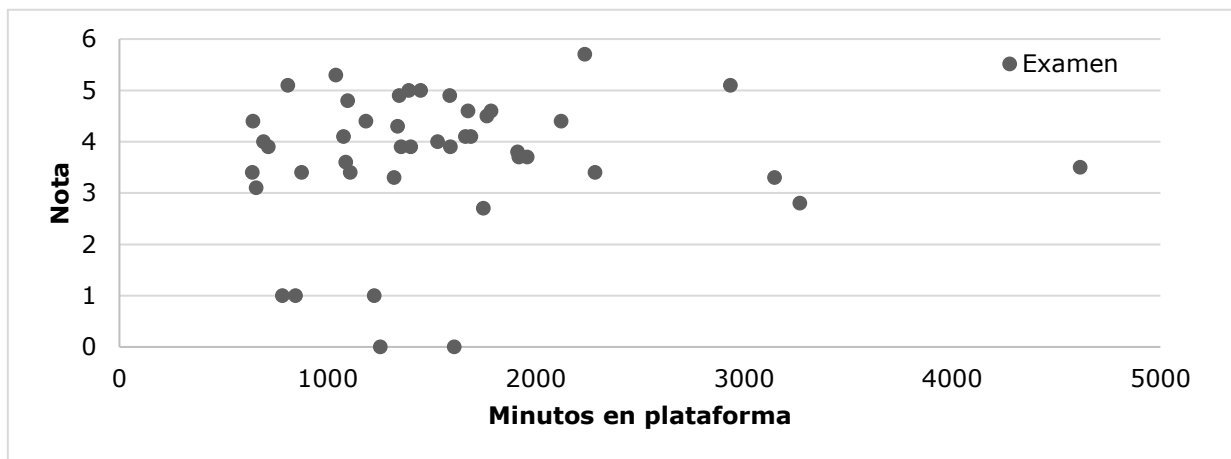
Las correlaciones muestran que no existen relaciones significativas entre la cantidad de tiempo que los estudiantes pasaron viendo videos y los resultados académicos en las principales evaluaciones del curso. Mas aún, si se observan los gráficos 2 y 3 de dispersión, no se obtienen tendencias claras que presuman la existencia de dicha relación.

**Tabla 17:** Cálculo de correlaciones entre tiempo de permanencia en plataforma Flip y principales resultados académicos

	1	2	3
1 Minutos en plataforma Flip	1		
2 Promedio C1 y C2	0,21	1	
3 Nota Examen	0,079	0,31	1

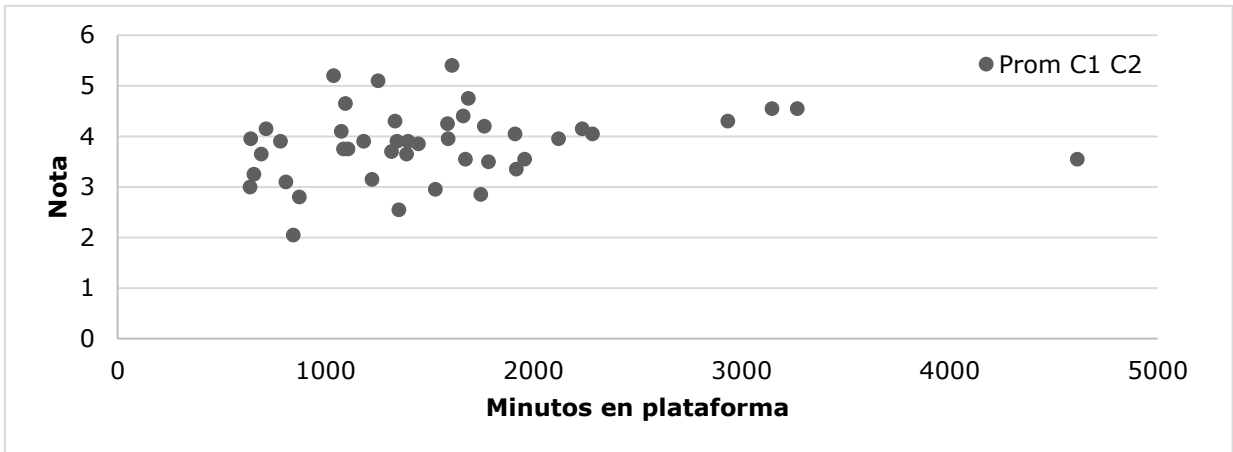
Nota: \*\* se refiere a correlaciones significativas al 0,01 y \* a las que lo son al 0,05. Notar que la variable minutos en plataforma considera el tiempo total que durante el semestre los estudiantes estuvieron en el interfaz de Flip observando videos.

**Gráfico 2:** Dispersión de notas examen respecto al tiempo que los estudiantes estuvieron viendo videos.



Es importante notar que resulta contra-intuitivo este resultado ya que la revisión de los videos, en el modelo, reemplaza las horas que un estudiante debiese dedicar al estudio de los contenidos, por lo que una primera reflexión diría que la revisión de los videos debiese estar directamente relacionada con los rendimientos. Sin embargo, y como se detallará en la sección 6, existieron durante el semestre ciertos factores como lo son la desconexión de los videos con la práctica de los contenidos y la poca conexión de ellos con lo trabajado en las evaluaciones, juicio de los estudiantes y el profesor del curso que muestra que esta premisa no se cumplió del todo.

**Gráficos 3:** Dispersión de promedio notas control 1 y 2 respecto al tiempo que los estudiantes estuvieron viendo videos.



## 6. ANÁLISIS CONJUNTO DE RESULTADOS

En esta sección se presentan los principales resultados obtenidos de los análisis tanto de percepción como de los rendimientos académicos profundizando en ellos a través de los hallazgos obtenidos de las herramientas cualitativas utilizadas en el estudio.

### 6.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS ENCUESTA DE PERCEPCIÓN

#### 6.1.1. ETAPA PREVIA A LA SESIÓN PRESENCIAL

Los recursos que correspondían al trabajo previo eran los videos y cuestionarios en línea, donde la evaluación de los estudiantes de la primera de ellas muestra como sí fueron de utilidad para la mayoría, con un 68% de alumnos que afirman que, para el aprendizaje, el revisar videos fue útil o extremadamente útil, como se evidencia en el gráfico 4. Esto se puede ver también en que el promedio de revisión de cada video supera el 90%. Dicha evaluación se debe principalmente al hecho de que el recurso mismo permite el poder revisar a un ritmo propio los contenidos hasta que queden claros, como es la valoración que ellos comentan del recurso: *"Uno ve los videos a su ritmo entonces entiendes mejor la materia"*.

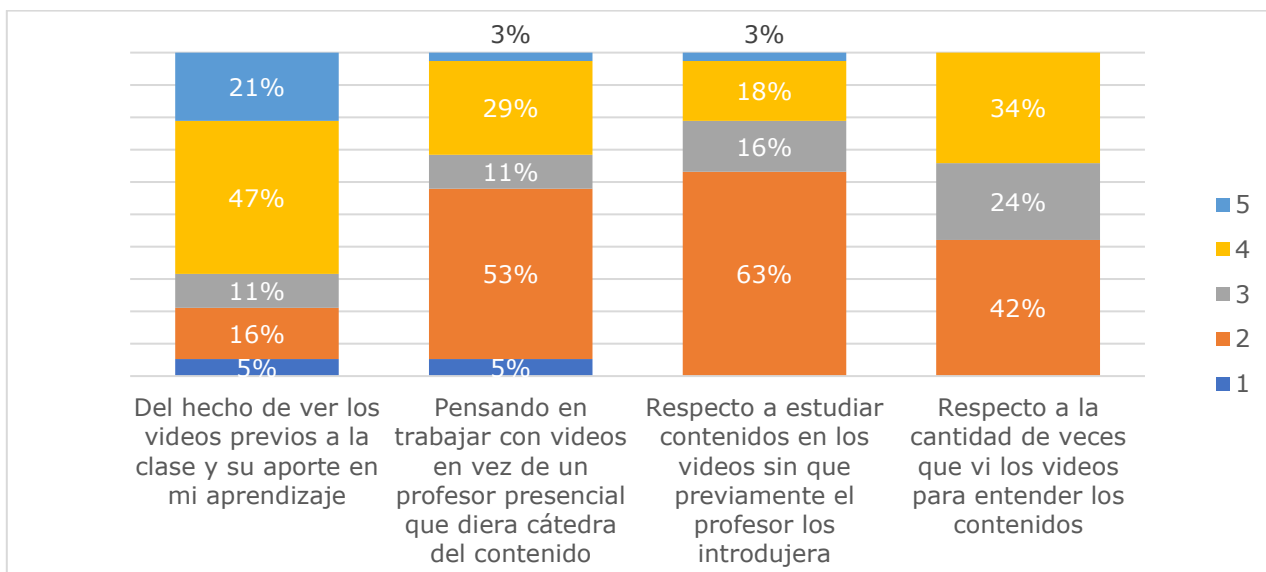
Esto último se confirma con la última pregunta en la que los estudiantes declararon la forma en que trabajaron con videos: un 42% afirma haberlos visto solo una vez antes de la clase, un 24% haberlo hecho varias veces previo a la clase y un 34% dice haberlo hecho varias veces antes de las clase, donde en el grupo focal existieron alumnos que afirmaron haber revisado los videos a conciencia, tomando apuntes, para no volver a verlos, mientras otros confirmaron haber vuelto a verlos en su estudio para las evaluaciones. Esto se sustenta en los datos obtenidos de Flip con un promedio de tiempo en plataforma de 1550 minutos viendo videos, pero con una desviación estándar de 783,8. Se debe también que, como se obtuvo en la sección 5.3.3., el trabajar más con los videos, es decir, pasar más tiempo en la plataforma viendo el material no significó un mayor rendimiento académico.

Sin embargo, en las preguntas de comodidad por la herramienta, se puede observar cómo un 58% afirma que no le gustó que los videos reemplazaran al

profesor en la entrega de contenidos y un 63% que se le hizo difícil este proceso. Esta disyuntiva entre el aporte al aprendizaje y la comodidad que expresan los estudiantes con los videos dice relación con los cuestionarios que se trabajaban en conjunto con los videos, en donde la evaluación de estos fue muy baja, como se puede observar en el gráfico 5, donde utilidad de la herramienta no supera el 50% y el 78% de ellos los encontraron difíciles o en extremo difíciles. Al momento de conversar la evaluación de estos ítems el tema de mayor relevancia fue la alta carga de tiempo que implicaba su trabajo previo a cada clase, ya que en conjunto a la revisión de los videos (45 minutos aproximadamente entre 5 a 7 videos) debían responder un cuestionario de al menos 10 preguntas de alternativas y/o abiertas. La principal causa de esta alta carga de tiempo percibida, más allá del tiempo neto que toma, por ejemplo, la revisión de los videos se debe a que estos instrumentos no estaban alineados; la revisión exhaustiva de los videos no implicaba poder responder de buena forma el cuestionario, como lo describe una de las frases obtenidas en el grupo focal: *"Siento que había un problema en la relación entre los videos y el cuestionario que teníamos que hacer (...) nosotros recibimos toda la materia a partir de los videos que es harto, clase a clase... nos tenemos que quedar solamente con los videos, no tenemos forma de hacerle preguntas al profe por cosas que no entendíamos que nos podían servir para el cuestionario on-line"*. En definitiva, existió una incomodidad por el trabajo con videos más allá de que estos fuesen un aporte al aprendizaje, lo que se asocia a que estos no solo tomaban tiempo, sino que ese tiempo no era suficiente para contestar el cuestionario en línea, no teniendo además la posibilidad de preguntar a un profesor. Esto era de particular importancia para los estudiantes ya que como se explicó en la sección de diseño del curso, estos correspondían a una evaluación, que más allá de no ponderar más del 5% de su nota final, al ser un ramo de alta dificultad, estas evaluaciones son de alta importancia para los alumnos.

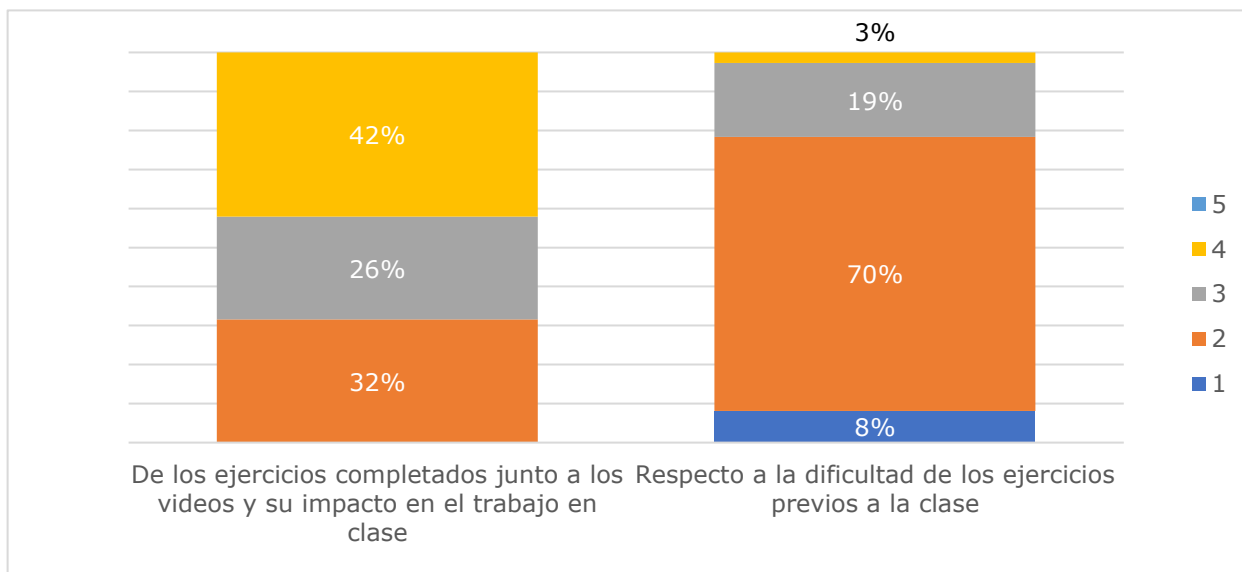
Cabe destacar que la valoración hecha de los cuestionarios y su dificultad obedece a otro criterio más allá de ser un componente del trabajo previo a la sesión, ya que como se mostró en el análisis factorial de la sección 5.2.3, este escapa a lo que el resto de preguntas de dicha etapa de la clase se enfocan. Esto se explica por el hecho de que el cuestionario solía presentar preguntas sujetas a discusión, de forma que la evaluación hecha a cada uno de ellos podía ser ambigua en muchos casos, como el mismo profesor admite en su entrevista donde expone que muchas de las preguntas deben ser revisadas. Esto claramente fue mermando el ánimo con el que los estudiantes trabajaban este ítem.

**Gráfico 4:** Tabla acumulada de respuestas para preguntas referentes al trabajo con videos



Nota: La primera pregunta corresponde a la escala tipo A, la segunda a la escala tipo B, la tercera tipo D y la última O. Para ver detalle de las escalas revisar sección 4.4.2.

**Gráfico 5:** Tabla acumulada de respuestas para preguntas referentes a los cuestionarios en línea.



Nota: La primera pregunta corresponde a la escala tipo A y la segunda a la escala tipo D. Para ver detalle de las escalas visitar sección 4.4.2.

