

APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS ACTIVAS

PARA MEJORAR LOS APRENDIZAJES
Y PARA EL DESARROLLO DE
COMPETENCIAS DEL RAMO
TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES

Sergio Cárdenas

Doctor en Bioquímica

Diego Parraguez

Ingeniero Civil Industrial

La asignatura tecnología de los materiales de la carrera de Ingeniería Civil Industrial, es un ramo técnico-científico que tiene como objetivo el estudio de los diversos materiales utilizados en la ingeniería. Este tipo de asignaturas contienen gran cantidad de contenidos, y además, debe servir para desarrollar competencias específicas y genéricas. La exigencia metodológica para lograr aprendizajes en esta asignatura es muy alta y requiere de metodologías activas para su desarrollo. Este proyecto plantea la modificación completa de las metodologías usadas en esta asignatura, de forma de lograr la revisión de mayor cantidad de contenidos en menos tiempo, pero logrando los aprendizajes y desarrollo de competencias de forma más efectiva. Se plantea la división de las unidades del curso en pequeños capítulos y cada capítulo debe ser tomado por un equipo de estudiantes que deben preparar material docente y virtual para que con este, sus compañeros puedan prepararse para una evaluación sumativa con los contenidos. En una tercera parte del curso, se plantea el desarrollo de un proyecto de innovación, donde los estudiantes proponen y fabrican una pieza de un determinado material y uso específico. Como resultado del proyecto, se logró la generación de gran cantidad de material virtual que permitió que los estudiantes rindieran un test escrito con similares resultados obtenidos años anteriores donde el docente fue quién entregó la información. Mas importante aún fue que como resultado final de la asignatura con esta metodología, los estudiantes lograron un aprendizaje mas significativo que antes, logrando un mejor rendimiento académico como grupo curso que lo observado años anteriores en la misma asignatura.

INTRODUCCION

A nivel mundial, la educación ha ido evolucionando, cambiando completamente la forma de ver la enseñanza. La educación universitaria tradicional, ha estado continuamente en cuestionamiento sobre la eficacia y objetivos de su metodología, y la educación universitaria en ingeniería ha llevado una atención especial lo que se ha reforzado en nuestro país. Chile se ha transformado en un país que exporta principalmente materias primas y estamos importando tecnología y profesionales técnicos avanzados. A pesar de que nuestros ingenieros son altamente capacitados, no están trabajando en el desarrollo de nuevas tecnologías que puedan valorizar aún más nuestros recursos o incluso exportar tecnologías. Esta necesidad llevo al estado a financiar proyectos enormes, que modifiquen los currículos de formación de ingenieros, como el proyecto de Corfo "Ingeniería 2030" (1,2).

Son varios los cambios metodológicos que se están llevando a cabo en la educación universitaria y en particular en la educación de la ingeniería: a) El objetivo está migrando desde la enseñanza de una serie de contenidos que entregan las diferentes asignaturas, hacia el desarrollo de competencias profesionales, las cuales incluyen ciertos contenidos importantes. b) Los currículos tratan de desarrollar habilidades "duras" (técnicas) y "blandas" (otro tipo de habilidades, como sociales, emocionales e intelectuales), a diferencia de antes, que solo se enfocaban al desarrollo de conocimiento puramente técnico. c) Antiguamente se asumía que los estudiantes que entraban a las carreras de Ingeniería eran sumamente homogéneos en intereses y habilidades, donde en general se clasificaba como estudiantes físico-matemáticos, pero se ha demostrado en estudios dentro de la Universidad Central de Chile, que los estudiantes que ingresan a las carreras de Ingeniería son sumamente diversos, y por lo tanto, no solo tienen diferentes intereses, sino diferentes formas de aprendizaje, lo que exige que las clases utilicen diferentes herramientas y/o metodologías de aprendizaje. d) La educación ha migrado desde la enseñanza (donde un profesor dueño de la verdad absoluta, señala o "enseña" cual es la verdad sobre su asignatura, y espera que los estudiantes memoricen o dominen ese contenido con lo que dice éste con un refuerzo adicional con libros) hacia el aprendizaje, donde el profesor o facilitador, acompaña a los estudiantes en un trabajo personal o grupal en el cual los estudiantes van descubriendo las verdades necesarias para entender el entorno, pero que luego deben asociar y contextualizar con diferentes problemáticas ingenieriles, de modo que el aprendizaje pasa desde la adquisición de conocimientos aislados al dominio de conocimientos complejos y ampliamente relacionados entre sí. En este contexto, el estudiante pasa de ser un observador o receptor pasivo, a ser el protagonista de su propio aprendizaje, acompañado y guiado por sus profesores.

Por todo lo anterior, la formación de un ingeniero del siglo XXI, requiere de una serie de innovaciones metodológicas y curriculares y en esta publicación, deseamos discutir los resultados logrados luego de la aplicación de metodologías activas a una asignatura con una serie de innovaciones en los procesos de aprendizaje y evaluación, proyecto que se financió con concurso interno de innovación educativa de la Universidad Central 2017.

