



## Chemistry in Context for engineering students at UCT: Transformation from a villain to a princess

## Química en Contexto para estudiantes de ingeniería en la UCT: Transformación de una villana en princesa

Aida Concha Fritz<sup>a</sup>, L. Nicolás Schiappacasse<sup>b</sup>, Héctor Turra Chico<sup>c</sup>, María Teresa Villanueva<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile

<https://orcid.org/0000-0003-1226-4081> [aconcha@uct.cl](mailto:aconcha@uct.cl)

<sup>b</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile

<https://orcid.org/0000-0002-1781-7936> [lschiappacasse@uct.cl](mailto:lschiappacasse@uct.cl)

<sup>c</sup> Centro de Desarrollo e Innovación de la Docencia (CeDID), Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile

<https://orcid.org/0000-0002-6164-1210> [hturra@uct.cl](mailto:hturra@uct.cl)

<sup>d</sup> Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, Temuco, Chile

<https://orcid.org/0000-0003-3774-7231> [mtvilla@uct.cl](mailto:mtvilla@uct.cl)

### ARTICLE INFO

#### Key words:

Active learning

Flipped Classroom

Guided Inquiry

Autonomous work

ICT

#### Palabras clave:

Aprendizaje activo

Flipped classroom

Aula invertida

Indagación guiada

Trabajo autónomo

TIC

### ABSTRACT

The Universidad Católica de Temuco (Araucanía region, Chile) has experienced substantial changes in recent years: today, young people with a poor academic background, who are also digital natives, are enrolled in it. In this scenario, fostering deep learning in all students, the teachers have been given the task of implementing active learning methodologies with ICT incorporation. Specifically, the faculty that teaches "Chemistry in Context" to engineering students decided to transform (re-design) of this course, which included the implementation of active learning strategies such as the flipped classroom, instead of traditional lectures, and guided inquiry to change the laboratory work. This article explains how the new strategies were implemented, and it shows results which were obtained by contrasting students' performance (based on the grades) before and after the transformation process. After the transformation, the approval rate nearly doubled and the dropout rate reduced from 40% to 17% in 2017. In the case of the laboratory work, although the tasks were more complex guided inquiry showed much better grades. These results can be attributed to the students working to build their learning, to the fact that the laboratory grade had a more significant percentage of the final grade and to the fact that students had to do all the experimental work as a mandatory activity otherwise they would fail the course. It was found that the flipped classroom will be successful if students value autonomous work and act accordingly.

### RESUMEN

La Universidad Católica de Temuco (Araucanía, Chile) ha experimentado fuertes cambios en los años recientes: hoy, ingresan a ella jóvenes con un bajo capital académico, que, además, son "nativos digitales". En este escenario, en pos de generar aprendizajes significativos en sus estudiantes, los docentes han debido implementar metodologías de aprendizaje activo con uso de las TIC. Este fue el caso de los profesores que imparten "Química en Contexto" a estudiantes de ingeniería. El año 2013 decidieron hacer una transformación de la asignatura, implementando *Flipped Classroom* para el trabajo en aula e indagación guiada para el trabajo de laboratorio. Este artículo explica cómo fue implementada la transformación y presenta un análisis comparado de los resultados, en el que se contrasta el desempeño de los estudiantes (basado en notas) en los períodos anterior y posterior. Con la transformación, la tasa de aprobación se duplicó y la tasa de deserción disminuyó sistemáticamente desde un 40% (en 2014) a un 17% (en 2017). En general, hubo una mejora de los resultados en los diferentes tipos de evaluaciones. La mejora más importante se observó en el trabajo de laboratorio, aun cuando el nivel de exigencia fue mayor, lo que se atribuyó a los siguientes hechos: (i) con la metodología indagación guiada, los estudiantes construyeron sus propios aprendizajes; (ii) la nota de laboratorio tuvo mayor peso en la nota final; y (iii) los estudiantes no tenían la posibilidad de no hacer, pues esto implicaba reprobación inmediata. Se constató que una implementación exitosa de *Flipped Classroom* depende de que el estudiante dé una máxima valoración al trabajo autónomo y actúe en consecuencia.

## 1. Introducción

En Chile, en los últimos 25 años, según estadísticas del Ministerio de Educación (2018a), el número de estudiantes universitarios matriculados en pregrado se cuadruplicó (creció de 163.617 en 1992, a 665.240 en 2017), mientras que en el mismo período, la población total aumentó de 13.348.401 a 17.574.003; esto es, solo en un 32% (Instituto Nacional de Estadísticas, 2018).