Un último punto que analizar corresponde al cambio producido en la calidad audiovisual de los videos. En la evaluación que realizaron los estudiantes respecto a este cambio (resumido en la tabla 6) se observa que se mantuvo

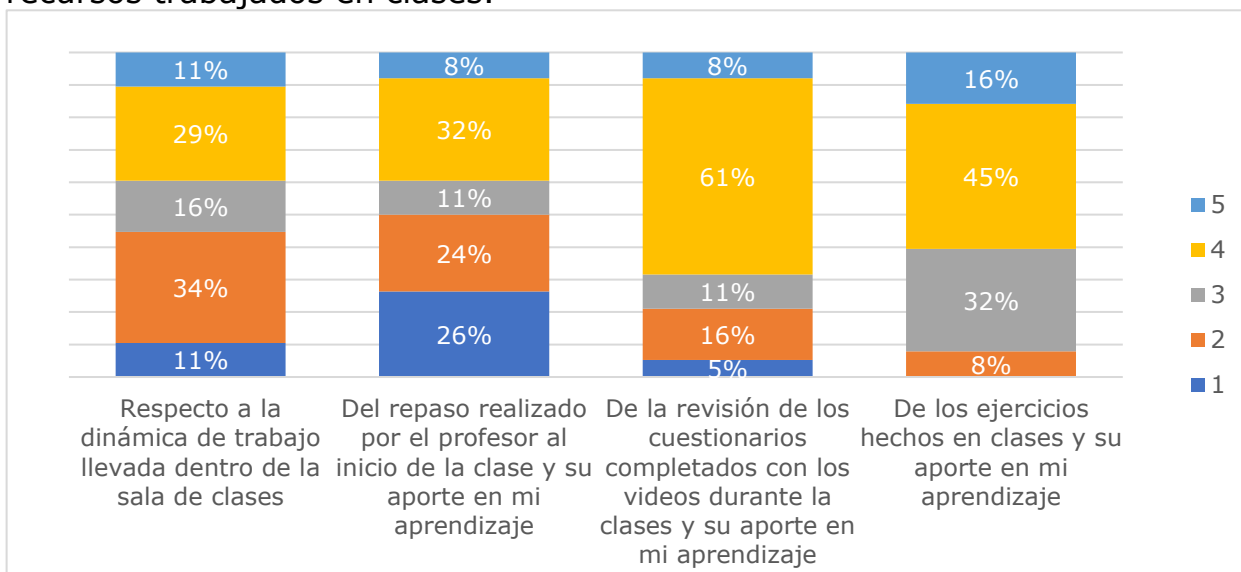
un buen promedio de revisión de videos, con un 68% de estudiantes que afirman haberlos visto para 9 o 10 clases (el total) de las que no se evaluó su visualización, pero la motivación por verlos disminuyó en un 50% de los alumnos y un 31% de ellos afirma que su aprendizaje a partir de ellos disminuyó. Las impresiones obtenidas en el grupo focal hablan de que se debe principalmente al tono de voz percibido, así como poder ver al docente explicando los contenidos, elemento necesario para ciertos contenidos específicos del curso y que ellos mismos comentaron.

### 6.1.2. ETAPA PRESENCIAL

La evaluación de la sesión presencial y los atributos que la componen muestra que el nivel de comodidad con el trabajo en la sala de clases es bastante diverso entre los alumnos, basado principalmente en una de las conclusiones obtenidas de los estudiantes que explica que el tiempo en el aula no fue bien aprovechado. Esto se debe en gran parte al primer atributo de esta, correspondiente al repaso de los contenidos vistos en los videos, donde el 50% de los estudiantes afirman que no fue un aporte al aprendizaje, sustentado principalmente en que este ítem no se hizo cargo de las dudas que tenían: *"esperaba que durante la clase se profundizara en las dudas que nosotros teníamos, pero era un espacio muy superficial"*. Es más, el análisis factorial muestra como esta evaluación particular escapa incluso al factor esperado de aporte al aprendizaje, lo que muestra como esta no fue vista como una dinámica en que ellos se vieran involucrados, sino que más bien era un extra que no tuvo incidencia en su proceso.

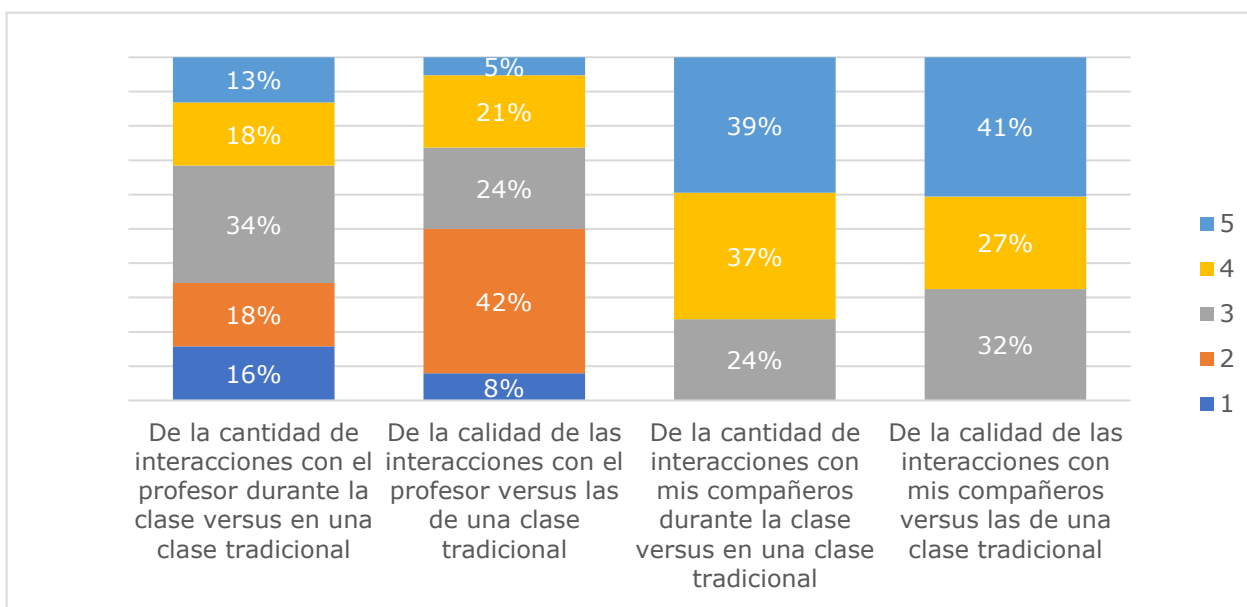
El segundo espacio de la clase en que se revisaban los cuestionarios en línea tuvo una alta valoración entre los alumnos, con un 69% de ellos afirmando que este espacio fue de utilidad para el aprendizaje. Sin embargo, de acuerdo con los alumnos, este espacio no fue consistente durante el semestre, ya que no se mantuvo una dinámica de explicación de los cuestionarios, además de los errores que se encontraban en las preguntas llevaban a confusiones en las discusiones que se llevaban en clases: *"En un comienzo no se revisaron [los cuestionarios], pero luego de eso... más que nada ahora último solo daba la alternativa"*. Los estudiantes percibieron el valor de estas conversaciones, he ahí el porqué de esta alta valoración, pero en la práctica el espacio no fue recibido de la misma forma durante el total de sesiones, lo que aporta a la evaluación variante de la dinámica de clases.

**Gráfico 6:** Tabla acumulada de respuestas para preguntas referentes los recursos trabajados en clases.



Nota: La primera pregunta corresponde a la escala tipo C y las demás a la escala tipo A. Para ver detalle de las escalas visitar sección 4.4.2.

**Gráfico 7:** Tabla acumulada de respuestas para preguntas referentes a las interacciones dentro de la sala de clases.



Nota: La primera y tercera pregunta corresponde a la escala tipo F y las segunda y cuarta a la escala tipo G. Para ver detalle de las escalas visitar sección 4.4.2.

La evaluación del último ítem, los ejercicios en grupo. también tuvo una evaluación positiva con sobre un 60% de alumnos que dijeron que esta aportó a su aprendizaje, sustentado básicamente en que era lo que más se acercaba

a lo que posteriormente les sería evaluado. Sin embargo, un alto porcentaje se mostró indiferente a esta parte de la clase, lo que tiene que ver principalmente con que el factor diferenciador del trabajo con ejercicios en CI versus en un modelo tradicional es el feedback del profesor, el cual, en este caso, no fue bien percibido por los estudiantes. Al momento de evaluar la cantidad y la calidad de las interacciones con el profesor, 68% de los alumnos afirma se mantuvieron o bajaron en número respecto a una clase tradicional y un 50% de ellos afirma que fueron de menor calidad. Esto se explica por una de las principales conclusiones obtenidas del grupo focal que explica que los estudiantes no sintieron que la forma en que el profesor les daba retroalimentación y, en definitiva, los apoyaba durante el trabajo en los ejercicios fuese la mejor: *"Que no nos respondan o nos hagan cuestionarnos igual nos deja en blanco porque esperas que el profesor te dé una buena explicación, es lo que uno llega esperando a la clase"*. Esta opinión de los estudiantes respecto a cómo el profesor les brindaba apoyo no dice relación solo con la forma, sino con que sintieron una falta de espacios de explicación de errores cometidos por ellos. Es importante notar que parte de este juicio de los estudiantes muestra también el paradigma tradicional en que se encuentran inmersos, donde es el profesor quien es la fuente desde donde el contenido es entregado. El profesor por su parte, en la evaluación de la implementación también mencionó el hecho de que siguen existiendo alumnos con los que no pudo relacionarse ni encontrar las mejores formas de apoyarlos.

Resulta importante notar también que la evaluación de las interacciones con los compañeros fue muy bien valorada, con sobre un 68% de los estudiantes que afirma que estas fueron de mayor calidad. Cabe destacar que el análisis factorial de componentes muestra que estas dos evaluaciones (cantidad y calidad de interacciones con los compañeros) escapa al factor esperado de trabajo en sala, ya que como expresan los estudiantes entrevistados, esta relación implicaba tanto un trabajo transversal con trabajos y tareas, así como una de las principales fuentes de conocimientos ante una mala evaluación de lo que el profesor les aportaba con sus feedback.

### 6.1.3. METODOLOGÍA E IMPLEMENTACIÓN DE CI

Un primer punto de la evaluación general del modelo tiene que ver con las evaluaciones del curso, en la que el 71% de los alumnos manifestó haberse sentido menos seguro que en un ramo tradicional a la hora de enfrentarlas. Esto encuentra su fundamentación en otra de las conclusiones grupo focal en



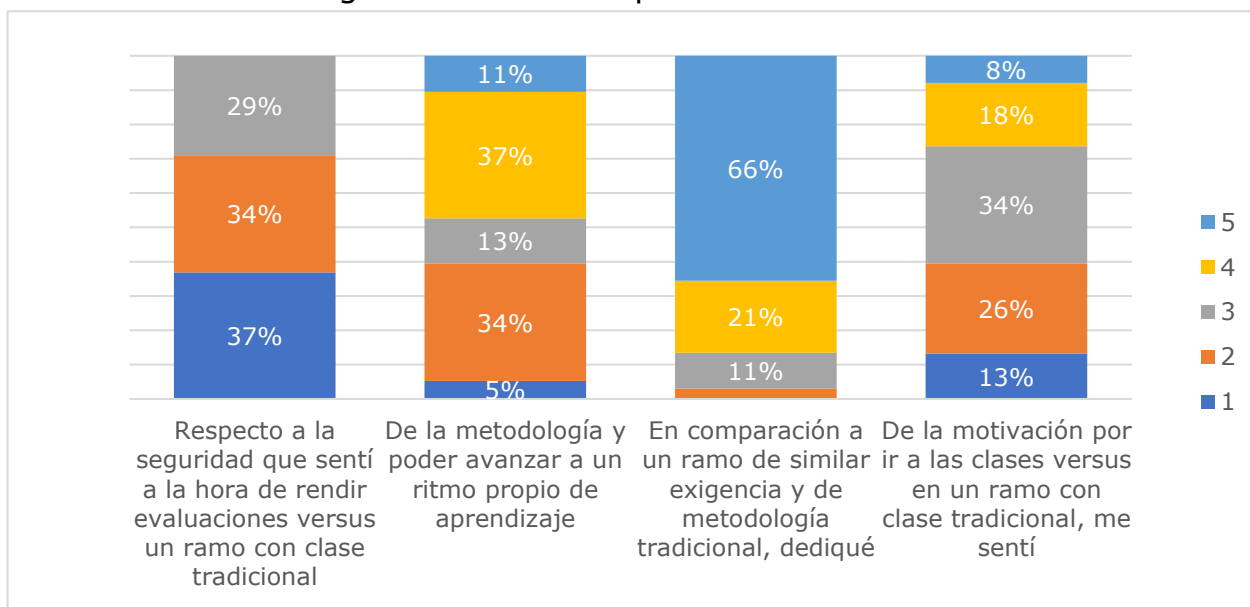
la que los estudiantes sintieron que no existió en el curso un nexo entre la teoría y la aplicación de los contenidos. Esto encuentra sus razones en diversos factores entre los que destacan: (1) la falta de una sesión auxiliar acorde al modelo, (2) la falta de apoyo percibido por el profesor, lo que se ve tanto en sus opiniones como en una correlación significativamente alta entre el ítem seguridad en controles y la evaluación de la calidad de las interacciones con el profesor y (3) una desconexión entre los instrumentos del curso, específicamente entre los videos y lo trabajado en las clases, tomando nuevamente el punto en que sus dudas no eran abarcadas en el tiempo en clases. Esto se ve también en lo que los alumnos esperaron del curso y no sucedió, esperando que el profesor generara el espacio para entender a base de ejercicio: *"Me hubiese gustado que en la clase viéramos los ejercicios un poco más aterrizados, que el profe nos dijera esto pasa por esto, y que después nos toque a nosotros realizar el cuestionario, sabiendo lo que pasa"*. Esto resulta de gran relevancia para los alumnos, ya que las evaluaciones de mayor preponderancia en su nota final, los controles, se basaban en ejercicios aplicados. Se debe notar que el profesor también mencionó este punto, donde percibió mayor entendimiento teórico de los conceptos por parte de los estudiantes, pero es importante notarlo en los estudiantes ya que en ellos generó una frustración el hecho de sentir que aprendieron, pero no pudieron plasmarlo en sus notas.

Otro elemento que agregan los estudiantes, referente a la seguridad y la desconexión entre la teoría y los contenidos es el hecho de que existieron muchas evaluaciones en el curso, lo que les quitaba tiempo para poder estudiar por su cuenta para las evaluaciones aplicadas. Si bien esta opinión puede sonar más a queja viniendo desde los estudiantes, es importante notar que el tiempo resultó en efecto extenso incluyendo la revisión de videos y cuestionarios, tareas e investigaciones, aparte de los controles. Esto lo resume la evaluación de dedicación donde más del 80% de los estudiantes declara haber dedicado más tiempo que en un ramo de similar dificultad con un modelo tradicional.

Al mismo tiempo, si bien algunos declaran haber sentido que podían avanzar a un ritmo propio, un 39% declara no haberlo logrado, donde se observa que existe una correlación significativa con la dedicación de tiempo, por lo que se puede deducir que el mismo hecho de tener que ir dedicando tiempo a distintas evaluaciones durante el semestre no les permitió avanzar a un ritmo propio. Finalmente, se debe notar que la motivación por asistir a clases no fue lograda, con un 73% que declara haberse sentido igual o menos motivado por asistir a

clases: "Si no hubieran estado los ejercicios con nota al final de la clase mucha menos gente hubiese ido".