Problemática

En Chile, la calidad de la educación universitaria ha estado en constante cuestionamiento, y la respuesta fue la acreditación institucional y de carreras, lo que implica una autoevaluación constante y cumplimiento de algunos parámetros definidos como necesarios para asegurar la calidad. Dentro de estos parámetros, el porcentaje de retención en las carreras y la duración real de las carreras son aspectos que se evalúan en cada carrera, ambos aspectos que en Ingeniería siempre han sido muy bajos, ya que tradicionalmente, la entrada de estudiantes a estas carreras ha sido muy masiva, pero la deserción es tan alta que solo un pequeño porcentaje terminan realmente como Ingenieros titulados,

además, los que lo hacen, terminan varios años después que lo definido formalmente para la carrera. Todo esto ocurre al alto nivel de complejidad de las asignaturas impartidas en ingeniería y a las metodologías que normalmente son usadas. Este aspecto ha llevado a la necesidad de modificar profundamente las metodologías utilizadas en el aprendizaje de las asignaturas más "duras" de la carrera. Estas asignaturas incluyen una gran cantidad de contenidos y los tiempos para trabajar en cada uno de estos es muy limitado, lo que se agrava si sumamos que lo esperado en un profesional tan especializado como el Ingeniero, es que los niveles de aprendizaje no solo deben lograrse a nivel conceptual (saber), sino a nivel procedimental (saber hacer) y más complejo aún, a nivel actitudinal (saber ser, es decir comportarse y ver el entorno con ojos de Ingeniero) (3,4).

La carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Central de Chile ha definido tres dimensiones profesionales para el desarrollo de sus estudiantes, la gestión organizacional, donde deben integrar conceptos estratégicos, administrativos, económicos y sociales. Una segunda dimensión es la gestión de la producción y operaciones donde deben desarrollar competencias para el uso eficiente de recursos y el logro de un proceso o un servicio de forma sostenible en el tiempo. Acá deben conocer comportamiento, aplicaciones y transformación de los materiales y de energía, además de los procesos de manufactura. Una tercera dimensión es innovación e integración tecnológica para el desarrollo sostenible, donde son esenciales los conceptos de innovación, optimización de los procesos, eficiencia en recursos materiales y energéticos, medio ambiente y entorno social. Para lograr estas tres áreas de dominio, el estudiante debe desarrollar ocho competencias específicas y tres competencias genéricas durante su carrera y todas las asignaturas deben contribuir, o tributar al desarrollo de estas (5).

La asignatura de Tecnología de los materiales es una asignatura de especialidad de segundo año (tercer semestre) con 3 horas de semanales para cátedra y 1,5 horas semanales de laboratorio. Esta asignatura, además de contener gran cantidad de contenidos complejos que deben ser tratados en poco tiempo, debe tributar a las siguientes competencias del estudiante:

- 1 Modela y optimiza sistemas de producción y de servicios en la organización. Utiliza las ciencias básicas para en función de la satisfacción de clientes, proveedores, empleados y accionistas, en organizaciones de mediana complejidad, Gestión y Control de clientes, proveedores, empleados y accionistas, en organizaciones de mediana complejidad.
- 2 Identifica necesidades y resuelve problemas de la cadena de valor, en organizaciones de mediana complejidad, teniendo en cuenta los requerimientos del entorno, los beneficios económicos, el ahorro energético, la responsabilidad social y el cuidado ambiental. Para contribuir a la sustentabilidad de la organización.
- 3 Actúa sistemáticamente de forma proactiva e innovadora, enfocado en la optimización de los recursos, para gestionar la utilización de las tecnologías, con base en el direccionamiento estratégico de la organización, en organizaciones de mediana complejidad.
- 4 Expresa con claridad y oportunidad las ideas, conocimientos y sentimientos propios a través de la expresión oral y escrita adaptándose a las características de la situación y la audiencia para lograr su comprensión y adhesión.

Para cada competencia, se definen niveles de complejidad en el desarrollo de cada competencia, nivel básico para asignaturas de primeros años, nivel medio para asignaturas en la mitad de la carrera, y el nivel avanzado o competente, que se desarrollan en la última etapa de la carrera. Tecnología de los materiales, debe contribuir en las siguientes etapas de cada competencia:

- Para la competencia 1 descrita arriba, la asignatura debe contribuir a que el estudiante sea capaz de: Formular modelos matemáticos y resolver problemas de optimización determinísticos simples, utilizando las ciencias básicas, en organizaciones de mediana complejidad, para mejorar el desempeño de la organización.

- Para la competencia 2, se espera la asignatura aporte a que el estudiante identifique y Formule problemas u oportunidades de mejoras en un proceso simple, fundamentando sus causas y priorizándolas según su relevancia Para mejorar el desempeño de la organización.

- Para la competencia 3, la asignatura debe contribuir a que el estudiante formule respuestas innovadoras para dar solución a problemas de competitividad y uso eficiente de la energía, gestionando el uso de tecnologías adecuadas, en organizaciones de mediana complejidad

- Para la competencia 4, la asignatura debe tributar para que el estudiante pueda comunicarse con soltura de manera respetuosa en forma oral y escrita, estructurando el mensaje y los apoyos gráficos para facilitar la comprensión e interés de la audiencia en situaciones de extensión media.