Hasta la década de los '80, era una élite la que accedía a la educación superior, constituida por los mejores estudiantes de los mejores colegios del país, los cuales, en su mayoría, pertenecían a las clases socioeconómicas más altas (PNUD y Ministerio de Educación, 2005; OCDE y Banco Mundial, 2009). Gracias al foco que las recientes políticas de Chile han puesto en resolver los problemas de acceso y equidad, se han reducido considerablemente las barreras de ingreso a la universidad (Aedo y González, 2018). El año 2016 se dio inicio a la Política de Gratuidad, gracias a la cual, las familias pertenecientes al 60% de menores ingresos de la población<sup>1</sup>, cuyos miembros estudian en instituciones adscritas a este beneficio, no deben pagar el arancel ni la matrícula en su institución durante la duración formal de la carrera. A fines de enero del 2018, el Congreso Nacional aprobó y despachó definitivamente la reforma de la Educación Superior que consagra la gratuidad como un derecho (Ministerio de Educación, 2018b)

Por otra parte, aunque existe una Prueba de Selección Universitaria (PSU) que es exigida como requisito de ingreso por 41 de las 60 universidades del país; en solo las que ocupan los diez primeros lugares del ranking nacional, el puntaje obtenido en esta prueba es un factor determinante para ser seleccionado en alguna carrera.

Esta “masificación” de la universidad –en palabras de Brunner (2007)– ha sido la causa de que en la actualidad las poblaciones estudiantiles sean muy diversas y heterogéneas en cuanto a las habilidades y competencias que exige una carrera universitaria. Así, hay estudiantes ya entrenados y preparados para enfrentar sus estudios superiores –estudiantes “académicos”, en términos de Biggs y Tang (2007)– y también hay otros que, probablemente, requerirán de programas de nivelación y de un acompañamiento cercano en, al menos, los dos primeros años de su carrera. A esta realidad se suma el hecho de que las políticas vigentes del Gobierno de Chile exigen a las universidades hacerse cargo de los estudiantes que reciben y, en consecuencia, mejorar sus tasas de retención, en primer y tercer año, y sus tasas de titulación oportuna (Donoso, Donoso y Arias, 2010).

La revolución digital constituye otro elemento de contexto insoslayable para el quehacer universitario (Torres, 2002; Area Moreira, 2010; Graells, 2013; Díaz *et al.*, 2011). Hoy, muchas tareas básicas, tales como escribir, leer o hablar con otros, no se conciben sin el apoyo de la tecnología. Para los jóvenes, en particular, las pantallas parecen ser una extensión de sus sentidos, pues a través de ellas conocen y observan buena parte del mundo que les rodea (Gisbert y Esteve, 2016; Jódar-Marín, 2010).

Son muchos y muy profundos los cambios que se han dado tanto en el entorno como en el núcleo mismo de las universidades, por lo que estas han debido reaccionar actualizando los medios y acciones que le permitan cumplir con su misión. En lo que se refiere a la formación de profesionales de excelencia, a los docentes les ha correspondido asumir el desafío de enseñar a un estudiantado con gran diversidad de intereses, estilos de aprendizajes, capital cultural y nivel de desarrollo de aquellas competencias que son esenciales para la vida universitaria. La forma más frecuente de hacerse cargo de este desafío ha sido cambiar las metodologías tradicionales de enseñanza-aprendizaje, centradas en el profesor, por metodologías de aprendizaje activo centradas en el estudiante (Huber, 2008).

Existe un gran número de referencias (Perdomo, 2016; Montes de Oca y Machado, 2011; De Miguel, 2006) que señalan que las metodologías de aprendizaje activo se adaptan mucho mejor a todo tipo de estudiantes y son mucho más efectivas en la generación de aprendizajes significativos o profundos.