**Gráfico 8:** Tabla acumulada de respuestas para preguntas referentes a la evaluación de ítems generales de la implementación

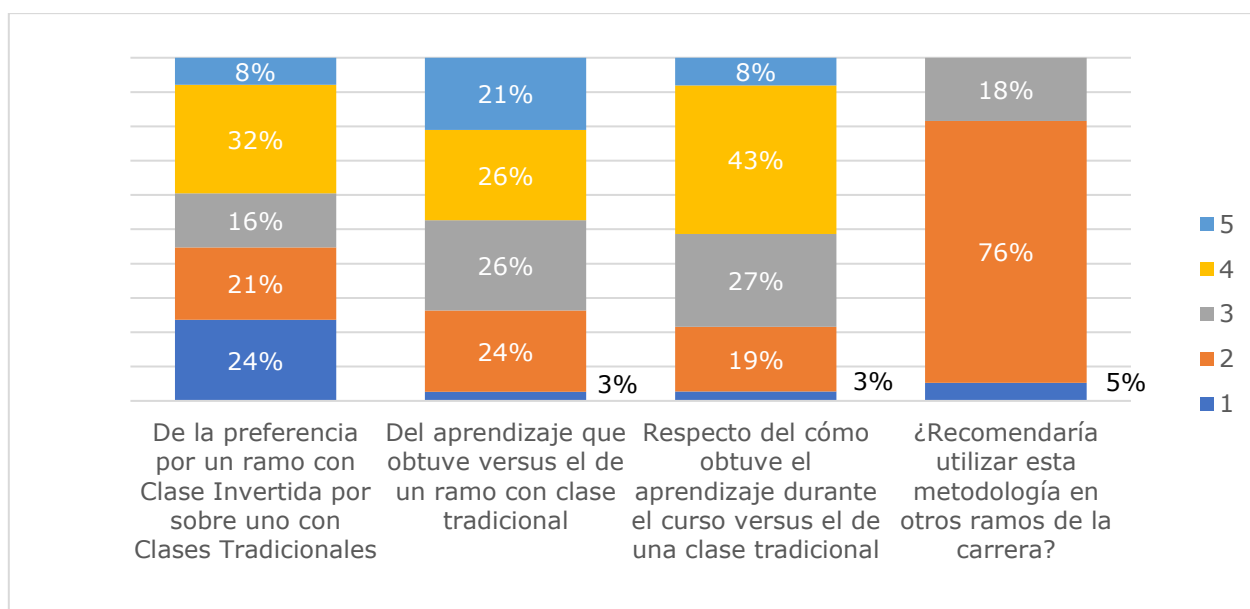


Nota: La primera pregunta tiene una escala de tipo I, la segunda de tipo J, la tercera N y la última K. Para ver detalle de las escalas visitar sección 4.4.2.

La evaluación de aprendizaje resulta importante de observar ya que no es decisora. Un 47% asegura haber aprendido más, lo que de acuerdo con opiniones del grupo focal fue posible por tener que revisar los contenidos previos a la clase y estar constantemente al día, pero otro 50% afirma no haberlo logrado o incluso haber aprendido menos, lo que claramente se debe a lo ya expuesto respecto a la no aplicabilidad de lo aprendido. Esta misma situación de polarización, que ya se presentó en otras preguntas de la encuesta, se ve en la pregunta de preferencia por el modelo CI. Esto llevó a lo ya expuesto en la sección 5.2.2., en donde se concluyó la existencia de dos grupos de estudiantes, donde uno de ellos evalúa sistemáticamente mejor los atributos del modelo CI, siendo esto más notorio para los que dicen relación con el trabajo previo y la motivación por asistir a clases. Esto pudo también ser apreciado en el grupo focal, donde fueron muy marcadas las diferencias en las opiniones de los estudiantes, ya que para algunos el principal valor del modelo estaba en los videos, mientras que otros criticaron de sobre manera el hecho de tener que dedicar su tiempo personal a "aprender" desde los videos siendo que el tiempo con profesor es donde esto debiese ocurrir. Relevante es notar también que el 95% de los estudiantes recomienda aplicar esta

metodología en otros ramos, pero el 76% de ellos pone medida diciendo que lo haría solo en algunos. Una discusión respecto a dicho tema se dio en la conversación con estudiantes, donde se pudo concluir que la opinión era dividida respecto a qué tipo de cursos podían aplicar la metodología, lo que se vio muy sesgado por los problemas que ellos habían visto en su caso, ya que una de las opciones que predominó fue hacerlo en ramos con exceso de materia teórica, al mismo tiempo que algunos proponían aplicarlo en ramos más prácticos, pero con varios cambios.

**Gráfico 9:** Tabla acumulada de respuestas para preguntas referentes a la evaluación del modelo CI



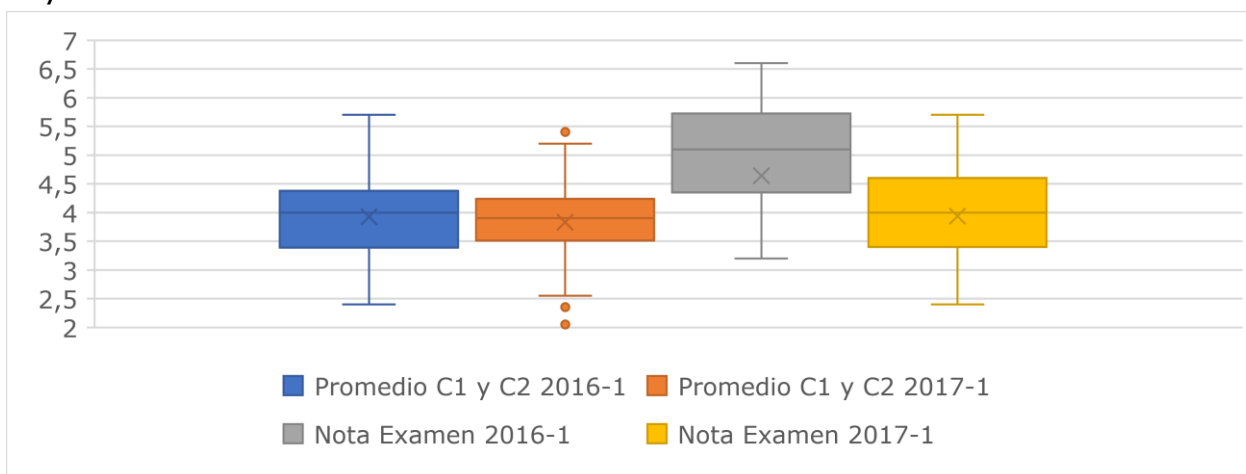
Nota: La primera pregunta tiene una escala de tipo L, la segunda de tipo H, la tercera M y la última Q. Para ver detalle de las escalas visitar sección 4.4.2.

## 6.2. ANÁLISIS RESULTADOS ACADÉMICOS

Como se puede observar en el gráfico 10 (con más detalle en la sección 5.3.1), los rendimientos en las evaluaciones que eran comparables entre los semestres 2016-1 y 2017-1 del curso en estudio disminuyeron al implementarse la metodología CI, siendo esta diferencia significativa en la nota de examen, con un 4,46 (S.D de 1,64) versus un 3,75 (S.D de 0,99). Como ya se mencionó, los alumnos concordaron en que, si bien aprendieron mucho más de lo que esperaban en lo teórico, hubo una falta de apoyo a la aplicabilidad de lo visto en el curso, así como complicaciones con una alta

cantidad de evaluaciones y actividades por realizar que les quitaban tiempo de estudio, lo que puede explicar de una u otra forma esta baja en los rendimientos. Sin embargo, entre los grupos en comparación también se presentaron diferencias significativas en sus perfiles, específicamente en lo que respecta al rendimiento en Plan Común, donde con un promedio de 5,61 (S.D. de 0,41) en el 2016-1 versus un 5,41 (S.D. de 0,38) en el 2017-2, se obtuvo un p-valor de 0,03. A partir de esto, el análisis de regresiones mostrado en la sección 5.3.2 permite concluir que, si bien en el semestre con CI hubo menores rendimientos académicos, considerando la percepción de los alumnos que aseguran haber sufrido una falta de apoyo en la parte práctica del curso, esto no se puede asociar solo al modelo, sino que existe un factor de preparación y rendimientos en ramos previos que también influye, así como un efecto de la cantidad de estudiantes en situación de reprobados que están rindiendo el curso por segunda vez (o más).

**Gráfico 10:** Notas promedio del control 1 y 2 y examen para semestres 2016-1 y 2017-1.

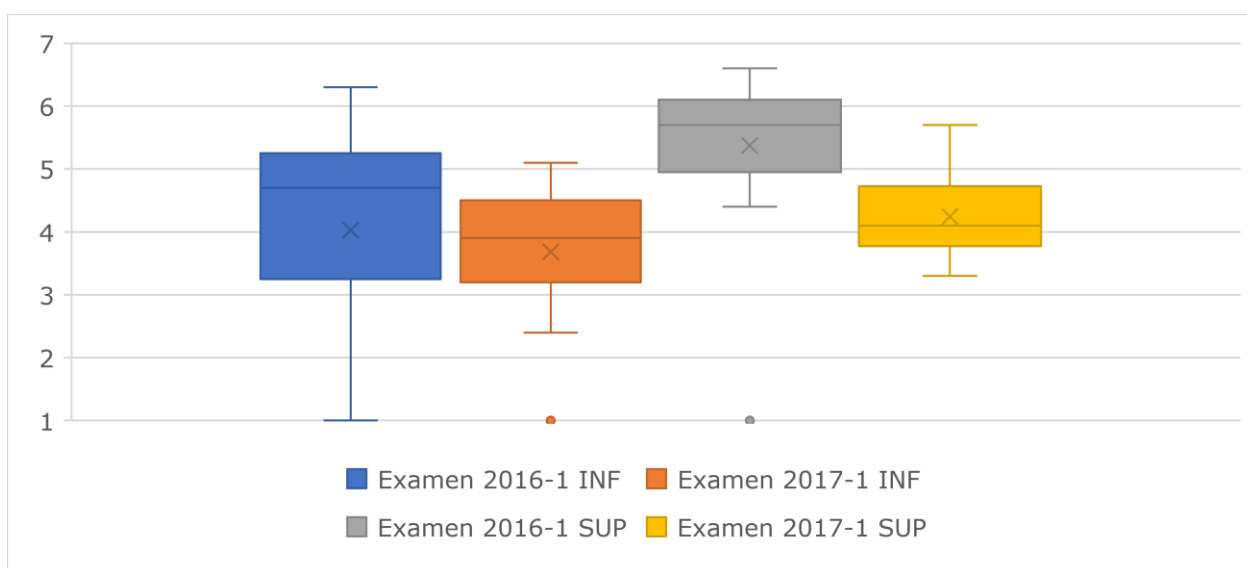


Nota: El cálculo de diferencias de medias de dos colas asumiendo varianzas distintas entregó un p-valor de 0,61 para el promedio entre los controles 1 y 2, y en el caso de la nota examen se obtuvo un p-valor de 0,01.

Motivado por estas diferencias entre los grupos, se segmentó cada curso según el promedio correspondiente de Plan Común en 2 grupos (superior e inferior) y se realizó el test de diferencias significativas para los 2 indicadores expuestos. Se obtuvo entonces que el único segmento que presentó diferencias significativas fue el superior (alumnos que estaban sobre el promedio de su grupo en las notas de Plan Común) en el ítem examen, lo que se observa en el gráfico 11. Es importante notar esto ya que los estudiantes expresaron dentro del grupo focal que llegaron al curso con una forma típica en que se dan las evaluaciones, que no necesariamente indica cuanto saben o aprendieron: *"Durante todo plan común uno está acostumbrado a que tiene*

*estos ejercicios tipo entonces uno va al control y si estudiaste probablemente te va a ir bien porque son los mismos ejercicios que uno está acostumbrado a hacer. En cambio, en este curso, no existen ejercicios tipo y uno está obligado a entender la materia y eso, en este caso, no te asegura que te va a ir bien".* Es así entonces como, quienes obtenían buenos resultados en plan común fueron los más perjudicados, debido no solo al modelo, sino que a una forma de evaluar que los obliga a tener un nivel de entendimiento superior de los contenidos.

**Gráfico 11:** Notas promedio del control 1 y 2 y examen para semestres 2016-1 y 2017-1.



Nota: El cálculo de diferencias de medias de dos colas asumiendo varianzas distintas entregó un p-valor de 0,20 para el segmento inferior y 0,00 para el superior. Más detalle en la sección 5.3.1.

Lo antes expuesto muestra que en las notas obtenidas en evaluaciones como los controles y examen hubo una baja en el rendimiento, a lo que se suma y en parte se explica con lo expresado por los alumnos respecto a que no se sintieron seguros para rendir evaluaciones ya que no tenían la capacidad de aplicar los contenidos. Sin embargo, al indagar en las diferencias se observa cómo sus rendimientos previos afectan de forma más significativa sus notas en el curso que la metodología utilizada para las clases (ver sección 5.3.2). En esa línea, los estudiantes afirman haber aprendido y entendido mejor los conceptos, más que si hubiesen estado en un curso con modelo tradicional, al mismo tiempo que el profesor del curso evaluó que gran parte de los errores conceptuales que veía en sus cursos anteriores, en este desaparecieron, lo que puede implicar de una u otro forma mayor aprendizaje como lo indica el índice

de reprobación del curso, que pasó de 34,8% en 2016-1 a un 22,7% en 2017-1, que, aunque no sea una diferencia significativa de acuerdo al test de Chi cuadrado, muestra una tendencia.

## 7. DISCUSIÓN GENERAL DE RESULTADOS

Una de las principales conclusiones de los estudiantes del curso en estudio tiene que ver con la alta carga de tiempo que implica el modelo, en especial por que el tiempo que dedicaban a ver los videos no era suficiente para poder responder de forma correcta los cuestionarios on-line ni los cuestionarios en clase, así como tener además tareas aparte. La alta cantidad de estudios y autores que mencionan y/o concluyen que uno de los desafíos de la implementación de CI es la alta carga de tiempo que implica en los estudiantes (2, 4, 11, 21, 33, 40, 46), demuestra lo relevante del problema y lo difícil que es hacerse cargo. Como menciona Amresh et al (2013), esta sobre carga se asocia a una sensación de los estudiantes asociado a lo abrumador que resulta para el estudiante enfrentarse por primera vez a este tipo de metodologías. Por su parte, Mason et al (2013) muestra como los estudiantes pidieron recibir de los videos más y mejores explicaciones que permitan responder los cuestionarios, ya que eso fue lo que les dificultó y generó incomodidad con el modelo. Sin embargo, hay autores que concluyen que este tiempo si puede ser visto como provechoso por los estudiantes, como lo expone Toto et al (2009) cuyos alumnos expresaron buena disposición a pasar tiempo fuera del horario escolar revisando videos, en cuanto estos les permitan absorber todos los contenidos necesarios para las actividades del curso. En esta discusión es importante notar lo que define la [flippedlearning.org](http://flippedlearning.org) [38], donde uno de los cuatro pilares en la implementación de CI corresponde a que el material para el trabajo individual debe significar la entrega de contenidos conceptuales necesarios para dar paso la discusión en sala y, por tanto, la construcción del aprendizaje.

Esta carga de tiempo no es solo percibida por los estudiantes. El profesor del curso también evaluó que la carga de la preparación del curso, tanto en diseño como en preparación de los videos, fue muy alta. Papadopoulos y Roman (2010) presentan la misma conclusión, donde suman a esto el tiempo de revisar todas las tareas y cuestionarios, cosa que en el curso en estudio no ocurrió por la presencia auxiliares y ayudantes que sumaron 5 personas en la división de tareas. Otros estudios también concluyen y apoyan lo mencionado (9, 21, 25), a lo que se hace interesante por un lado la discusión de si es necesario que los profesores creen su material o utilicen lo que ya existe. Los estudios consultados en esta investigación varían en cuanto a si utilizaron material propio o de otras fuentes, sin embargo, es importante notar lo que el estudio de casos de Herreid y Schiller (2013) concluye respecto a que, si bien la calidad de los videos creados por los mismos profesores puede ser mejor,

la sobre carga de tiempo que esto conlleva puede significar que el costo beneficio lleve a no verlo tan necesario. Gillboy et al (2015) menciona que en algunos casos se pueden utilizar videos de fuentes externas, pero a la hora de preparar los videos, así como diseñar las actividades en clase, se debe proporcionar apoyo de los centros de educación de las instituciones dentro de las que los profesores están trabajando.