SOLUCIÓN PROPUESTA

Debido a todo lo anterior, se diseñó y se evaluó los logros obtenidos al aplicar una nueva metodología para la asignatura de tecnología de los materiales, que lograra trabajar en el desarrollo de las competencias descritas, pero que además permitiera evaluar su adquisición. A esto se suma que la metodología implementada, se enfocó a los tres modelos de aprendizaje: visual, auditivo y kinestésico, y además, se impulsó a que los estudiantes sean los protagonistas de su propio aprendizaje y no entes pasivos en espera a que el profesor logre los aprendizajes en ellos. La metodología, también permitió la confección de material académico propio de los contenidos más complejos de la asignatura que puede complementar lo que se trabaja en la sala y además, los impulsa a utilizar nuevas tecnologías de información. Finalmente, los estudiantes logran contextualizar lo visto en clases con problemas reales de la Ingeniería, para así lograr un aprendizaje más significativo.

Los contenidos de la asignatura, se dividieron en cuatro grandes capítulos: 1.- Microestructura y fenómenos microestructurales. 2.- Propiedades de los materiales. 3.- Tratamiento de materiales. 4.- características, y aplicaciones de los materiales de ingeniería. El primer capítulo, se trabajó con la metodología que se había estado utilizando por los últimos 5 años, es decir, clases expositivas y participativas y aprendizaje basado en problemas, los cuales se plantean y trabajan normalmente en la sala de clases. En esta metodología, la evaluación se realiza a partir de un test escrito basado en problemas contextualizados, y fue realizado de similares características a lo hecho anteriormente en la asignatura, para poder normalizar los datos. La idea fue comparar el nivel de los grupos cursos de este año que trabajó con metodología nueva, con los grupo curso de años anteriores, y así saber a qué atribuir los cambios en la notas de los cursos en los distintos años.

Las nuevas metodologías comenzaron con el segundo y tercer capítulo de la asignatura. Estos se dividieron en 17 subtemas. Cada tema fue designado al azar, entre 17 equipos de 2 ó 3 estudiantes. A cada equipo se le dio 3 semanas para que estudiaran su tema, lo comprendieran y preparen material docente, que debió ser subido a una plataforma virtual y que entregue y explique cada tema al resto del grupo curso. A cada equipo se le dio la misión de preparar un video que explique el tema asignado, y desarrolle ejercicios y problemas del tema. A cada equipo se le entregó un listado de contenidos mínimos que debía contener el video. Además del video, cada equipo debió preparar una guía con 4-6 ejercicios con resultados, para finalmente confeccionar una guía completa de

ejercicios de la asignatura. Como tercera solicitud, fue el envío de dos preguntas de alternativas, para preparar un control virtual, el cual debió ser tomado por la totalidad del grupo curso. Este control virtual solo podía ser respondido luego de ver y entender el video de cada equipo. A esta metodología tipo aprendizaje basado en proyecto, se le llamo aprender-enseñando y se baso en una serie de experiencias externas y propias (6,7,8,9,10 y 11).

El capítulo 4, fue desarrollado con otra metodología completamente diferente. El grupo curso se volvió a dividir en equipos, que podían ser los mismos de la metodología anterior o equipos diferentes. A cada equipo se les asigno un material de ingeniería diferente. Metal: Aluminio; Cerámico: Arcilla; Polímero: termoplástico, termoestable; material Compuesto fibrilar: fibra de vidrio. A cada equipo se les dio una semana para que estudiaran las propiedades del material asignado. Luego de esto, se les dio una segunda semana para que buscaran una aplicación innovadora al material asignado. Es decir, según las propiedades del material asignado, se debió buscar alguna aplicación nueva, pudiendo reemplazar alguna pieza de otro material o crear una acción o función para el material asignado. En una tercera etapa, se les dio dos semanas para confeccionar la pieza a tamaño real o escala, pero debió ser una pieza funcional del material asignado. Finalmente, con las piezas confeccionadas, se realizó un Panel de Posters y exposición de las piezas, donde cada equipo presentó la pieza fabricada, la función o acción propuesta por la pieza, un análisis de las propiedades de los materiales y porque este material fue escogido para la pieza propuesta y el proceso de manufactura de la pieza realizada por los estudiantes

RESULTADOS Y ANÁLISIS

El primer capítulo de la asignatura fue trabajado con el grupo curso de forma tradicional, y tanto la entrega de contenidos, trabajo en problemas y evaluación fue similar a lo realizado los últimos años en la asignatura. Al realizar la evaluación, se determinó el promedio del curso y se comparó con los promedios de la misma evaluación de años anteriores, para saber si este curso podía considerarse similar a los anteriores.