En la Universidad Católica de Temuco (Región de La Araucanía, Chile) –institución que se distingue por ser inclusiva, ofreciendo oportunidades efectivas de formación profesional a los jóvenes de una región que presenta los índices más bajos de desarrollo humano a nivel país– los profesores de la asignatura “Química en Contexto”, que se imparte a estudiantes de primer año de ingeniería, debieron hacer frente a una situación crítica: el año 2013 aprobó solo el 17% de los estudiantes y un 40% desertó. ¿Cómo revertir estos resultados (que se venían repitiendo desde el año 2010) sin sacrificar la calidad de los aprendizajes? La respuesta que se dieron fue hacer una transformación de la asignatura, implementando metodologías de aprendizaje activo: *Flipped classroom* para el trabajo en aula (Perdomo, 2016; Weaver y Sturtevant, 2015; Christiansen, 2014; Reid, 2016) e indagación guiada para el trabajo de laboratorio (Clark, Ricciardo y Weaver, 2015; Dass, Head y Rushton, 2015).

1. El 85% de los estudiantes que ingresa a la Universidad Católica de Temuco pertenece a este segmento de la población.

El objetivo de este artículo es compartir esta experiencia, describiendo cómo fue implementada la transformación y presentando un análisis comparado de los resultados que se obtuvieron antes y después de ella. Para estos efectos, se asumió que las notas obtenidas por los estudiantes en los diferentes tipos de evaluaciones eran indicadores de aprendizaje.

## 2. Marco teórico

### 2.1. Aprendizaje profundo versus aprendizaje superficial

El aprendizaje profundo tiene sus raíces en los principios del socio-constructivismo, los que están determinados por la construcción activa de conocimiento sobre la base de estructuras cognitivas previas que permitan dar sustento a los nuevos entendimientos desarrollados por los estudiantes (Piaget, 1965). Esto implica un proceso de construcción social/colaborativa, en el que para desarrollar aprendizajes profundos o significativos el estudiante debe transitar desde una zona de desarrollo real a una de desarrollo próximo, proceso que deber ser mediado por personas con conocimiento experto en el fenómeno que se está estudiando (Vigotsky, 1978).

De acuerdo a Fasce (2007), el aprendizaje profundo también se puede definir de acuerdo a su contraste con el concepto de aprendizaje superficial. En este sentido, el aprendizaje profundo es un enfoque de aprendizaje que se caracteriza por promover la comprensión y la aplicación de los aprendizajes de por vida. El aprendizaje profundo involucra una demostración de procedimientos complejos, en el que los estudiantes son capaces de generalizar lo aprendido a nuevas circunstancias y problemas de forma autónoma, que les permitan predecir, teorizar y generar nuevos entendimientos del fenómeno estudiado (Biggs y Tang, 2007).

Bajo un enfoque de aprendizaje superficial, el aprendiz memoriza la información como hechos aislados, sin conexión con experiencias previas o con el contexto general. El objetivo central, generalmente, es retener datos para aprobar evaluaciones de curso determinados y no el aprendizaje en sí mismo. El aprendizaje superficial sólo requiere un nivel bajo de habilidad cognitiva, principalmente orientado a conocer. Ello explica el rápido olvido de los contenidos/habilidades estudiados al poco tiempo de haber rendido las evaluaciones (Fasce, 2007).

La forma en que el estudiante aprende está relacionada con las características y cantidad de tareas solicitadas en los cursos, con el contexto educativo y con sus motivos, los que a su vez influyen en las estrategias de aprendizaje (Pérez-Villalobos, Valenzuela, Díaz, González-Pianda y Núñez, 2011).

### 2.2. Flipped classroom (Aula invertida)

El modelo *Flipped classroom* busca invertir la secuenciación de las actividades que se realizan fuera del trabajo presencial con el profesor (horas autónomas) y actividades que se realizan en aula (Abeysekera y Dawson, 2015; Berret, 2012). En esta metodología, una unidad didáctica no comienza en el aula con una clase expositiva del profesor; comienza con el trabajo que el estudiante realiza en sus horas autónomas, consistente en asimilar conocimientos conceptuales y/o procedimentales básicos, los que son entregados por el profesor a través de medios digitales (Abeysekera y Dawson, 2015; Berret, 2012; Demetry, 2010; Jensen, Holt, Sowards, Ogden y Wes, 2018). Durante el tiempo presencial con el profesor, en aula, las actividades se orientan a resolver las preguntas de los estudiantes, generar discusiones e implementar tareas más creativas, como la resolución de problemas, desarrollo de proyectos, procesos de indagación complejos, entre otros, que requieran la presencia y el asesoramiento del profesor y que fomenten el aprendizaje activo de forma individual o colaborativa (Abeysekera y Dawson, 2015; Demetry, 2010; Jensen et al., 2018; Long, Cummins y Waugh, 2017).