En cuanto a la evaluación del trabajo dentro de la sala de clases, diversos autores concluyen que el principal valor de la liberación de tiempo en sala está en poder conocer de mejor forma las dudas que los estudiantes están teniendo y responder de mejor forma a ellas (8, 9, 21, 31, 33, 48). En el caso de estudio, las conclusiones del profesor se alinean con esto pudiendo solucionar más errores conceptuales que los que usualmente, con metodología tradicional, puede resolver. Sin embargo, en los estudiantes esto no fue del todo percibido, ya que sintieron que sus dudas no eran resueltas con las dinámicas iniciales (resumen de video, por ejemplo) ni con el trabajo en ejercicios, concluyendo que no pudieron llevar sus aprendizajes conceptuales a la práctica. En cursos STEM, esto fue encontrado también en casos como el estudiado por Lee et al (2016) donde, al igual que en el caso de estudio, los alumnos expresan una falta de explicaciones aplicadas del profesor, tanto en videos como de forma presencial, al igual que Mason et al (2013). Es importante notar que, frente a esto, autores como Gillboy et al (2015) mencionan que se debe explicar bien a los estudiantes en qué consistirá el curso y mantener claras sus expectativas de cómo se llevarán a cabo las clases y el por qué de esas decisiones. Por ejemplo, dejar en claro porque no hay un espacio en que el profesor explique un ejercicio aplicado en pizarra para dejar tiempos a actividades centradas en el alumno o el hecho de que, como definen Bergmann y Sams (2012), el profesor ya no es la fuente de contenido, sino que un guía que acompaña el proceso de aprendizaje planteando preguntas y discusiones dentro del alumnado. Sin embargo, el incluir espacios cortos y efectivos a modo de mini-cátedras, de no más de 15 minutos, que más allá de resumir los videos apunten a los puntos críticos de los contenidos a trabajar en una clase son de gran utilidad, además de ser muy bien recibidos por los estudiantes (11, 32, 43). Este último punto se hace cargo de otras de las dificultades encontradas tanto en este estudio como en el realizado por Strayer (2012) donde una percepción de desconexión entre las herramientas del curso se hizo presente, como lo es la vinculación entre los contenidos de videos y trabajo en clase. Es ahí donde el correcto uso de la herramienta expuesta permite solventar dichas complicaciones. Por último, la evaluación en específico de los ejercicios trabajados en clases arroja que estos si fueron bien recibidos por los estudiantes, tal y como lo concluyeran otros trabajos (9, 11, 27, 40, 46), lo



que lleva de la mano el gusto por trabajar en grupo, que fue lo más valorado en el presente estudio, así como también lo mencionaran los estudiantes del en la investigación de Strayer (2012), con principal fundamento en el poder dividirse trabajo de acuerdo a sus habilidades (Papadopoulos et al (2010)) y poder acoplar distintas formas de aprendizaje.

Desde el punto de vista del aprendizaje percibido, la frustración fue un factor predominante en los estudiantes del curso en estudio pues percibieron que su aprendizaje fue mayor comparado con otros cursos con metodología tradicional, pero este no se vio reflejado en sus notas. Este aumento de aprendizaje percibido es también encontrado en otros casos de CI (4, 11, 16, 31, 40), como en el caso de Lee et al (2016), lo que lleva a una alta preferencia por el modelo, lo que no se repite en este curso con tal claridad. La sensación de frustración también ha sido encontrada en otros casos, como Papadopoulos et al (2010) encontró entre sus estudiantes este estado asociado a la cantidad de horas que debían dedicar al trabajo en clases sin que esto fuera necesario para ellos o en Strayer (2012) donde los estudiantes expresaron sentirse así debido al tener muchas actividades que realizar sin ver resultados. Si bien varían las razones de este sentimiento entre los alumnos, vale la pena observar que el razonamiento viene de que los resultados no se condicen con el proceso que el alumno está viviendo. En esa línea, es importante notar que las metodologías como CI, que tienen una base constructivista en sus líneas pedagógicas, deben considerar dentro de sus pilares herramientas y dinámicas que permitan al estudiante estar consiente del aprendizaje que está teniendo y pueda ver de forma concreta como esto se refleja dentro de sus posibilidades, como lo menciona Doolittle (1999).

La evaluación cuantitativa del aprendizaje en base a los rendimientos es una herramienta que se ha utilizado en diversos estudios, como es el caso de Moravec et al (2010) y Faúndez et al (2016). En dichos casos, el estudio permite concluir aumentos de aprendizaje, a diferencia de lo encontrado en el presente estudio, donde incluso se percibieron disminuciones. Se debe tener precaución de todas formas que en el caso de estudio se encontraron otros factores que implicaron mantener o disminuir los rendimientos en las evaluaciones, lo que tiene que ver tanto con perfiles de estudiantes, así como con factores propios al diseño de pruebas y exámenes que generan diferencias no controlables en las formas de evaluar. Al mismo tiempo, se debe contrastar también el hecho que, en los casos mencionados, las implementaciones de CI corresponden a unidades específicas dentro de cada curso, a diferencia de lo realizado en el curso estudiado en el presente trabajo. Holdusen (2015), en su

comparación con versiones anteriores, tampoco encontró mejoras significativas, lo que en su caso no es considerado un indicador de mucha validez dada la baja muestra de estudiantes, al igual como en la evaluación hecha en este estudio donde la muestra de estudiantes sigue siendo baja. En esta línea, se deben considerar otras aproximaciones como las realizadas por Papadopoulos y Roman (2010) en donde se utiliza una herramienta estandarizadas para los contenidos del curso y así medir ganancias en aprendizajes, siendo aplicada en los estudiantes antes y después de pasar por el curso, obteniendo en su caso mejoras en el resultado. Todo esto para finalmente comparar dichas ganancias con las obtenidas por el mismo curso en modalidad tradicional. Mismo enfoque han utilizado autores como Green (2012) y Fulton (2012), donde se debe considerar que, en casos como secundarias, existen mediciones estatales que ayudan a cumplir con estas mediciones estandarizadas, a diferencia de las universidades. Otras comparaciones, como la realizada por Amresh et al (2013) y Mason et al (2013) son también esperables, donde se realizan comparaciones con los mismos instrumentos evaluativos diseñados por el profesor, a través de implementaciones en paralelo con grupos experimentales y de control.

Otros resultados, como el obtenido en la sección 5.2.2. y que emulan lo obtenido por McNally et al (2017), deben ser mirados con precaución ya que, en el caso de la ya mencionada investigación, las muestras son radicalmente distintas en tamaño (561 versus 44). Sin embargo, la presencia de opiniones opuestas entre grupos de estudiantes no es nueva en CI, ya que por ejemplo en el estudio de Lee et al (2016) se encontraron detractores fuertes del modelo, asociados principalmente al tema de que es el profesor quién debería explicar y entregar los contenidos, más que discutirlos con compañeros. Similar a lo que Connor et al (2015) encuentra entre sus estudiantes que siguen siendo resistentes al modelo ya que es parte del tiempo personal el que utilizan en la revisión de videos. Es importante considerar estas opiniones dentro del diseño de la metodología, ya que van entregando indicios de cómo ir mejorando la implementación de CI, ya que como mencionan autores como Bishop y Verleger (2012), es necesario que se continúe iterando, con estudios que sean detallados en sus prácticas y permitan observar el porqué de las evaluaciones, así como tener mayores indicadores de si es efectivamente mejor para el aprendizaje de los estudiantes.

## 8. RECOMENDACIONES

En base a la investigación antes expuesta, hallazgos y mediciones de percepción y rendimiento del caso de estudio, así como los trabajos de los autores estudiados y la discusión de los resultados, se detallan a continuación recomendaciones para futuras implementaciones de CI para el curso de Electromagnetismo Aplicado, así como para similares materias de ingeniería y ciencias que deseen aplicar la metodología. Se incluye también una sección con recomendaciones obtenidas de los estudiantes en el grupo focal realizado ya que entrega otra perspectiva respecto a cuáles fueron los atributos críticos del modelo y que pueden ser mejorados.

### 8.1. RECOMENDACIONES ESTUDIANTES

Durante el grupo focal realizado con los estudiantes del curso en estudio, surgieron recomendaciones que se dejan registradas a continuación:

- 1) **Los cuestionarios en línea debiesen apuntar directamente a temas vistos solo en los videos:** *"La metodología debería ser que la pregunta este directamente relacionada con el video"*

Frente a la conversación respecto al tiempo que les tomaba el trabajo previo y lo complicado que les resultaba en ocasiones responder los cuestionarios, los alumnos mencionaron que las preguntas previas debieran enfocarse solo en el material disponible en los videos. Es importante notar que esta sugerencia surge tanto por el tiempo extra que les tomaba investigar, como por un tema de incomodidad con no tener el profesor para preguntarle, así como que la construcción de videos a menudo era muy superficial para las preguntas del cuestionario.

- 2) **Ejercicios en clases guiados y subdivididos en partes más dirigidas:** *"Entonces siento que podrían ser más guiados los ejercicios. Incluso hay cosas, como que a veces se hacen en los ramos matemáticos, que dicen: primero hagan esto, luego esto como para uno interiorizar como hacer los ejercicios en verdad"*.

Una segunda sugerencia surgida durante la sesión tiene que ver con el trabajo en clases y los ejercicios. Como ya se detalló en las secciones anteriores, uno de los temas de mayor relevancia para los estudiantes fue

el poco apoyo percibido para el trabajo en sala, lo que causó (entre otras cosas) poca aplicabilidad de la teoría aprendida. Frente a esto, surgió la sugerencia de que el trabajo con ejercicios sea dividido en partes más alcanzables por los alumnos, de forma de que la guía que el profesor dé sea más focalizada y los estudiantes sientan que avanzan.

- 3) **Explicación de ejercicios en videos con pasos que generen la conexión entre los ejercicios y los contenidos:** *"Que él [profesor] nos haga un ejemplo por lo menos en el video, para nosotros "cachar" como se hace el ejercicio" "o que incluso describa el fenómeno así con pasos".*

En la misma línea de la aplicabilidad de los conceptos, surgió una sugerencia para los videos en la que se debiera incluir en ellos un ejemplo trabajado por el profesor que explique los contenidos revisados y que explique lo obtenido. Nuevamente, es importante notar que esta sugerencia apunta a que el paso de los videos y los contenidos que explicaban no fueron conectados (a su juicio) con lo que se trabajaba en clases, percibiéndose la brecha mostrada entre teoría y práctica.

- 4) **Inclusión de espacio en clases en que el profesor resuelva ejercicios similares a los que ellos debían resolver:** *"yo creo que lo que se debió haber hecho en los primeros 45 minutos de la clase en vez de haber hecho un repaso exprés de los videos, que el profe hubiera hecho ejercicios o haber tenido una forma de aterrizar todo lo teórico en lo práctico, que sea más concreto y lo que se esperaba que hiciéramos por lo menos algo parecido o la introducción del ejercicio que había que hacer en los otros 45 minutos"*

Esta sugerencia sigue apuntando a lo ya mostrado en cuanto a la desconexión entre la teoría y la práctica, buscando generar un puente entre lo que ya ven en los videos y el trabajo en ejercicios. Lo importante es que esta vez se apunta al espacio en clases, buscando quitar el espacio de repaso del video el cual no era bien utilizado y no representó un aporte en su aprendizaje.

- 5) **Evaluaciones del curso debiesen conversar con la metodología por ejemplo siendo en grupo:** *"yo creo que si estamos innovando en la forma de enseñar entonces también hay que innovar en la forma de evaluar y eso de hacer controles individuales (...) Entonces sería bueno incluso quizás evaluar la posibilidad de no hacer controles individuales"*

Otro punto que fue fuertemente comentado tuvo que ver con las evaluaciones. Muy relacionado a lo expuesto en las sugerencias anteriores, la falta de aplicabilidad de contenidos fue un problema principalmente porque las evaluaciones eran aplicadas. Es por esto que un estudiante sugirió que, si la forma de trabajar que se está implantando en el curso tiene que ver con trabajo colaborativo, las evaluaciones deberían ser en la misma modalidad. Es importante notar la reflexión de que más allá de que los controles sean en grupo, se percibe la necesidad de que cambios profundos en la forma de hacer las clases implican también otras innovaciones que se condicen con la forma de medir aprendizaje.

- 6) **Mayor tiempo para discusión y trabajo en ejercicios incluyendo las sesiones auxiliares en el modelo:** *"Yo creo que para que estas cosas: revisar los cuestionarios, hacer cosas más profundas necesitamos más tiempo en la clase y yo creo que para eso una solución sería incluir y que los auxiliares fueran más conectados con este sistema"*

Como se detalló en el diseño del curso, las sesiones auxiliares mantuvieron una modalidad tradicional en la que el profesor auxiliar realizaba ejercicios en pizarra. Estas sesiones no fueron bien percibidas por los estudiantes, tanto por la modalidad como por la ayuda que percibían del encargado de la sesión. Es así como se sugirió entre los estudiantes que estas mantengan la misma estructura CI, para que se dé continuidad a las discusiones y trabajo sobre ejercicios con feedback.

- 7) **Diferenciación de ejercicios trabajados con profesor y auxiliares, con mayor ayuda de los auxiliares para dar feedback:** *"Igual eso podría ser que como que el profesor haga ejercicios aplicados que se dedique solo a cómo hacer eso a nivel control y como en la hora auxiliar hacer esa evaluación de los cuestionarios abierta y aprovechar que hay 2 auxiliares se supone, entonces habría más como gente, habría más interacción, aparte igual no siempre tiene más interacción con los auxiliares que con el profesor"*

En la línea de la sugerencia anterior, se propuso que el enfoque de las sesiones auxiliares, siendo con CI, sea más en discusión y trabajo en grupo y que el profesor realice ejemplos de ejercicios tipo control (más complicados) en su clase. Se debe notar que esta sugerencia se acerca más bien a la estructura de una clase tradicional, donde en la clase con profesor debe ser el quien provea el contenido y desde el provenga lo que ellos deben aprender.

**8) Implementación parcelada del modelo, con videos complementarios:** *"Lo que haría sería de no tantos videos a la semana o quizás 8 videos, pero no separado en los dos días. Dejar quizás viernes o sábado 8 o 6 videos que resuman entonces dejar una clase que sea clase con teoría, otra clase que sea ejercicios resolver y otra sección de videos que sea complementaria y que se vaya introduciendo de a poco [el modelo CI]"*

Esta sugerencia en particular viene de los estudiantes que más incómodos se sintieron con el modelo, ya que propone un retroceso y que se vuelva al modelo tradicional. Lo importante es notar que el principal factor aquí deja de ser el tiempo para trabajo en ejercicios, sino que el trabajo con videos y que este pase a ser más bien complementario a lo que el profesor haga en la sala de clases. Esto tiene clara relación con lo abrumador que resulta el modelo con sus actividades múltiples y que sean tan diferentes a lo que se realiza usualmente.

## 8.2. RECOMENDACIONES DEL INVESTIGADOR

### 8.2.1. TRABAJO PREVIO INTENCIONADO HACIA EL TRABAJO EN CLASES Y CUESTIONARIO DE RESPUESTA DIRECTA

Una de las grandes dificultades de la implementación de CI, como se pudo ver en la sección 7, es la alta carga de tiempo que implican las actividades previas a la clase. Es para esto que la entrega de contenido debe ser un paso hacia la discusión en clases y el trabajo en general que se da en ella, por lo que se propone diferenciar los videos de los contenidos específicos que se entregan en el curso resumidos en el apunte que se da del mismo. Más en concreto, se propone que los videos representen un paso intermedio entre los contenidos teóricos base del curso y las aplicaciones correspondientes. Si bien los videos en esta implementación representan una forma resumida de toda la teoría expuesta en los apuntes, la percepción de los estudiantes respecto a la superficialidad de los mismos muestra que estos no entregan todos los contenidos necesarios para los cuestionarios ni para el trabajo en clases, por lo que incluir dentro de la misma selección de videos aplicaciones explicadas o ejercicios básicos que permitan explicar los aspectos bases en el traspaso de la teoría a la práctica pueden ser útiles.