Prueba 1 sobre microestructura y defectos en red cristalina

Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Nº alumnos	49	49	49	23	24	33
promedio	3,86	3,41	4,05	3,49	2,57	4,20
desvstd	1,071	0,988	1,033	1,399	1,049	1,404

TABLA 1

Notas promedio del test sumativo 1 o prueba 1 realizadas desde el año 2012 hasta 2017. Todas las pruebas evaluaron microestructura y defectos en red cristalina y las evaluaciones fueron similares en dificultad. Esta tabla muestra los promedios de la prueba 1, la desviación estándar y la cantidad de estudiantes que rindieron dicha evaluación.

Tal como se muestra en la tabla, a pesar de que se observa una tendencia a que los estudiantes del año 2017 pudieran tener mejor rendimiento como grupo curso que años anteriores, debido a la alta desviación entre las notas no hay diferencias significativas entre los grupos cursos de este y años anteriores. Por lo anterior, podemos evaluar el rendimiento total del grupo curso en la asignatura luego de las nuevas metodologías el año 2017 y compararlo con el rendimiento de los grupos curso de años anteriores y atribuir el mejor rendimiento a las nuevas metodologías planteadas.

La aplicación de la metodología de aprender enseñando, fue más complicado que lo planteado en el diseño del proyecto. Costó que el grupo curso asumiera un rol activo en su aprendizaje. Una motivación para que todos trabajaran a conciencia, fue el hecho de que una segunda evaluación de la asignatura, fueron los contenidos planteados y trabajados en los videos de los estudiantes, sin que exista ninguna sesión de estos contenidos realizados por el profesor en el aula. Adicionalmente al video, se asignó una sesión de cátedra para que cada grupo, pudiera responder dudas del grupo curso generadas al ver cada video y el profesor pudo aclarar errores que pudieron presentarse en cada video o reforzar temas importantes que debieron ser destacados mejor en dichos videos. Luego se pidió a cada equipo una segunda versión mejorada de cada video que debió incluir todas las sugerencias. En paralelo, se realizaron laboratorios que trabajaron los conceptos desarrollados en los mismos videos, por lo que existió un refuerzo a los contenidos trabajados en los videos. Finalmente, con estos videos mejorados, los laboratorios y guías de ejercicios realizadas por los equipos, se tomó una sola evaluación escrita. Esta evaluación escrita fue de similar características a la segunda evaluación escrita que se tomaba tradicionalmente en la asignatura años anteriores.

Se promedió la nota y comparó con el promedio de la segunda nota de años anteriores, para saber si esta metodología logro mejoras en el proceso de aprendizaje.

Prueba 2. Comparación rendimiento para segunda evaluación con metodología tradicional y metodología aprender enseñando

Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Nº alumnos	45	49	42	23	24	33
promedio	2,93	4,15	4,05	4,29	3,50	4,16
desvstd	1,254	1,095	0,992	1,330	1,805	0,884

TABLA 2

Promedios, desviación estándar y cantidad de estudiantes que cada año rindieron la prueba 2 sobre tratamiento de materiales y diagrama de fases de mezclas. Se comparó la información de lo observado el 2017 con la metodología planeada con respecto a lo observado los años anteriores con metodología tradicional.

Tal como se observa en la tabla, la nota promedio obtenida por los estudiantes fue similar a lo logrado años anteriores con metodología tradicional, sin embargo, para esta prueba el académico no realizó ninguna clase en aula de estos contenidos, sino solo con lo trabajado por sus compañeros en forma de videos y guías. También existió reforzamiento de estos contenidos en laboratorios, pero esto también fue realizado años anteriores. Si bien no se aprecia aumento significativo con lo observado en años anteriores, algo muy interesante, fue una dispersión mucho menor de las notas lo que implica un aprendizaje más homogéneo y dirigido a diferentes tipos de estudiantes (auditivos, visuales y kinestésicos).

El rendimiento neto no aumento por esta metodología, pero tampoco perjudicó a los estudiantes, sin embargo, al finalizar el curso, se les llamo a una evaluación oral sin aviso y se realizaron preguntas conceptuales y procedimentales con respecto a la materia de los video y sorprendentemente, el 90 % del grupo curso pudo responder las preguntas y recordaban lo más relevante de la materia, lo que implica que esta metodología probablemente no logro aumentar el rendimiento en comparación con años anteriores, pero si logro un aprendizaje significativo ya que al realizar la misma interrogación oral a estudiantes de años anteriores muy poco recordaban algo del contenido de la segunda evaluación.

La tercera parte de la asignatura se desarrolló con una tercera metodología, aprendizaje basado en proyectos. Al pedirles que ellos buscaran alguna aplicación innovadora, solucionando algún problema o generando una nueva aplicación, impulsó la capacidad de observación, búsqueda en optimización y aplicación de tecnologías para mejorar sostenibilidad, tal como plantean las competencias de egreso de la carrera. Al asignar los temas, se generaron 9 equipos de 3 o 4 estudiantes cada uno. Los temas y proyectos realizados se muestran en la siguiente tabla.