En términos generales, la metodología *Flipped classroom* contribuye a: (i) centrar el proceso de aprendizaje en el estudiante, otorgándoles un mayor protagonismo, (ii) transformar el rol docente, pasando de ser sólo transmisor de contenidos a guía y orientador del aprendizaje del estudiante, (iii) aprovechar las oportunidades que la tecnología ofrece para implementar nuevas metodologías y estrategias didácticas, y finalmente, (iv) contribuir al desarrollo de competencias asociadas a la gestión autónoma del conocimiento de los estudiantes (Jensen et al., 2018; Abeysekera y Dawson, 2015; Long et al., 2017).

### 2.3. Indagación guiada

De acuerdo a Kuhlthau, Caspari, y Maniotes (2015), la Indagación Guiada se define como un sistema para el aprendizaje que utiliza el método científico, recursos físicos y virtuales con el fin de construir conocimiento y comprensión sobre un tema de estudio. La indagación guiada se basa en un enfoque constructivista del aprendizaje; esto es, cada individuo tiene que construir su propio conocimiento y no puede simplemente sólo recibir lo ya elaborado por otros (Moog, 2014). Implica desarrollar en los estudiantes un sistema de pensamiento mediante un ejercicio intelectual que le permita: plantearse preguntas, discutir y argumentar sus ideas, formular hipótesis, proponer diseños experimentales, hallar posibles respuestas a preguntas-problemas y comunicar los resultados (Kuhlthau, Caspari, y Maniotes, 2015; Santos y Hernández, 2005).

En términos prácticos, la metodología de indagación guiada considera el trabajo colaborativo como un elemento base para el desarrollo de actividades relacionadas con el método científico. Tales actividades deben ser realizadas de forma escalonada (desde lo más simple a lo más complejo) con el propósito de desarrollar: competencias asociadas al trabajo autodirigido, habilidades interpersonales y resolución de problemas científicos contextualizados, siendo el docente un facilitador y guía del proceso de indagación (Kuhlthau, Caspari, y Maniotes, 2015).

### 2.4. Evaluación auténtica

La idea básica de la evaluación auténtica es que, si realmente se desea enseñar a los estudiantes para que piensen, decidan y actúen en el mundo real, la tarea de evaluación que se les proponga debe requerir en algún momento una demostración activa de su capacidad de poner en acción el conocimiento, en contraste con hablar o escribir de él (Biggs y Tang, 2007). Este enfoque propone que aprender es un proceso que nos permite realizar acciones que no podíamos efectuar en el pasado (Ahumada, 2005) y coincide con las definiciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura en su enfoque de habilidades para la vida, en las que lo que importa es aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser (Macedo, 2006).

## 3. Desarrollo

### 3.1. Situación previa a la transformación

En la Universidad Católica de Temuco (Región de La Araucanía, Chile), entre los años 2010 y 2013, se dictaba la asignatura “Química en Contexto” a los estudiantes de primer año de la Facultad de Ingeniería, aplicando una metodología de enseñanza-aprendizaje tradicional tanto en las clases de cátedra como de laboratorio. Los estudiantes pertenecían a las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería Ambiental e Ingeniería Química.

“Química en Contexto” fue diseñada según la propuesta que la American Chemical Society (1994) plasmó en el libro *Chemistry in Context. Applying Chemistry to Society*. Es un curso teórico-práctico en el que se vincula la química con el entorno cotidiano del estudiante y su futuro quehacer profesional. En él, la química se sitúa en su más amplio contexto, relacionándola no solo con lo disciplinario, sino también con lo económico, lo político y lo social. Al finalizar “Química en Contexto”, se espera que el estudiante aplique los principios y herramientas de la química para resolver problemas básicos en el contexto de la Ingeniería. Además, también se espera que haya fortalecido su capacidad para realizar análisis y juicios críticos de su realidad, sopesando impactos y beneficios. En su diseño, se supuso que la asignatura iba a ser cursada por estudiantes sin formación previa en química.

En sus diseños curriculares, la Universidad Católica de Temuco aplica el Sistema de Créditos Transferibles. A “Química en Contexto” se le asignaron 7 créditos, lo que implica que el estudiante, cada semana, debe dedicar 4 horas al trabajo presencial (trabajo en aula con la supervisión permanente del profesor), 2 horas al trabajo de laboratorio y 5 horas al trabajo autónomo.