En la misma línea de lo anterior, se sugiere procurar que los cuestionarios sean de respuesta directa a partir de los videos. Esto tiene que ver más allá que se requiera más tiempo, con que los estudiantes puedan percibir el valor de los videos y que inmediatamente puedan observar que el revisar los videos de forma consistente y exhaustiva permita obtener los conocimientos necesarios y que el profesor "necesita" para la clase. Se debe recordar que, como se mostró en la discusión y la literatura expuesta, los cuestionarios previos surgen tanto de la necesidad por asegurar la revisión de los videos como para identificar errores conceptuales que deban ser explicados más en detalle, por lo que su construcción debe condecirse con eso. Junto con esto, es importante que los cuestionarios sean rápidamente procesados, o exigidos con la debida anticipación, para que signifiquen un aporte concreto a la discusión en clases.

### 8.2.2. REPASO EN CLASES CON ENFOQUE EN EL CUESTIONARIO MÁS QUE EN LOS VIDEOS

Como se pudo recopilar de los estudiantes, el repaso de los videos, que usualmente tomaba alrededor de 30 minutos, no fue un espacio aprovechado ni que se hiciera cargo de sus dudas. Por lo tanto, se propone que la instancia de repaso del video no supere los 20 minutos, con enfoque en aspectos y preguntas que los estudiantes hayan explicitado previamente tener dudas. A su vez, se percibió que la revisión de cuestionarios fue lo que más valor tuvo para ellos y que era donde más aprendieron, por lo que, si bien solía confundirse con que el profesor hiciese una "clase" sobre cómo resolver ciertos ejercicios, si es importante la instancia de feedback sobre los errores encontrados.

Importante es notar que en este espacio mencionado se incluyen tanto aspectos más teóricos, como lo son los cuestionarios y gran parte de los videos, se debe procurar mantener el enlace con lo práctico. Dado esto, se propone también que, de la mano con lo dicho en 8.2.1. en base a videos de resolución de ejercicios, que surjan espacios en que estudiantes propongan sus dudas con respecto a dichos videos. En definitiva, el espacio llamado de discusión general y repaso del inicio de la clase debiese incluir una primera parte de repaso de teoría básica más errores conceptuales observados en los cuestionarios, para luego dar paso a discusiones sobre ejercicios resueltos permitiendo hacer el paso durante la clase, tomando así incluso más relevancia la revisión de los videos y los estudiantes sintiendo como se relacionan con la clase.

La principal diferencia con lo que se hizo durante este semestre tiene que ver con que, en primer lugar, el principal input vendrá desde los estudiantes para la construcción del repaso, será su responsabilidad las discusiones que se den en el espacio a través de lo que respondan en el cuestionario como de las dudas que envíen con los videos. En segundo lugar, se incluirá en el espacio discusión abierta de aplicaciones, donde no vendrá del profesor, sino que del contenido previo y lo que los alumnos tengan que decir de él. Por último, se dará más espacio a la revisión del cuestionario, elemento que tuvo gran valoración por ellos.

### 8.2.3. ELIMINACIÓN DE ESPACIOS COMO SESIONES AUXILIARES QUE NO SE CONDICEN CON LA METODOLOGÍA

Como se pudo ver en el estudio, las sesiones auxiliares del curso no fueron aprovechadas ya que no cumplieron con su principal objetivo de solucionar dudas ni ejemplificar con ejercicios prácticos la materia. Si bien esta evaluación de los estudiantes tuvo un componente asociado a las capacidades que ellos sintieron faltar en el profesor auxiliar para ayudarlos con sus dudas, en sí la metodología que se usa en esa sesión no se condice con el modelo ya que no las actividades realizadas en el son centradas en el profesor y los estudiantes están más bien pasivos esperando lo que él les diga respecto a cómo realizar los ejercicios. Esto solo genera incomodidad en los estudiantes debido a la inconsistencia con lo trabajado en las sesiones con el profesor de cátedra, elemento también visto en los alumnos ya que otro de los factores por los que no iban a esas sesiones era que los ejercicios que ahí se trabajaban no aportaban a lo que trabajaban en clases ni con lo que posteriormente les sería evaluado, de acuerdo con lo que los estudiantes mencionaron.

Si bien dentro de los estudiantes surgió la idea de que este espacio también siguiera el modelo CI, esto implicaría más carga, sobre todo por los videos que de por sí ya eran aproximadamente 1,5 horas a la semana. Es por esto que se propone eliminar este espacio de forma de en primer lugar, liberar carga de los estudiantes para el trabajo con videos. En segundo lugar, se propone que el o los profesores auxiliares estén presentes en las sesiones de trabajo en grupo, para aportar en la retroalimentación inmediata, pudiendo abarcar mayores dudas, teniendo en consideración de que es una clase de alta dificultad. Es importante notar que esta medida se haría cargo de las preocupaciones de algunos de los estudiantes respecto a preguntarle al



profesor dudas que sientan sean muy básicas o que simplemente no tengan la confianza de hacerle, pudiendo entonces abarcar la diversidad de estudiantes que están en la sala de clases. Además, esto permitirá tener mayor claridad de las dudas que vayan quedando en el trabajo en clases tomando en consideración lo mencionado por el profesor de que le es aún difícil llegar a todos los estudiantes y sus dudas.

#### 8.2.4. REPLANTEAMIENTO DE EVALUACIONES Y TIEMPOS DENTRO DEL CURSO

En cuanto a las evaluaciones del curso, se propone que estas disminuyan la cantidad de contenido cubierto, donde se aumente la cantidad de controles durante el semestre pero que permita de forma más inmediata ir midiendo el aprendizaje retroalimentando sobre cada evaluación, así como parcelar la carga que estos implican en los estudiantes. Si bien una de las bases del modelo es mantener a los estudiantes al día en los contenidos y por consiguiente que la carga de estudiar para los controles sea menor, se evalúa que esto no fue logrado ya que el contenido evaluado en ellas fue mucho ya que incluyó contenidos vistos con mucha antelación, requiriendo que el tiempo de preparación para cada una fuese muy alto. Sin embargo, se tiene en consideración de que el tema de evaluación de aprendizajes y la forma óptima de hacerlo escapa a los alcances de este estudio por lo que más investigación es necesaria para sustentar esto, teniendo en consideración de todas formas que de las mediciones realizadas se vio una fuerte influencia de este elemento en cuanto al peso que tiene en los alumnos las notas obtenidas, por lo que la propuesta apunta a lograr que los estudiantes vayan también siendo conscientes de su aprendizaje de forma concreta más veces durante el semestre.

Por último, la estructura de clases los días martes y jueves, que tiene que ver con tema administrativo, implica una gran carga de tiempo entre ambos días, por lo que se propone evaluar poder distanciar las clases durante la semana o, en su defecto, considerar mayores holguras de tiempo en el envío de los videos para que los estudiantes puedan hacerse cargo como a ellos les acomode. Otros elementos más específicos que se sugieren revisar tienen que ver con las tareas y el plazo de entrega que coincide con el control, que si bien como declaró el profesor esta entregaba un input importante para cada control, el tiempo que dedicaban en ellas era muy alto, Se sugieren estructuras en que las tareas impliquen trabajo en sala, presentaciones de estudiantes o

variaciones similares que signifiquen nuevas actividades centradas en el alumno, a la vez que permitan simplificar el trabajo individual de los estudiantes.

## 9. CONCLUSIONES

El principal objetivo de la memoria consistía en poder realizar una evaluación independiente de la implementación del modelo pedagógico Clase Invertida en el curso Electromagnetismo Aplicado de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile de tal forma de evaluar su efectividad en la enseñanza del curso, así como entregar nuevos indicadores de las repercusiones de nuevas metodologías como esta, nuevas aún en el contexto chileno, a los estudiantes y profesores que las implementan. Los resultados obtenidos en el estudio entregan en primera instancia uno de las limitantes más nombradas por los investigadores que tiene que ver tanto con la carga de tiempo que conlleva tanto para profesores como estudiantes la implementación del modelo CI así como la resistencia de algunos estudiantes ante el brusco cambio de recibir contenidos desde el profesor en una sala de clases a que sean de forma personal, en tiempo fuera del horario definido para que, en ella, la fuente del material y los contenidos sean ellos. Sin embargo, la inclusión de nuevos recursos les permitió en sus propias palabras aprender más, lo que ya sienta un precedente de lo que significó la metodología.

En específico, el estudio permite observar como en los estudiantes existió, en general, una alta valoración de contar con el recurso videos para poder, a su propio ritmo, estudiar y aprender. Así mismo, la dinámica de trabajo con ellos los llevó a mantenerse al día con los contenidos y poder en clases discutir con un mejor nivel de entendimiento, percibido esto tanto por ellos como por el profesor. En cuanto al trabajo en sala, lo que más fue valorizado por los alumnos fue el trabajo en grupo, para poder dividir el trabajo de contenidos y complementarse en materias que resultan más difíciles, al mismo tiempo que la revisión de cuestionarios y recibir feedback de sus errores fueron altamente valorados. En concreto, aproximadamente el 70% de los estudiantes evaluaron los videos como útiles en su aprendizaje, un 69% evaluó lo mismo para la revisión de cuestionarios, un 61% lo hizo para los ejercicios en clases y el 68% declaró que la calidad de las interacciones con sus compañeros fue mayor. Sin embargo, quedó al debe el relacionamiento con el profesor, donde no sintieron que sus dudas fuesen del todo abarcadas con las dinámicas de repaso en sala, ni con las interacciones con el profesor, donde un 51% evaluó que los repasos no aportaron a su aprendizaje y un 50% mencionó que la calidad de las interacciones con el profesor disminuyó. Un análisis de factores mostró como la evaluación del repaso en clases incluso escapo al factor aprendizaje, explicando que fue un espacio que no consideraron dentro de su proceso para aprender. Estos dos ítems en particular, dados los hallazgos

cualitativos, fueron los que llevaron a que la evaluación de comodidad con la dinámica de clases fuese variada con un 40% afirmando que les fue cómodo mientras un 45% afirmó que no lo fue.

La evaluación general del modelo por parte de los estudiantes permitió concluir lo antes mencionado respecto al tiempo extra que les significó, con un 87% afirmando que dedicó más tiempo que para un ramo de similar exigencia, principalmente asociado a que las tareas previas no estaban del todo alineadas, teniendo que invertir tiempo extra a la revisión de videos para estudiar para los cuestionarios y ejercicios. El aprendizaje obtenido a partir del modelo fue, para los alumnos, alto en lo teórico y bajo en lo práctico, llevando a una de las principales problemáticas de la implementación, donde al igual que el profesor, se concluye que existió una falta de aplicabilidad de los contenidos, siendo esta particularmente clave en sus evaluaciones, lo que llevó a una frustración en gran parte de ellos, como lo demuestran los resultados cualitativos. Esto último resulta de particular relevancia en el estudio ya que fue una de las principales dificultades del modelo, elemento que las teorías pedagógicas provenientes del constructivismo mencionan y que dicen relación con que la metodología y las dinámicas utilizadas deben procurar que el estudiante se mantenga consiente de los aprendizajes que va logrando, cosa que no se obtuvo durante el curso. Es así como la evaluación de aprendizaje obtenido y preferencia por el modelo fueron polarizadas, para lo que un análisis de modelos multivariados permitió observar la existencias de 2 grupos marcados que evalúan significativamente diferente los ítems del modelo, encontrándose un 55% de ellos que evalúa de mejor forma los atributos, mientras el 45% se muestra más resistente, principalmente por recibir contenidos desde un video en su tiempo personal, sin un profesor que sea el encargado de enseñarles.

La comparación de rendimientos históricos no fue concluyente, ya que, si bien se percibió una baja significativa de rendimientos en la nota del examen - evaluación que incluye todos los contenidos del curso- respecto al semestre homólogo del año 2016, un análisis de regresiones sobre variables de perfilamiento indicó que en esta diferencia fue más influyente el rendimiento en los ramos previos de Plan Común, el cual fue significativamente menor en los estudiantes del caso en estudio. Para futuros estudios en esta línea, se propone realizar un diseño experimental con un grupo de control con metodología tradicional y otro experimental con CI, en el que la comparación se haga sobre las mismas herramientas evaluativas.

Es así como las respuestas a las preguntas de investigación son:

- 1) ¿Qué oportunidades de enseñanza brinda el modelo CI para el caso de estudio?

Tanto para el profesor como para los estudiantes, se pudo comprobar que la presencia de videos y generar un trabajo previo por ellos permitió mantener a los estudiantes al día con los contenidos, pudiendo resolver mayores dudas conceptuales que usualmente son difíciles de detectar, llevando así a una mayor comprensión de las bases teóricas de los fenómenos en estudio.

- 2) ¿Cuáles son las repercusiones que tiene el cambio de un modelo tradicional hacia CI en profesores y estudiantes?

La carga de tiempo resultó ser el mayor impacto en el trabajo de todos los actores, así como cierta incomodidad con dinámicas nuevas que implican un cambio de paradigma en la forma usual en que cursan sus ramos. En particular, que no sea el profesor quién les está enseñando. Sin embargo, la mayor repercusión se observa en lograr mayor involucramiento con los contenidos del curso dada la alta cantidad de material que revisan, absorbiendo mayor contenido.

- 3) ¿Cuáles son los atributos del modelo CI que más aportan al aprendizaje de los estudiantes?

Los videos resultaron ser de alto aporte al aprendizaje, así como el trabajo con pares y el recibir feedback inmediato sobre cuestionarios y errores que puedan estar cometiendo. En este último punto, sin embargo, se debe tener especial cuidado en el relacionamiento del profesor a los estudiantes, el cual se debe mostrar como guía en el proceso procurando que los estudiantes perciban su apoyo durante las sesiones presenciales, haciéndose cargo en sus intervenciones de las dudas que ellos manifiesten no solo en la sala de clases, sino que también en videos y trabajo fuera de la sala.

- 4) ¿Es la metodología CI efectiva en el aprendizaje de los estudiantes del curso en estudio?

Se encontró un elemento crítico en la implementación estudiada de CI respecto a lograr que la teoría aprendida y comprendida con mayor

profundidad que con metodologías tradicionales, pueda ser llevada a la práctica. Por otra parte, el análisis cuantitativo no arrojó mejoras en las notas de los estudiantes, con incluso una disminución significativa en el rendimiento en el examen, lo que el análisis expuesto en 5.3.2 muestra que no es atribuible al modelo. Sin embargo, los resultados son prometedores ya que el profesor por su lado afirma que sí se logró mayor aprendizaje con la metodología y un 73% de los estudiantes afirma que aprendió lo mismo o más que con una clase tradicional. A esto ultimó se suma una disminución de un 12,1% en la cantidad de alumnos reprobados. Así se concluye que la metodología si es efectiva en el aprendizaje, considerando un proceso continuo de mejoramiento enfocado a la aplicabilidad de lo aprendido, la mejor implementación de los recursos del modelo y la forma de evaluar.

Los hallazgos del estudio apuntan a ciertos elementos que deben coordinarse y prepararse de tal forma de que los estudiantes vean los resultados de sus aprendizajes en las evaluaciones, así como lograr una comodidad con el proceso entre las tareas que llevan a cabo dentro y fuera de la sala de clases. Es así como las recomendaciones del investigador apuntan a lograr una mayor conversación entre los elementos previos al trabajo en sala (videos y cuestionarios) con lo realizado en el aula, siendo los primeros un input directo al trabajo en clases, principalmente a través de un repaso inicial que se haga cargo de las dudas que surgen en la etapa de trabajo personal previa y una guía cercana por parte del docente maximizando instancias de feedback, que pueden no solo incluir al profesor, sino que incluir auxiliares en dicho espacio. Así mismo, se debe considerar la alta carga de tiempo que implica la metodología, por lo que se recomiendan también reestructurar los tiempos como auxiliares, evaluando eliminarlos para liberar espacio y contrarrestar este fenómeno, así como diseñar las evaluaciones con énfasis en que se hagan economías de escala para el tiempo que dedican al estudio y buscando, de igual forma que con lo ya mencionado, aumentar los espacios para retroalimentación de las evaluaciones y ejercicios.