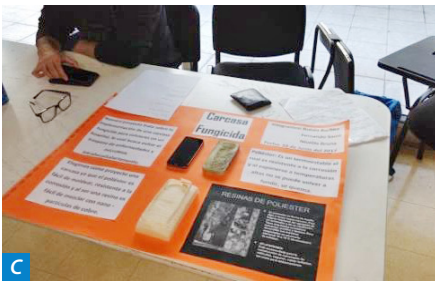
Materiales seleccionados y nombre de cada proyecto

Grupo Nº	Material	Prototipo innovación
1	Aluminio	Caja esterilizable para productos agrícolas
2	Aluminio	Termo/olla para comidas de camping
3	Polímeros termo plástico	Piezas lego de polietileno reciclado para muebles armado fácil
4	Polímeros termoplástico	Polietileno reciclado con nano partículas de cobre para tablas de picar carne
5	Polímeros termo estables	Carcasa de celular con nano partículas de cobre (resina epóxica)
6	Polímeros termoestables	Cooler portatil para alimentos de poliester
7	Cerámicos	Horno cerámico modular portátil para picnic
8	Cerámico	Olla horno portátil
9	Materiales compuestos	Lentes de material compuesto con fibra de vidrio y nano partículas de cobre

TABLA 3

Columna 2 muestra el material de ingeniería que se propuso a cada uno de los nueve equipos planteados, y en la tercera columna se encuentra el nombre del proyecto que entregó cada uno de los grupos en la feria tecnológica.

En esta etapa de la asignatura, los estudiantes partieron con una investigación sobre propiedades y aplicaciones de los materiales asignados, investigación que después debió ser presentada al resto del grupo curso por medio de un poster. Luego de la investigación que tomo una semana, se trabajó definiendo que aplicación o problema podía resolver el material asignado. Todos los equipos, más bien trabajaron buscando alguna pieza innovadora (Tabla 3). Finalmente, los equipos tuvieron que fabricar la pieza o un prototipo a escala en el laboratorio de la Universidad. Para esto los materiales metálicos se fundieron y dieron forma con moldes fabricados por estudiantes; los cerámicos fueron fabricados, secados y luego sinterizados o quemados en mufla; los polímeros fueron fabricados con resina y polimerizados en moldes fabricados por ellos o fundidos y moldeados a presión. Cada proceso manufacturado, debió ser adecuadamente documentado y evidenciado para también entregarlo a sus compañeros en el poster. Finalmente, se realizó una presentación donde cada grupo presento su pieza y poster, informando todos los detalles al resto de sus compañeros. En esta actividad, los profesores pasaron por cada poster evaluando nivel de conocimiento aprendido y la información entregada a sus compañeros en el poster, lo que equivalió a la evaluación de esta actividad.



finales promedio de la asignatura de tecnología de los materiales desde los años 2012 hasta el 2016 con este año 2017. También se pueden comparar los porcentajes de aprobación de dicha asignatura. El análisis con test de student, muestra diferencias altamente significativas del curso del año 2017 con respecto a todos los años anteriores evaluados. Este análisis incluso se evaluó usando colas de 0,5% cada una. Es decir, toda la metodología utilizada, logró mejorar el rendimiento de la asignatura de forma importante con respecto a todos los años evaluados, como promedio de la asignatura subió desde un promedio 4,0 hasta 4,9, y logrando una aprobación del 100% de los estudiantes, algo no logrado anteriormente.

Rendimiento de los grupos curso de la asignatura de tecnología de los materiales desde el año 2012 hasta 2017

Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Nº alumnos	45	49	42	23	24	33
Promedio	4,46	3,97	4,40	4,09	4,00	4,94
Devstd	0,868	0,855	0,722	0,860	1,106	0,565
% Aprobación	84	61	90	83	72	100

TABLA 4

Esta tabla muestra el rendimiento de los grupos cursos del ramo de tecnología de los materiales desde el año 2012 hasta el año 2017. Para cada año, se evaluó la nota final promedio de todos los estudiantes que cursaron la asignatura dicho año. Además de incluir el promedio, la desviación estándar y el número de estudiantes totales, se realizó un análisis estadístico comparando el comportamiento del grupo curso del año 2017 con cada uno de los años anteriores. Para esto se usó un test de t con dos colas y se usó un factor de seguridad del 1%.

Si bien, muchos prototipos requerían mayor tiempo para presentar una pieza de alta calidad, el objetivo no estaba en la pieza, sino en el aprendizaje logrado por los estudiantes en el proceso educativo completo. Cada uno de los estudiantes logro defender su prototipo, indicando propiedades del material del cual fue hecho, y porque esta aplicación fue innovadora. También se pudo trabajar y evaluar por rubricas habilidades y competencias a las que tributa la asignatura: **comunicación efectiva**, escrita, oral, en poster, discusiones, defensa del prototipo, realizando material para entregar conocimiento como los videos y guías de ejercicios. Se les pidió trabajar en empatía para lograr mejor comunicación con el otro. **Innovación e integración tecnológica para el desarrollo sostenible**, en el uso de tics para resolver problemas y en el desarrollo de un prototipo de innovación utilizando propiedades de los materiales asignados. La evaluación del desarrollo de estas competencias se realizó con rúbricas aplicadas en la revisión del material académico del proyecto 2 y en la rúbrica de evaluación del trabajo de los prototipos y presentación en la feria tecnológica.

El último resultado a evaluar fue el desempeño final del grupo curso en la asignatura, lo que puede ser observado en la tabla 4, donde se comparan las notas

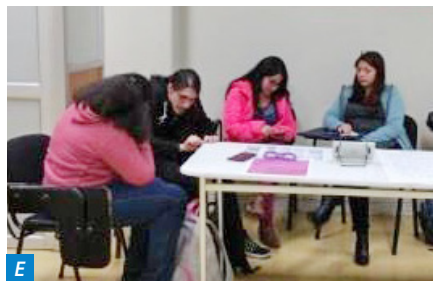


FIGURA 6

Fotografías de la feria tecnológica, donde se observa a 6 equipos diferentes mostrando sus prototipos y poster. A) grupo 7 mostrando horno portátil, material cerámico; B) Grupo 5 mostrando carcasa celular con nano partículas de cobre, material polímeros termoestables; c) Ampliación de poster y prototipo de carcasa celular con nano partículas de cobre; D) Grupo 3 mostrando piezas tipo lego de polietileno reciclado para armado de muebles; Materiales poliméricos termoplásticos; E) Grupo 9 presentando marcos de lentes de alta resistencia mecánica y nano partículas de cobre, materiales compuestos; F) Grupo 1 presentando una caja esterilizable para evitar contaminación de plagas en productos agrícolas, material aluminio y G) Grupo 6 mostrando una caja tipo cooler y de almacenamiento en refrigerador, materiales termoestable.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Este proyecto fue planteado a partir de una serie de problemáticas observadas al realizar la asignatura de tecnología de los materiales de la carrera de ingeniería civil industrial. Estos problemas se vislumbraron en esta y otras asignaturas, pero son problemas genéricos para este tipo de asignaturas tecnológicos-científicos para ingenieros. Lo primero observado, fue la amplia gama temática que presentan las asignaturas, pero el escaso tiempo que existe para trabajar en esta. Si a esto se suma que se deben alcanzar conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales, y con un aprendizaje significativo, lo que implica ver y trabajar cada temática desde diversos puntos de vista. Esto implica que es imposible resolver esto con la educación tradicional, lo que se potencia en la gran diversidad de estilos de aprendizaje de nuestros estudiantes. Una de las alternativas que se han estado evaluando es aprovechar al máximo las horas presenciales de la asignatura y no en revisar nuevos conceptos, sino en integrar los conceptos o conocimientos que los estudiantes deben traer desde su casa. Para lograr esto se debe asegurar que los estudiantes utilicen las horas de trabajo autónomo, estudiando conceptos y conocimiento básico de los distintos contenidos de una asignatura y lleguen a la sala de clase a integrar estos conocimientos y aplicarlos en casos o proyectos donde profundicen estos conocimientos y los transformen en aprendizajes significativos procedimentales y actitudinales además de los conceptuales. Uno de los problemas para que el estudiante logre incorporar ciertos conocimientos en un aprendizaje autónomo, es la gestión del conocimiento, ya que la información ya existe y crece cada día, pero el estudiante debe lograr restringir y seleccionar la información relevante y aprender lo correcto y de la forma adecuada. Esto es muy difícil, si el estudiante no tiene conocimiento previo de los contenidos, ¿Cómo va a seleccionar lo que tiene que estudiar de forma autónoma sino conoce los temas con anterioridad? Aquí necesita la guía de los profesores, sin embargo, esto se hace muy difícil o imposible si desde casa central, se exige cierta cantidad de horas en aula y no se asignan horas de trabajo fuera del aula o no presenciales a los académicos. La única forma es tener material seleccionado que guíe a los estudiantes en su aprendizaje autónomo y luego, con ese conocimiento básico obtenido por los estudiantes, se puede profundizar o contextualizar esos conocimientos en el aula.

Un segundo problema observado en la asignatura, es lograr en el poco tiempo que se tiene disponible por cada asignatura, lograr aprendizajes no solo de los contenidos propios de la asignatura, sino de habilidades blandas y competencias complejas que deben ser obtenidas por nuestros estudiantes a lo largo de la carrera, pero que todas las asignaturas de la malla, tributan de alguna manera u otra. Para esto, se deben aplicar metodologías que logren tratar los contenidos propios de la asignatura, pero utilizando técnicas que obliguen a los estudiantes a trabajar en el desarrollo de habilidades blandas y competencias complejas. Este trabajo no solo debe incluir el trabajo en este tipo de habilidades y competencias, sino que el estudiante debe ser consciente de lo que se pretende trabajar y que sea visible el desarrollo progresivo por parte del estudiante de estos. Lo anterior se logra con metodologías que deben incluir un trabajo con pares y con guías que generen retroalimentación y una mirada externa para poder visualizar el crecimiento personal. Tan importante como el desarrollo de las competencias y habilidades blandas, es el aseguramiento del logro de estas por los estudiantes. Esto debe ser hecho por evaluaciones que puedan visibilizar el crecimiento de los estudiantes y el logro final de alguna habilidad decretada. Esto es imposible con test escritos, los que evalúan ciertas habilidades, pero claramente no todas las necesarias para un futuro profesional de la ingeniería, quien tendrá un desempeño de todas formas más complejo que la generación de textos escritos o ciertos cálculos matemáticos. Todo lo anterior, llevo a postular un proyecto cuyo objetivo general es:

“Aplicar nueva metodología que permita la revisión de muchos contenidos en poco tiempo, logrando un adecuado aprendizaje de estos a nivel conceptual, procedimental y actitudinal, y permita la adquisición por parte de los estudiantes y la evaluación de esto, de las competencias definidas para este curso”.