Se propone para futuras investigaciones incluir dentro de las mediciones el efecto que esta metodología tiene en los cursos venideros. En este caso particular, se postula continuar con el estudio para hacer seguimiento de los estudiantes y sus resultados en Laboratorio de Sistemas Eléctricos, continuación del curso en estudio. Esto resulta relevante pensando en que Electromagnetismo Aplicado es un curso de primer semestre de la especialidad, así como que los hallazgos obtenidos indican un mayor entendimiento conceptual de los contenidos, por lo que se pueden percibir

efectos más a largo plazo. A esto se incluye continuar el estudio por diferentes vías, siendo la primera completar un estudio con un mayor número de casos aplicados que permita diseñar una herramienta estandarizada de evaluación del modelo. Por otro lado, abordar un diseño completo de cursos con CI que permita realizar un experimento con grupos de control definidos. Finalmente, realizar un estudio específico en profesores enfocando los recursos en recopilar la información de una amplia muestra de los que implementan CI en Chile y completar una evaluación cuantitativa de impacto.

Finalmente, se debe considerar que la implementación del modelo CI obedece a una transformación importante que va más allá de cómo se distribuye el tiempo dentro de un ramo particular. Es por esto que se propone que estas investigaciones sean parte de un programa institucional, el cual permita mantener registro de lo sucedido, implementando mejoras de forma continua, así como también para lograr realizar mediciones y evaluaciones como las propuestas, de forma transversal a los cursos y profesores.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Achútegui, S. (2014). Posibilidades didácticas del modelo Flipped Classroom en la Educación Primaria. Obtenido de: [http://biblioteca.unirioja.es/tfe\\_e/TFE000712.pdf](http://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE000712.pdf)
2. Amresh, A., Carberry, A. R., & Femiani, J. (2013, October). Evaluating the effectiveness of flipped classrooms for teaching CS1. In *Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE* (pp. 733-735). IEEE.
3. Ash, K. (2012). Educators evaluate flipped classrooms. *Education Week*, 32(2), s6-s8.
4. Bachnak, R., & Maldonado, S. C. (2014, June), *A Flipped Classroom Experience: Approach and Lessons Learned* Paper presented at 2014 ASEE Annual Conference & Exposition, Indianapolis, Indiana. <https://peer.asee.org/19942>
5. Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education.
6. Bishop, Jacob Lowell and Verleger, Matthew A, "The Flipped Classroom: A Survey of the Research," 2013 ASEE Annual Conference Proceedings, Atlanta, GA, 2013.
7. Bruffee, K. A. (1987). The art of collaborative learning. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 19(2), 42-47.
8. Calvillo, A. (2014). El modelo Flipped Learning aplicado a la materia de música en el cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria: una investigación-acción para la mejora de la práctica docente y del rendimiento académico del alumnado. *Universidad de Valladolid, España*.
9. Castles, R. T. (2016, June), *Flipping the Microprocessors Classroom: A Comparative Assessment* Paper presented at 2016 ASEE Annual Conference & Exposition, New Orleans, Louisiana. 10.18260/p.26928
10. Chica Pardo, D. (2016). Los doce principios de la creación multimedia [en línea]. Flipped Classroom 19 de diciembre 2016. <<http://www.theflippedclassroom.es/los-doce-principios-de-la-creacion-multimedia/>> [Consulta: 03 de Julio 2017]
11. Connor, K. A., & Newman, D. L., & Deyoe, M. M. (2014, June), *Flipping a Classroom: A Continual Process of Refinement* Paper presented at 2014 ASEE Annual Conference & Exposition, Indianapolis, Indiana. <https://peer.asee.org/20506>
12. Coursera. About | Coursera Blog 2017 [en línea] <https://about.coursera.org/> [Consulta: 10 de diciembre 2017]
13. Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *American journal of physics*, 69(9), 970-977.
14. Doolittle, P. (1999). Constructivism and online education.



15. EdX. About us | edX [en línea] URL <https://www.edx.org/about-us> [Consulta: 03 de Julio 2017]
16. Faundez, A. R. O., Bastias, J. M. A., & Polanco, M. P. R. (2016). Evaluación de Metodología flipped classroom: primera experiencia. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 2(2), 90-99.
17. Flipped Learning Global Initiative (2017) 2017 Annual Report - Flipped Learning Global Initiative [en línea] <http://flglobal.org/2017-annual-report/> [Consulta: 10 de diciembre 2017]
18. Flipped Learning Global Initiative (2017) The Flipped Learning Global initiative - Flipped Learning Global Initiative [en línea] <http://flglobal.org/about/> [Consulta: 03 de Julio 2017]
19. Foertsch, J., Moses, G., Strikwerda, J., & Litzkow, M. (2002). Reversing the lecture/homework paradigm using eTEACH® web-based streaming video software. *Journal of Engineering Education*, 91(3), 267-274.
20. Fulton, K. (2012). Upside down and inside out: Flip your classroom to improve student learning. *Learning & Leading with Technology*, 39(8), 12-17.
21. Gilboy, M. B., Heinerichs, S., & Pazzaglia, G. (2015). Enhancing student engagement using the flipped classroom. *Journal of nutrition education and behavior*, 47(1), 109-114.
22. Green, G. (2012, July). The flipped classroom and school approach: Clintondale High School. In annual Building Learning Communities Education Conference, Boston, MA. Retrieved from <http://2012.blconference.com/documents/flipped-classroom-school-approach.pdf>.
23. Hamdan, N., McKnight, P., McKnight, K., & Arfstrom, K. M. (2013). The flipped learning model: A white paper based on the literature review titled a review of flipped learning. Flipped Learning Network/Pearson/George Mason University.
24. Hannafin, M. J., & Land, S. M. (1997). The foundations and assumptions of technology-enhanced student-centered learning environments. *Instructional science*, 25(3), 167-202.
25. Herreid, C. F., & Schiller, N. A. (2013). Case studies and the flipped classroom. *Journal of College Science Teaching*, 42(5), 62-66.
26. Hilary Arksey & Lisa O'Malley (2005) Scoping studies: towards a methodological framework, *International Journal of Social Research Methodology*, 8:1, 19-32, DOI:10.1080/1364557032000119616
27. Holdhusen, M. H. (2015, June), A "Flipped" Statics Classroom Paper presented at 2015 ASEE Annual Conference & Exposition, Seattle, Washington. 10.18260/p.23356

28. Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (1998). Cooperative learning returns to college what evidence is there that it works?. *Change: the magazine of higher learning*, 30(4), 26-35.
29. Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational researcher*, 33(7), 14-26.
30. Jones, M. G., & Brader-Araje, L. (2002). The impact of constructivism on education: Language, discourse, and meaning. *American Communication Journal*, 5(3), 1-10.
31. Lee, A., & Zhu, H., & Middleton, J. A. (2016, June), *Effectiveness of Flipped Classroom for Mechanics of Materials* Paper presented at 2016 ASEE Annual Conference & Exposition, New Orleans, Louisiana. 10.18260/p.26907
32. Mason, G. S., Shuman, T. R., & Cook, K. E. (2013). Comparing the effectiveness of an inverted classroom to a traditional classroom in an upper-division engineering course. *IEEE Transactions on Education*, 56(4), 430-435.
33. Mason, G., Shuman, T. R., & Cook, K. E. (2013, June). Inverting (flipping) classrooms—Advantages and challenges. In *Proceedings of the 120th ASEE annual conference and exposition, Atlanta*.
34. McNally, B., Chipperfield, J., Dorsett, P., Del Fabbro, L., Frommolt, V., Goetz, S., ... & Roiko, A. (2017). Flipped classroom experiences: student preferences and flip strategy in a higher education context. *Higher Education*, 73(2), 281-298.
35. Mera, A. (2012) La fórmula éxitos del JulioProfe para enseñar matemáticas. [en línea] El País Colombia. 20 de mayo 2012. <<http://www.elpais.com.co/california-la-formula-exitosa-del-julio PROFE PARA ENSEÑAR MATEMATICAS.html>> [Consulta: 10 de diciembre 2017]
36. MIT OpenCourseWare (2001). Our History | MIT OpenCourseWare | Free Online Course Materials [en línea] <http://ocw.mit.edu/about/our-history/> [Consulta: 03 de Julio 2017]
37. Moravec, M., Williams, A., Aguilar-Roca, N., & O'Dowd, D. K. (2010). Learn before lecture: a strategy that improves learning outcomes in a large introductory biology class. *CBE-Life Sciences Education*, 9(4), 473-481.
38. Network, F. L. (2014). The four pillars of FLIP. Retrieved May, 19, 2015.
39. Onwuegbuzie, A. J., Dickinson, W. B., Leech, N. L., & Zoran, A. G. (2009). A qualitative framework for collecting and analyzing data in focus group research. *International journal of qualitative methods*, 8(3), 1-21.
40. Papadopoulos, C., & Roman, A. S. (2010). Implementing an inverted classroom model in engineering statics: Initial results. In *American Society for Engineering Education*. American Society for Engineering Education.

41. Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of engineering education*, 93(3), 223-231.
42. Santiago, R. (2014) 3 claves para flippear una clase [en línea] Flipped Classroom. 16 de enero 2017. <<http://www.theflippedclassroom.es/3-claves-para-flippear-una-clase/>> [Consulta: 03 de Julio 2017]
43. Strayer, J. F. (2012). How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task orientation. *Learning Environments Research*, 15(2), 171-193.
44. Tam, M. (2000). Constructivism, instructional design, and technology: Implications for transforming distance learning. *Educational Technology & Society*, 3(2), 50-60.
45. Thompson, C. (2011). How Khan Academy is changing the rules of education. *Wired Magazine*, 126, 1-5.
46. Toto, R., & Nguyen, H. (2009, October). Flipping the work design in an industrial engineering course. In *Frontiers in Education Conference, 2009. FIE'09. 39th IEEE* (pp. 1-4). IEEE.
47. Udacity (2011) About us [en línea] URL <https://www.udacity.com/us> [Consulta: 03 de Julio 2017]
48. Velegol, S. B., & Zappe, S. E. (2016, June), *How Does a Flipped Classroom Impact Classroom Climate?* Paper presented at 2016 ASEE Annual Conference & Exposition, New Orleans, Louisiana. 10.18260/p.25479
49. Yarbrow, J., Arfstrom, K. M., McKnight, K., & McKnight, P. (2014). *Extension of a review of flipped learning*.

## 11. ANEXOS

### Anexo A: Programación de videos y contenidos por clase para Electromagnetismo Aplicado.

Macro - unidad	Contenidos sesión	videos
I. Principios de teoría electromagnética y propiedades de medios materiales (8 clases)	Ecuaciones de Maxwell <i>Leyes de Fraday, Ampere, Gauss eléctrica y Gauss magnética</i>	7
	Aplicaciones Ecuaciones de Maxwell: <i>Condiciones de frontera y vector de poynting</i>	5
	Materiales: <i>Ley de ohm y portadores</i>	10
	<i>Dispersión y 2da ley de newton</i>	
	<i>Conductores: Regla de Mathiessen - Aleaciones - Conductores No metálicos - Aplicaciones</i>	
	Materiales dieléctricos: <i>Polarización</i>	7
	Materiales dieléctricos: <i>Campo local y Externo (Relación de Clausius-Mossoti)</i>	5
	<i>Respuesta en Campos Alternos</i>	6
	Materiales dieléctricos: <i>Pérdidas</i>	
	<i>Ruptura y falla eléctrica</i>	
	<i>Dieléctricos especiales</i>	8
	Materiales Magnéticos: <i>Momento magnético en el átomo (orbital, de spin y total)</i>	
	<i>Magnetismo</i>	
	<i>Paramagnetismo</i>	6
	<i>Ferromagnetismo</i>	
Materiales Magnéticos: <i>(Profundización) Diamagnetismo, Ferromagnetismo y Paramagnetismo</i>		
<i>Ferromagnetismo y curvas M-H</i>	6	
<i>Ejes preferenciales</i>		
<i>Dominios e Histéresis</i>		
<i>Aplicaciones</i>	6	
Funciones potenciales: <i>Campos armónicos (Ec de Maxwell y vector de poynting)</i>		
<i>Definición de las funciones potenciales</i>		
II. Planteamiento y solución de campos electromagnéticos estáticos y de baja frecuencia (4 clases)	<i>Ecuación de onda</i>	9
	<i>Altas y bajas frecuencias</i>	
	Métodos de resolución ecuación de Poisson y Laplace: <i>Solución 1D</i>	
	<i>Solución 2D y 3D (rectangular y cilíndrica)</i>	7
	Métodos de resolución ecuación de Poisson y Laplace: <i>Solución 2D y 3D (esférica)</i>	
	<i>Método de imágenes</i>	
	Métodos de resolución ecuación de Poisson y Laplace: <i>Método de imágenes (continuación)</i>	6
	<i>Diferencia finitas y ejemplos</i>	
	<i>Método de momentos</i>	
	Ondas planas: <i>Ecuación de onda</i>	5
<i>Propiedades onda plana y uniforme</i>		
III. Planteamiento y solución de campos electromagnéticos de alta frecuencia (15 clases)	Ondas planas: <i>Propiedades onda plana y uniforme (continuación) - en medio sin y con pérdidas (conductores y dieléctricos)</i>	7
	<i>Profundidad de penetración</i>	
	<i>Polarización</i>	
	Ondas planas: <i>Incidencia normal (coeficientes y ondas estacionarias)</i>	6
	<i>Incidencia oblicua (Planteamiento, leyes de Snell y Reflexión total)</i>	
	Ondas planas: <i>Incidencia oblicua (Ecuaciones de Fresnel)</i>	4

---

Ondas planas: <i>Aplicaciones en entretenimiento (CD, DVD, Cine 3D, pantallas LCD)</i>	5
Ondas planas: <i>Aplicaciones en comunicaciones (Láser, fibra óptica, transmisión de información)</i>	5
<i>Aplicaciones en óptica (radiotelescopios y espejos para rayos x)</i>	
Líneas de transmisión: <i>Ondas TEM</i>	3
<i>Ecuaciones para línea de transmisión</i>	
<i>Transmisión de onda TEM en línea de transmisión</i>	
Líneas de transmisión: <i>Excitación sinusoidal en líneas de transmisión sin pérdidas</i>	4
Líneas de transmisión: <i>Acoplamiento de impedancias (elementos concentrados y distribuidos)</i>	4
<i>Carta de Smith</i>	
Líneas de transmisión: <i>Admitancia</i>	4
<i>Acoplamiento con carta de Smith</i>	
Guías de Onda: <i>Ecuación de Onda</i>	3
<i>Guías rectangulares - Modo transversal magnético</i>	
Guías de Onda: <i>Guías rectangulares - Modo transversal magnético (continuación)</i>	5
<i>Guías rectangulares - Modo transversal eléctrico</i>	
Antenas: <i>Funciones de potencial</i>	5
<i>Antenas Elementales (Dipolo eléctrico)</i>	
Antenas: <i>Antenas Elementales (Dipolo magnético)</i>	5
<i>Antenas dipolo largo y monopolo</i>	
Antenas: <i>Arreglo de antenas (dipolo largo)</i>	5
<i>Aplicaciones</i>	

---

# Anexo B: Ejemplo protocolo de observación

Class: **EL3002**  
 Institution: **FCFM**

Date: **20/06**

Instructor: **Patricio Mena**  
 Observer: **Franco Vargas**

## Activity Log

(Adapted from IBL Observation Protocol and CETP Core Evaluation – Classroom Observation Protocol)

For each 5-minute interval, code all activities that occur. Don't put the same code more than once into the same 5-minute box.