Este objetivo tremendamente complejo, se dividió en varios objetivos específicos que si pueden ser trabajados de forma individual para luego integrarlos:

1. Aplicar metodologías que permita abarcar de forma eficiente muchos contenidos de un curso en poco tiempo.
2. Aplicar metodologías que aumente los aprendizajes a nivel conceptual, procedimental y actitudinal de un curso técnico-científico como tecnología de los materiales.
3. Desarrollar y evaluar competencias genéricas de trabajo en equipo, comunicación efectiva y manejo de medios informáticos en los estudiantes.
4. Desarrollar y evaluar competencias específicas en innovación e integración tecnológica.

Para lograr abarcar muchos contenidos en poco tiempo, se propuso la creación de material virtual de parte de los contenidos de la asignatura, material que incluir contenidos sintetizados, pero que incluyan lo más relevante para luego permitir que sea el mismo estudiante que pueda profundizar. Esta profundización, jamás la realizará el estudiante si no se siente completamente motivado a hacerlo, lo que solo se logra si el estudiante encuentra que es importante para su realidad el profundizar en esa temática. El motivar a los estudiantes y lograr que este de importancia real a la profundización de los contenidos, se puede lograr con proyectos interesantes para el estudiante y que vayan utilizando contenidos cada vez más complejos para su concretización. Contenidos que debe lograr el propio estudiante, pero como una necesidad que surge de el para resolver un conflicto generado en su propio proyecto. Debido a que cada estudiante es distinto, y se han detectado todos los estilos de aprendizaje en los estudiantes de ingeniería, es imposible lograr esta motivación en todos los estudiantes con un solo tipo de proyecto. Cada asignatura debe incluir varios tipos de trabajo y proyectos diferentes y así lograr motivación en estudiantes diferentes. Este proyecto logró generar un set muy interesante de material virtual, que demostró una calidad aceptable, ya que, con ese material los estudiantes lograron mantener el rendimiento que se había obtenidos con clases tradicionales. Esto quiere decir, el profesor puede empezar a dedicar las horas en aula para procesos de aprendizaje más complejos que solo entregar contenidos. Si bien, no todo el material tiene igual calidad académica, al repetir esta modalidad otros años, se irá generando un set importante de materiales docentes realizados con lenguaje de los mismos estudiantes para cada uno de los temas del curso. Esto además permite pensar en abrir ciertas capacitaciones de forma virtual o lograr realizar cursos de verano con menos horas presenciales.

Durante, la realización de la asignatura, se observó que el proyecto de innovación del prototipo generó gran interés y motivación en la mayoría de los estudiantes, lo que si generó interés en el autoaprendizaje y profundización de los temas, pero el poco tiempo que se dio a esta actividad, no logro estimular investigaciones muy profundas en los temas. Por otro lado, el proyecto de la preparación de material virtual, despertó interés en mucho menos estudiantes, aunque el uso de tecnologías de información les llamó la atención. Sin embargo, se logró que aumentara la participación en la discusión de los diversos temas dentro del aula. Cuando se planteaban temas, los estudiantes que habían trabajado con ciertos temas relacionados con la temática de la discusión, participaban y

daban opinión, asegurándose de que todos supieran que ellos sí conocían del tema. Esta necesidad de destacar en el entorno social, los motivó a profundizar, para tener opinión en los diversos temas planteados.

El objetivo específico 2, fue más complicado para medir y creemos que se debe mejorar esta herramienta el presente año. De todas maneras, se realizaron trabajos procedimentales y actitudinales para cada temática trabajada en la asignatura y esto implica que además se trabajó a nivel conceptual. El hecho de que los proyectos obligaran a entender los temas para explicarlos, resolver problemas relacionados con el tema frente a sus pares y defender su postura, hace trabajar a los estudiantes de forma actitudinal y procedimental frente a los temas. Como todos los temas son trabajados a nivel procedimental y actitudinal, los aprendizajes son, además, significativos para el estudiante. El nivel del aprendizaje obtenido, se logró evaluar al final de la asignatura, en la feria tecnológica. En esta feria tecnológica, cada equipo tuvo que defender su proyecto, pero se les preguntó sobre conocimientos que se trabajaron en otras partes de la asignatura y los estudiantes tuvieron que asociar e integrar conocimientos, para lograr dar una respuesta adecuada. Además de lo anterior, al finalizar la feria, se realizó una interrogación oral a cada estudiante con preguntas conceptuales y procedimentales sobre todos los temas vistos en la asignatura y los estudiantes respondieron exitosamente en un 95% solo 2 estudiantes fallaron en estas preguntas y solo llegaron hasta un nivel conceptual del conocimiento evaluado en esa interrogación. La rúbrica también incluyó evaluación del nivel del conocimiento adquirido por los estudiantes en cada uno de los proyectos realizados, por lo que esta rúbrica es la herramienta que mide la obtención de conocimientos en los diferentes niveles.

El objetivo tres se planteó en el origen del proyecto. Como esta asignatura debe tributar hacia las competencias genéricas de comunicación efectiva, trabajo en equipo y uso de tecnologías de información, la metodología de la asignatura se planteó con esa base. Con respecto a la comunicación efectiva, se planteó un proyecto que obligara al estudiante a generar y evaluar habilidades comunicativas orales y escritas. Debido a esto, se planteó que sean los estudiantes los que presentaran a sus pares ciertas temáticas de la asignatura y para asegurar que la comunicación sea efectiva, que esa presentación sea logre el aprendizaje que luego fue evaluado en un test sumativo. El estudiante tuvo que desarrollar empatía, pensar de qué forma sus compañeros podrían entender lo que se les está presentando. Realizar comunicación pensando en el receptor del mensaje y en la información que debe enviar y no en el transmisor de esta. Esto tanto, en información oral, presentada en el video como en información escrita en guías y el poster presentado en la feria tecnológica. También, en la presentación de los prototipos los estudiantes debieron defender sus ideas y prototipos, lo que también es un aspecto importante de la comunicación efectiva. La segunda competencia tiene relación con trabajo en equipo. Para este punto, cada uno de los proyectos a realizar, fue trabajados en equipo. Como los tiempos siempre fueron limitados, cada trabajo debió ser organizado como equipo. Finalmente, como las evaluaciones sumativas fueron personales, a pesar de que los trabajos eran en equipo, cada integrante del equipo, debió involucrarse en los proyectos, ya que la nota grupal no siempre enmascara la nota individual. El manejo de medios informáticos, se aseguró al exigir un video subido a youtube para presentar los temas. Dentro de estos videos, la mayor parte de los trabajos, incluyó uso de diversas herramientas informáticas.

El cuarto objetivo específico sobre ayudar a desarrollar y evaluar la competencia específica sobre innovación e integración tecnológica, se trabajó con el proyecto del prototipo de innovación sobre las propiedades de los materiales. Este proyecto implicó investigación en ciertas funciones de diversas piezas de ingeniería y generar mejoras en la eficiencia o logro de nuevas funciones de dichas piezas, al cambiar el material del que están fabricadas. Esto

es trabajo con innovación y/o integración tecnológica para mejorar los procesos, lo que es el alma de esta competencia específica del perfil de egreso de los estudiantes de ingeniería civil industrial.

Finalmente, este proyecto, logró trabajar en todos los objetivos planteados inicialmente, pero aún es necesario mejorar las rúbricas para mejorar el logro de las diversas competencias o habilidades planteadas y para asegurar la evaluación del logro de estas.

Una conclusión interesante de esta metodología es la mejora en el rendimiento del grupo curso de esta asignatura con respecto a los años anteriores y sin bajar la calidad, por el contrario, se lograron aprendizajes significativos y se trabajaron habilidades y competencias que están prometidas en el programa de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

- Barkley, E., & Cross, P. howell, C. (2007). *Técnicas de aprendizaje colaborativo. Capítulo VIII.*
- Campos, E. D. F. (2006). *Transposición didáctica: definición, epistemología, objeto de estudio. Cuadernos de investigación y formación en educación matemática, (2).*
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado, 3.*
- March, A. F. (2006). *Metodologías activas para la formación de competencias. Educatio siglo XXI, 24, 35-56.*
- Martínez-Olvera, W., Esquivel-Gámez, I., & Castillo, J. M. (2014). *Aula invertida o modelo invertido de aprendizaje: Origen, sustento e implicaciones. Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI, 137-154.*
- McKeachie, W. J., Pintrich, P. R., Lin, Y., & Smith, D. A. F (1986). *Teaching and learning in the college classroom: A review of literature. p:63.*
- Reporte Minero (2018). *Escuelas de ingeniería chilenas exponen casos de éxito en programa Ingeniería 2030. Reportaje, reporte minero .*
- Santiago Pedro, S. (2005). *La comprensión de textos académicos en un contexto cooperativo guiado a través de la enseñanza recíproca. Electronic Journal of Research in Educational Psychology, 3(5).*
- Tunning, P. (2003). *Tunning educational structure in Europe. Informe Final. Fase I. Universidad de Deusto y Universidad de Groningen. Editado por Julia González y Robert Wagennar. Bilbao: Universidad de Deusto.*
- Nueva Ingeniería para el 2030 en regiones, Corfo, 2016. <https://www.corfo.cl/sites/cpp/convocatorias/cat-2016-ni2030>.
- Escuela de Industrias (2017). *Proyecto de rediseño curricular, formulario 2. perfil de egreso, ingeniería civil industrial. Página 4.*
- Agradecimientos: Este proyecto fue financiado por la Vicerectoría académica de la Universidad Central de Chile por el concurso Innovación educativa 2017.