Time	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60
Activities:	EV	EVE	EVE	EVT	TE	TE	EVE	B	FT IRE ED	G TFP	G FPT	G FPT
Time	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85	85-90	90-95	95-100	100-105	105-110	110-115	115-120
Activities:	G FPT	G FPT	G FPT	G FPT	G FPT	G FPT						

- L** Professor lecturing—presenting material not in response to student concerns/questions. Lecture includes setting up a problem to be solved. It also includes solving a problem at the board without student involvement.
- IRE** IRE-style lecture. "Fill-in-the-blank" kind of interaction with students. Does not require students to explain things. Class may answer in unison. Student contribution are general one word or short phrases which fit into instructor's train of thought. Only use this code embedded inside of lecture, not, for example, to code a few exchanges within a class discussion.
- LwQ** Lecture with Questions— Students ask questions and respond with full sentences to instructor questions (short of describing in-depth processes or solutions). However, content is still primarily created by the instructor.
- LwC** Lecture with Clicker. Lecture is driven by student responses on clickers. Feedback by clicker is consistently sought during the lecture.
- E** Extended explaining by instructor, *in response to question or difficulty*. An extended takeover of class—a mini-lecture. Different from L because is responsive to an issue that arises on the spot. E can be described as "reactive content delivery." This is by definition responsive and includes *revoicing with elaboration*.

- D** Class discussion—this is characterized by significant public student generation of content, such as students describing a solution from their seats to the class and the class (or the instructor) responding. Note that E can arise within a session of D.
- G** Working on a problem or an example in groups of 3 or more.
- 2** Working on a problem or an example in pairs.
- I** Working on a problem or an example individually. This may last only a few minutes.
- P** Students presenting a solution or proof (individuals or groups) in a publicly visible way. That is, a student may present at the board, on a document projector, or from a laptop screen. If a student orally describes a solution from his seat, then P is *not* the right code. In this case, use D instead.
- T** Students or instructor using technology, for example calculators, computer-based quizzes/worksheets, computer animations, or computer algebra systems.
- B** Addressing class business, procedural activity (e.g. returning papers)
- A** Assessment. For example, a quiz.
- O** Other (describe)

**EV:** Explicación de puntos más importantes del video

**FT:** Feedback o explicación en base a cuestionarios o test realizados previos a la clase

**FP:** Feedback personal o por grupo del profesor

Activity Log

## **Anexo C: Estructura entrevista a profesores**

1. ¿Cuáles fueron sus principales motivaciones para aplicar el modelo Clase Invertida en su curso?
2. ¿Qué espera lograr a final de semestre con la nueva modalidad? ¿Cuáles son los principales objetivos?
3. En cuanto al diseño de las clases ¿Cómo se llevó a cabo el día a día del curso?, ¿Cuál es la principal diferencia con uno de clase tradicional?
4. ¿Cuáles han sido las principales dificultades que ha tenido para aplicar Clase Invertida?
  - 4.1. Desde un punto de vista desde los profesores y equipo docente ¿Cuáles han sido los principales costos que conlleva la aplicación de Clase Invertida?, ¿Y los principales beneficios?
  - 4.2. Desde el punto de vista de sus estudiantes, ¿Qué costos ve usted les ha traído esta metodología?, ¿Qué cambios a podido observar en ellos en el día a día? (motivación, asistencia, participación, etc.)
5. ¿Recomendaría utilizar Clase Invertida? ¿Porqué?
6. ¿Qué consejos le daría a alguien que esté comenzando a utilizar Clase Invertida?
7. Ya completamos la entrevista, ¿Hay algo más que le gustaría agregar respecto a Clase Invertida y que sea importante para mí investigación?

### **Objetivos de Preguntas**

Preguntas 1-2: Obtención de intereses del profesor.

Pregunta 3: Levantamiento de información respecto a cómo aplica clase invertida.

Pregunta 4: Información de costos y beneficios percibidos de Clase Invertida (ambos puntos de vista).

Preguntas 5-7: Evaluación del modelo en líneas generales.

## Anexo D: Estructura grupo focal a estudiantes caso de estudio

### Declaraciones iniciales:

- El objetivo es poder entender desde sus palabras como vivieron el curso con una modalidad distinta llamada Flipped Classroom.
- Esto tienes fines investigativos y no es para nada evaluado (el profesor no estará), así que siéntanse en la libertad de comentar libremente sus opiniones.
- Habiendo dicho eso, notar que esto es para conversar de la metodología en sí y no de lo que opinan del profesor o de los auxilliares.

### Tema 1: Trabajo individual con videos y ejercicios previos

- Respecto a los videos: ¿Qué les pareció trabajar con videos previos a la clase?, ¿Se sintieron cómodos?, ¿Por qué?
- En la misma línea, ¿Cómo era su trabajo con ellos?, ¿Los **utilizaron solo para la clase o volvieron a verlos?**, ¿Cuántas veces?
- ¿Cuánto afectó el **cambio de calidad en los videos** para la segunda parte del curso?
- Respecto a los **cuestionarios previos** ¿Eran muy difíciles o fáciles?, ¿Sintieron que aportaron a su aprendizaje?
- ¿Algo que les gustaría comentar y que no hemos conversado?

### Tema 2: Trabajo en sala

- Pensando en la dinámica que se daba dentro de la sala de clases ¿Se sintieron cómodos con ella?, ¿Los motivó?, ¿Por qué?
- ¿Notaron alguna diferencia con lo que se realiza en otras clases (en la parte presencial específicamente) ?, ¿En qué aspectos? (ahondar en los que mencionen y que tengan que ver con los puntos a tocas más adelante)
- Pensando en el **repaso que realizaba el profesor al inicio de la clase**, ¿Era útil?, ¿Ponían atención?
- En la dinámica dada en clases, ¿Cómo se sentían a la hora de **hacer preguntas, les era más fácil, difícil, lo mismo?**, ¿Tenían **más tiempo para resolver dudas** y trabajar con el profesor?
- Del trabajo en grupo, ¿Cómo compararían el **clima de la clase** frente a uno de clase tradicional? (*ir definiendo la clase tradicional*)
- Y los ejercicios realizados durante la clase ¿Cómo era la **dificultad?**, ¿Les ayudaban en su aprendizaje?
- Al llegar a un **control** ¿Se sentían preparados?, ¿Tomaba sentido lo que habían estado realizando durante las clases?, ¿**Estudiaban más o menos que para un ramo de similar dificultad?**
- ¿Algo que les gustaría comentar y que no hemos conversado?



### **Tema 3: En general de la metodología**

- Pensando en el curso en sí y su diseño completo ¿Creen que es un buen modelo para este tipo de cursos?, ¿Por qué?
- ¿Cuáles fueron para ustedes las principales ventajas y desventajas de tener un curso con estas características?
- ¿Cómo sintieron el **ritmo del curso**?, Pensando que en una clase tradicional el profesor va entregando contenido de forma uniforme ¿Se sintieron capaces de mantener un ritmo cómodo de acuerdo a sus propias necesidades y sin ir “quedándose cojos”?
- Respecto a la **carga del ramo**, ¿Fue mayor o menor que un ramo tradicional y de similar dificultad?
- Más allá de las evaluaciones clase a clase, ¿**Los motivaba ir a clases**?, ¿Qué es lo que más rescatan?, ¿Y lo que no les gustó?
- ¿Creen que es una metodología que aporta al aprendizaje?, ¿Sintieron que **les sirvió para aprender más**?
- ¿Aplicarían esta metodología a **otros ramos**?, ¿Por qué?
- ¿Algo que les gustaría comentar y que no hemos conversado?

## Anexo E: Encuesta realizada a estudiantes caso de estudio

### Encuesta Percepción "Clase Invertida"

La presente encuesta tiene por objetivo recopilar la percepción que tienen los estudiantes del curso EL3002 del modelo pedagógico Clase Invertida, dentro del cual se enmarcó la implementación de dicho curso durante este semestre Otoño 2017. Este estudio se enmarca dentro de un trabajo de título que se enfoca en medir el impacto de la metodología antes señalada en alumnos y profesores, tanto en percepción como aprendizaje y posibilidades pedagógicas. Con esto se busca encontrar la mejor forma de implementar el modelo y generar así recomendaciones a profesores que quieran utilizarla en sus clases. Es por esto último que, si bien el responder la encuesta es optativo, es de vital importancia contar con la opinión de la mayor cantidad de estudiantes.

La encuesta es anónima, por lo que siente. En total no debiera tomarte más de 15 minutos.

Ante cualquier duda, pueden consultar con Franco Vargas ([francovb15@gmail.com](mailto:francovb15@gmail.com)) o Sergio Celis, encargado de investigación de la FCFM ([Scelis@ing.uchile.cl](mailto:Scelis@ing.uchile.cl)).

De antemano muchas gracias!

**Instrucciones:** La encuesta consta de 3 partes, cada una enfocada a distintos momentos de la clase. Te pedimos marcar la alternativa que más represente tu sentir en cada situación.

#### Parte 1: Trabajo con videos de forma personal y los ejercicios previos a la clase:

1.- Del hecho de ver los videos previos a la clase y su aporte en mi aprendizaje:

(1) No fueron para nada útiles	(2) No eran útiles	(3) Me era indiferente	(4) Fueron útiles	(5) Fueron extremadamente útiles
--------------------------------	--------------------	------------------------	-------------------	----------------------------------

2.- Pensando en trabajar con videos en vez de un profesor presencial que diera cátedra del contenido:

(1) No me gustó para nada	(2) No me gustó	(3) Me fue indiferente	(4) Me gustó	(5) Me gustó mucho
---------------------------	-----------------	------------------------	--------------	--------------------

3.- Respecto a estudiar contenidos en los videos sin que previamente el profesor los introdujera:

(1) Se me hizo en extremo difícil	(2) Se me hizo difícil	(3) Me fue indiferente	(4) Se me hizo fácil	(5) Se me hizo en extremo fácil
-----------------------------------	------------------------	------------------------	----------------------	---------------------------------

4.- Respecto a la cantidad de veces que vi los videos para entender los contenidos:

- |                     |   |  |   |
|---------------------|---|--|---|
| (1) No los vi nunca | (2) Los vi solo una vez previo a la clase | (3) Los vi más de una vez, pero solo previo a cada clase | (4) Los vi más de una vez antes de una clase y para los controles |
|---------------------|---|--|---|

5.- De los ejercicios completados junto a los videos y su impacto en el trabajo en clase:

- |                                |                    |                        |                   |                                  |
|--------------------------------|--------------------|------------------------|-------------------|----------------------------------|
| (1) No fueron para nada útiles | (2) No eran útiles | (3) Me era indiferente | (4) Fueron útiles | (5) Fueron extremadamente útiles |
|--------------------------------|--------------------|------------------------|-------------------|----------------------------------|

6.- Respecto a la dificultad de los ejercicios previos a la clase:

- |                                   |                    |                    |                  |                                 |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|------------------|---------------------------------|
| (1) Eran extremadamente difíciles | (2) Eran difíciles | (3) Eran adecuados | (4) Eran fáciles | (5) Eran extremadamente fáciles |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|------------------|---------------------------------|

7.- ¿Algo que comentar respecto al trabajo PREVIO a la clase que no se haya abordado?

Las preguntas 8 y 9, tienen que ver con el cambio de videos en flip a los que realizaba el profesor de forma personal y enviaba vía u-cursos.

8.- De los videos para las clases 16-24, que no fueron trabajados con Flip, cumplí con revisar antes de clases:

- |                        |                        |                        |                        |                      |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| (1) Entre 1 y 2 videos | (2) Entre 3 y 4 videos | (3) Entre 5 y 6 videos | (4) Entre 7 y 8 videos | (5) Todos los videos |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|

9.- Luego del cambio en los videos, mi motivación por verlos:

- |                                    |                                 |                    |                                |                                   |
|------------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| (1) Se vio notoriamente disminuida | (2) Se vio levemente disminuida | (3) No tuvo efecto | (4) Se vio levemente aumentada | (5) Se vio notoriamente aumentada |
|------------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------------------------|

10.- Luego del cambio en los videos, mi aprendizaje a partir de ellos:

- |                                    |                                 |                    |                                |                                   |
|------------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| (1) Se vio notoriamente disminuido | (2) Se vio levemente disminuido | (3) No tuvo efecto | (4) Se vio levemente aumentado | (5) Se vio notoriamente aumentado |
|------------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------------------------|

## Parte 2: Trabajo dentro de la sala de clases:

1.- Respecto a la dinámica de trabajo llevada dentro de la sala de clases:

(1) Me sentí extremadamente incómodo      (2) Me sentí incómodo      (3) Me fue indiferente      (4) Me sentí cómodo      (5) Me sentí extremadamente cómodo

2.- Del repaso realizado por el profesor al inicio de la clase y su aporte en mi aprendizaje:

(1) No fue para nada útil      (2) No era útil      (3) No afectaba      (4) Fue útil      (5) Fue extremadamente útil

3.- De la revisión de los cuestionarios completados con los videos durante la clases y su aporte en mi aprendizaje:

(1) No fue para nada útil      (2) No era útil      (3) No afectaba      (4) Fue útil      (5) Fue extremadamente útil

4.- De los ejercicios hechos en clases y su aporte en mi aprendizaje:

(1) No fueron para nada útiles      (2) No eran útiles      (3) No afectaban      (4) Fueron útiles      (5) Fueron extremadamente útiles

5.- De la cantidad de interacciones con el profesor durante la clase versus en una clase tradicional:

(1) Fueron muchas menos      (2) Fueron un poco menos      (3) Fueron las mismas      (4) Fueron un poco más      (5) Fueron muchas más

6.- De la calidad de las interacciones con el profesor versus las de una clase tradicional:

(1) Fueron mucho menos provechosas      (2) Fueron menos provechosas      (3) Fueron lo mismo      (4) Fueron más provechosas      (5) Fueron mucho más provechosas

7.- De la cantidad de interacciones con mis compañeros durante la clase versus en una clase tradicional:

(1) Fueron muchas menos      (2) Fueron un poco menos      (3) Fueron las mismas      (4) Fueron un poco más      (5) Fueron muchas más

8.- De la calidad de las interacciones con mis compañeros versus las de una clase tradicional:

(1) Fueron mucho menos provechosas      (2) Fueron menos provechosas      (3) Fueron lo mismo      (4) Fueron más provechosas      (5) Fueron mucho más provechosas

9.- Respecto a la seguridad que sentí a la hora de rendir evaluaciones versus un ramo con clase tradicional:

(1) Me sentí mucho      (2) Me sentí menos seguro      (3) Me sentí igual      (4) Me sentí más seguro      (5) Me sentí mucho más seguro

menos  
seguro

10.- ¿Algo que comentar respecto al trabajo DURANTE la clase que no se haya abordado?

### Parte 3: Metodología Clase Invertida y Características generales

1.- De la metodología y poder avanzar a un ritmo propio de aprendizaje:

(1) No fue para nada posible	(2) No fue posible	(3) No afectó	(4) Fue posible	(5) Fue completamente posible
------------------------------	--------------------	---------------	-----------------	-------------------------------

2.- En comparación a un ramo de similar exigencia y de metodología tradicional, dediqué:

(1) Muchas más horas	(2) Un poco más de horas	(3) Las mismas horas	(4) Un poco menos de horas	(5) Muchas menos horas
----------------------	--------------------------	----------------------	----------------------------	------------------------

3.- De la motivación por ir a las clases versus en un ramo con clase tradicional, me sentí:

(1) Mucho menos motivado	(2) Menos motivado	(3) Igual de motivado	(4) Más motivado	(5) Mucho más motivado
--------------------------	--------------------	-----------------------	------------------	------------------------

4.- De la preferencia por un ramo con Clase Invertida por sobre uno con Clases Tradicionales:

(1) No lo prefiero para nada	(2) No lo prefiero	(3) Me es indiferente	(4) Lo prefiero	(5) Lo prefiero completamente
------------------------------	--------------------	-----------------------	-----------------	-------------------------------

5.- Del aprendizaje que obtuve versus el de un ramo con clase tradicional:

(1) Aprendí mucho menos	(2) Aprendí menos	(3) Aprendí lo mismo	(4) Aprendí más	(5) Aprendí mucho más
-------------------------	-------------------	----------------------	-----------------	-----------------------

6.- Respecto del cómo obtuve el aprendizaje durante el curso versus el de una clase tradicional:

(1) Fue mucho menos activo y experiencial	(2) Fue menor activo y experiencial	(3) Fue igual de activo y experiencial	(4) Fue más activo y experiencial	(5) Fue mucho más activo y experiencial
---	-------------------------------------	--	-----------------------------------	---

7.- ¿Recomendaría utilizar esta metodología en otros ramos de la carrera?

(1) Sí, en todos

(2) Solo en algunos

(3) En ninguno

8.-

¿Algo que comentar de la METODOLOGÍA en general y que no se haya preguntado?

--

**Datos demográficos**

Edad	Sexo	Año universitario (ej: Tercer año)	Veces que he dado el EL3002 (Ej: Primera vez)

## Anexo F: Ejemplo control del curso

Universidad de Chile  
Facultad de Cs. Físicas y Matemáticas  
Departamento de Ingeniería Eléctrica

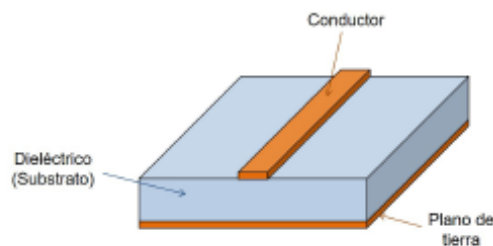


### EL3002 Electromagnetismo Aplicado Control 1

Fecha: *Martes 25 de abril del 2017, 16:00.*  
Contestar cada pregunta en hojas separadas.  
TOTAL: 30 puntos.

**P1** Escoja o dé la(s) respuesta(s) correcta(s) explicando de forma breve y concisa. Recuerde que respuestas demasiado largas se considerarán inválidas.

- a) Ciertos materiales llamados *ferroeléctricos* (como el  $\text{BaTiO}_3$ ) presentan una polarización espontánea si se encuentran por debajo de una temperatura característica.
- 1) (2 pt.) Presente el modelo físico que usaría para determinar como cambia la polarización en función de la temperatura y el campo eléctrico aplicado. No olvide escribir las ecuaciones respectivas.
  - 2) (1 pt.) Bosqueje la curva de susceptibilidad eléctrica vs. temperatura que tendrían estos materiales.
  - 3) (1 pt.) Bosqueje la curva de susceptibilidad magnética vs. temperatura que tendrían estos materiales.
- b) Considere la construcción presentada en la Figura 1.
- 1) (1 pt.) Si la línea conductora posee una distribución uniforme de carga superficial bosqueje el campo eléctrico resultante.
  - 2) (1 pt.) Si por línea conductora circula una corriente constante bosqueje el campo magnético resultante.
  - 3) (1 pt.) ¿Cómo cambian sus respuestas si el material es magnético?
- c) (1 pt.) (V/F) La magnetización de saturación depende de la dirección (con respecto a los ejes preferenciales) con la que se aplique el campo magnético externo.
- d) (2 pt.) Se mezcla níquel ( $14,3 \times 10^6 \text{ S.m}^{-1}$ ) con 5% de plata ( $1,59 \times 10^{-8} \Omega.\text{m}$ ). Entonces
- 1) La conductividad aumenta.
  - 2) La resistividad aumenta.
  - 3) La conductividad disminuye.
  - 4) La resistividad disminuye.
  - 5) Ni la conductividad ni la resistividad cambian.



**Figura 1:** Línea de transmisión conocida como microstrip. Consiste de una línea conductora sobre un sustrato dieléctrico no magnético. Este a su vez se encuentra sobre otro conductor usado como tierra.

**P2** (10 pt.) Cuatro placas conductoras están dispuestas tal como se muestra en la Figura 2. Las placas horizontales de largo  $a$  son conectadas a tierra, mientras que las placas verticales de largo  $b$  son conectadas una a tierra y la otra a un potencial tal que el campo eléctrico es  $\mathcal{E}_0 \hat{i}$ . Calcule el potencial dentro del rectángulo.

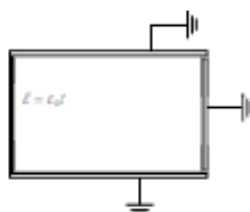


Figura 2: Potencial en una zona rectangular.

P3 A continuación se estudiará el campo electromagnético en la vecindad de una línea de transmisión de alta potencia de frecuencia  $\nu \approx 50$  Hz y corriente  $I \approx 10$  kA.

- (1 pt.) Demuestre en primer lugar que en el caso más general,  $\vec{E} = -\nabla\varphi - \frac{\partial\vec{A}}{\partial t}$ ; en donde  $\varphi$  corresponde a una función escalar y  $\vec{A}$  a una función vectorial.
- (2 pt.) Considere ahora un cable conductor muy largo sin densidad de carga libre, pero que lleva una corriente  $I = I_0 \sin(\omega t)$ , con  $\omega = 2\pi\nu$ . Calcule el campo eléctrico en todo el espacio, suponiendo que la sección transversal del cable es despreciable.
- (3 pt.) En la situación real la corriente alterna se devuelve para cerrar el circuito del tendido eléctrico. Considere que ahora se tienen dos cables muy largos separados por una distancia  $2h = 4$  m, tal como se muestra en la figura 3. Encuentre una expresión para el campo eléctrico en un punto cualquiera y demuestre que en el límite  $\rho \gg h$ ,

$$\vec{E} \rightarrow \frac{2\mu_0 I_0 \nu \cos(2\pi\nu t) h \cos\phi}{\rho} \vec{k},$$

en donde  $\rho$  y  $\phi$  corresponden a cantidades propias de las coordenadas cilíndricas (ver figura 3).

*Indicación:* Por simplicidad suponga que en ninguno de los dos cables hay densidades de carga libre.

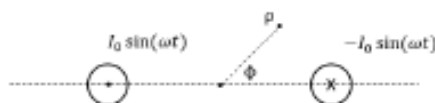


Figura 3: Línea de transmisión simple.

- (1 pt.) Calcule el campo eléctrico a una distancia de 1 m de cualquiera de los cables ( $\phi = 0$ ).
- (3 pt.) Comente sobre todos los resultados y supuestos anteriores.

*Ayuda:* El desarrollo de Taylor para una función  $f(x)$  en torno a un punto  $x_0$  está dado por

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!} (x - x_0)^n.$$

*Ayuda:* La divergencia y el rotacional en coordenadas cilíndricas están dados por

$$\nabla \cdot \vec{A} = \frac{1}{r} \frac{\partial(rA_r)}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial A_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial A_z}{\partial z}; \quad \nabla \times \vec{A} = \frac{1}{r} \begin{vmatrix} \vec{u}_r & r\vec{u}_\phi & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial r} & \frac{\partial}{\partial \phi} & \frac{\partial}{\partial z} \\ A_r & rA_\phi & A_z \end{vmatrix}.$$



## Anexo G: Ejemplo Tarea del curso

Universidad de Chile  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Departamento de Ingeniería Eléctrica



### EL3002 Electromagnetismo Aplicado Tarea 1

**Fecha de entrega:** *Martes 11 de Abril 2017, 16:15.* Se escogerá al azar uno de los problemas. Éste deberá ser desarrollado al comienzo de la clase.

#### 1. PREGUNTAS TEÓRICAS

- Considere un material con dos tipos de portadores con el mismo valor de carga pero de sentidos opuestos (electrones y huecos, por ejemplo). Repita el análisis que se encuentra en las secciones 2.2.2 y 2.2.3 del apunte del curso.
- Demuestre que un dipolo eléctrico,  $\vec{p}$ , en un campo eléctrico,  $\vec{E}$ , tiene una energía  $U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$
- ¿Cuál es el significado de  $\epsilon_{\infty}$ ? ¿Por qué en materiales reales este valor suele ser mayor que 1?

#### 2. ECUACIONES DE MAXWELL

Consideremos un condensador esférico como el que se muestra en la figura 1. Entre los conductores se encuentra un material de permitividad  $\epsilon$ , permeabilidad  $\mu$  y conductividad  $\sigma$ , lo que permite la descarga del condensador. El condensador posee una carga inicial  $Q_0$ .

- Calcule las densidades de corriente de conducción y de desplazamiento en el espacio entre los conductores.
- ¿Existe campo magnético entre las placas conductoras? Demuéstrelo analíticamente.

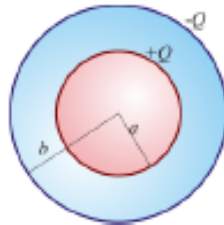


Figura 1: Condensador esférico.

#### 3. CONDUCCIÓN EN METALES

En primera aproximación, un metal se puede considerar como un volumen por el que los electrones de valencia pueden viajar libremente.

- Demuestre que en este modelo, la conductividad AC del metal puede escribirse como:

$$\sigma(\omega) = \frac{\omega_p^2}{\Gamma - j\omega} \quad (1)$$

donde  $\Gamma$  define una fricción,  $\omega_p^2 = Ne^2/m$ ,  $N$  es la densidad de electrones,  $m$  la masa del electrón y  $e$  su carga.

- Demuestre que la conductividad DC está dada por  $\sigma_{DC} = \omega_p^2/\Gamma$ .

- c) Todos los materiales reflejan luz (ver la figura 2). Experimentalmente se puede medir la reflectividad que no es más que la relación entre la intensidad reflejada y la incidente. En capítulos posteriores se demostrará que cuando la luz incide normalmente, la reflectividad está dada por:

$$R(\omega) = \left| \frac{\sqrt{\epsilon(\omega)} - 1}{\sqrt{\epsilon(\omega)} + 1} \right|^2 \quad (2)$$

En su programa favorito escriba un código que le permita dibujar la reflectividad de un metal si se conocen todos los parámetros de la ecuación 1.

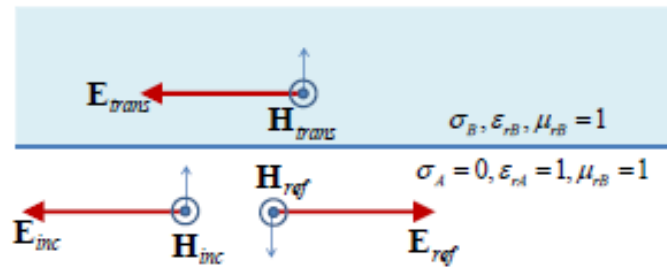


Figura 2: Haz de luz incidiendo normalmente en un material.

- d) La figura 3 muestra la reflectividad, determinada experimentalmente, de varios metales. Dados estos datos, ¿cómo determinaría los parámetros de la ecuación 1? Implemente su idea y determine los parámetros para los tres metales presentados.

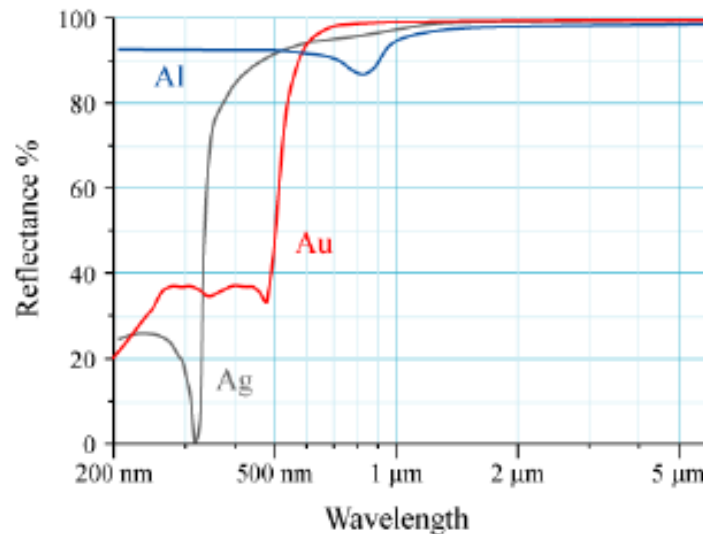


Figura 3: Reflectividad de varios metales.

- e) Utilizando sus respuestas anteriores explique por qué los metales reflejan bien a bajas frecuencias ( $\omega < \omega_p$ ) y mal a altas frecuencias ( $\omega > \omega_p$ ). Además explique por qué los metales tienen diferentes colores: oro-amarillo, plata-blanco, cobre-rojo.

#### 4. POLARIZABILIDAD

- a) Estimar la constante dieléctrica de la sal (NaCl) a partir de sus características microscópicas. Explique claramente todas las suposiciones que haga.
- b) Buscando en Internet he encontrado que el valor citado para la sal es de  $\epsilon = 1,26$ . Argumente el motivo de las diferencias encontradas con su resultado en el ítem anterior.

#### 5. POLARIZACIÓN ORIENTACIONAL

Una muestra de agua pura es sometida a un campo eléctrico de 20 V/m.

- a) Demuestre que el promedio de los momentos dipolares eléctricos en una dirección perpendicular al campo eléctrico es cero. ¿Espera que se cumpla lo mismo para direcciones no perpendiculares? Explique.
- b) Haga un gráfico de la polarización como función de la temperatura. Si utiliza alguna aproximación, justifíquela.

## ANEXO H: Histograma de respuestas de encuesta de percepción

Pregunta	Respuestas				
	1	2	3	4	5
1	5,3%	15,8%	10,5%	47,4%	21,1%
2	5,3%	52,6%	10,5%	28,9%	2,6%
3	0,0%	63,2%	15,8%	18,4%	2,6%
4	0,0%	42,1%	23,7%	34,2%	-
5	0,0%	31,6%	26,3%	42,1%	0,0%
6	8,1%	70,3%	18,9%	2,7%	0,0%
7	2,6%	2,6%	13,2%	13,2%	68,4%
8	15,8%	34,2%	47,4%	2,6%	0,0%
9	10,5%	21,1%	63,2%	5,3%	0,0%
10	10,5%	34,2%	15,8%	28,9%	10,5%
11	26,3%	23,7%	10,5%	31,6%	7,9%
12	5,3%	15,8%	10,5%	60,5%	7,9%
13	0,0%	7,9%	31,6%	44,7%	15,8%
14	15,8%	18,4%	34,2%	18,4%	13,2%
15	7,9%	42,1%	23,7%	21,1%	5,3%
16	0,0%	0,0%	23,7%	36,8%	39,5%
17	0,0%	0,0%	32,4%	27,0%	40,5%
18	36,8%	34,2%	28,9%	0,0%	0,0%
19	5,3%	34,2%	13,2%	36,8%	10,5%
20	0,0%	2,6%	10,5%	21,1%	65,8%
21	13,2%	26,3%	34,2%	18,4%	7,9%
22	23,7%	21,1%	15,8%	31,6%	7,9%
23	2,6%	23,7%	26,3%	26,3%	21,1%
24	2,7%	18,9%	27,0%	43,2%	8,1%
25	5,3%	76,3%	18,4%	-	-

## Anexo I: Cálculo de correlaciones entre variables de grupos de estudio y resultados académicos

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Flip (dummy)	1								
2 Sexo (dummy)	0,07	1							
3 Edad	-0,35**	-0,13	1						
4 PSU	-0,07	-0,17	-0,23	1					
5 Plan común	-0,12	0,01	-0,26*	0,64**	1				
6 UD's	0,03	0,09	-0,18	0,31**	0,4**	1			
7 Primera vez que rinde el curso (dummy)	0,18	0,23*	-0,44**	0,39**	0,42**	0,48**	1		
8 Promedio C1 y C2	-0,18	0,1	-0,23	0,4**	0,57**	0,33**	0,58**	1	
9 Nota Examen	-0,13	0,04	-0,06	0,18	0,35**	0,38**	0,45**	0,36**	1
10 Nota Final	0,15	0,2	-0,46**	0,41**	0,48**	0,39**	0,93**	0,68**	0,5**

Nota: \*\* se refiere a correlaciones significativas al 0,01 y \* a las que lo son al 0,05. Se consideraron en el cálculo los estudiantes de los 3 semestres en estudio. La variable Flip toma el valor de 1 si corresponde al caso de estudio. En sexo, el valor 1 corresponde a sexo mujer. La variable 7 toma el valor de 1 si es primera vez que el estudiante toma el curso y 0 si es segunda, tercera o cuarta vez. El resto de las variables fueron normalizadas de acuerdo con la fórmula  $\frac{x-\max(x)}{\max(x)-\min(x)}$ .