La metodología de enseñanza-aprendizaje aplicada en las sesiones de cátedra, se basaba en clases expositivas. Cada unidad (contexto) era iniciada con una clase de contextualización, en la que el profesor describía el problema o situación que justificaba el aprendizaje de determinados principios y fundamentos de la química. A continuación, seguían clases en las que el profesor definía un concepto, presentaba una ley o una teoría, y enseñaba cómo estos permitían entender los fenómenos descritos en la contextualización. El proceso de ense-

ñanza-aprendizaje se completaba en las horas autónomas, en las que los estudiantes debían resolver guías de ejercicios y problemas de diferente nivel de dificultad. Si surgían dudas o preguntas, de ellos dependía plantearlas al profesor, ya fuera a través de correo electrónico o personalmente, en clases o en horario de consultas.

La finalidad de los prácticos de laboratorio era, principalmente, verificar los principios enseñados en las clases de cátedra. El profesor diseñaba experimentos que los estudiantes debían reproducir. A ellos se les entregaba una guía de laboratorio que contenía una introducción, un marco teórico y una descripción paso a paso de las actividades a realizar. Al terminar el práctico, debían entregar un informe con la presentación de los resultados experimentales y una explicación de los mismos a la luz de algún principio o teoría.

El trabajo en clases de cátedra era evaluado con pruebas parciales o formativas (8 en el semestre) y 3 pruebas sumativas. Las pruebas parciales o formativas consistían en uno o dos problemas de nivel de dificultad medio, y tenían por objetivo principal hacer un seguimiento al proceso de aprendizaje de los estudiantes. En el caso de las pruebas sumativas, en la primera se medían los aprendizajes sobre clasificación y estructura de la materia (incluyendo enlace químico); en la segunda, estequiometría y soluciones; y en la tercera, equilibrio químico y reacciones ácido-base. En el laboratorio, cada práctico era evaluado con el informe ya referido y con un control de entrada (que medía el estudio de la respectiva guía de laboratorio como medio de preparación). El peso relativo de cada una de las evaluaciones se presenta en la Tabla 1. En la Universidad Católica de Temuco se usa una escala de notas de 1,0 a 7,0, en la que la nota 4,0 equivale a un nivel de exigencia del 60%.

Tipo de evaluación	Ponderación (%) <sup>(a)</sup>
<i>Cátedra</i>	
Primera evaluación sumativa	20,0
Segunda evaluación sumativa	25,0
Tercera evaluación sumativa	25,0
Promedio de 8 evaluaciones formativas	10,0
<i>Laboratorio</i>	
Promedio de 6 controles de entrada	7,0
Promedio de 6 informes	14,0

<sup>(a)</sup> Con respecto a la Nota de Presentación a Examen

Tabla 1. Sistema de evaluación aplicado en la asignatura “Química en Contexto” antes de la transformación.

Situación final de semestre	2012		2013	
	N°. estudiantes	%	N°. estudiantes	%
Aprobado	65	21,7	50	17,2
Reprobado	123	41,0	121	41,6
Reprobado por inasistencia (deserción)	112	37,3	120	41,2
Total general	300	100,0	291	100,0

Tabla 2. Tasas de aprobación y tasas de deserción de la asignatura “Química en Contexto” en años anteriores a la transformación.

A pesar de los esfuerzos de los profesores, los resultados obtenidos cada semestre –en términos de tasas de aprobación, tasas de deserción (abandono de la asignatura a mitad del semestre) y calidad del aprendizaje– fueron francamente malos. Tal como se aprecia en la Tabla 2, las tasas de aprobación fluctuaron en torno al 19%, y las tasas de deserción, en torno al 39%. Ambas tasas fueron calculadas con respecto al número de estudiantes que se inscribió en la asignatura cada semestre.

Para ejemplificar cómo era el desempeño de los estudiantes a lo largo del semestre, se eligió una de las cinco secciones a las que se impartió “Química en Contexto” el primer semestre del año 2013 (último semestre con metodología tradicional de enseñanza aprendizaje). Esta sección estuvo integrada por 63 estudiantes de Ingeniería Industrial, quienes cursaban por primera vez la asignatura y, a diferencia de los estudiantes de Ingeniería Química e Ingeniería Ambiental, no tenían un gusto preferente por la Química. En la Figura 1 se muestran las distribuciones de las notas obtenidas por estos estudiantes en los diferentes tipos de evaluaciones aplicadas

durante el semestre. Se observa que en las evaluaciones sumativas (ES) las medias y las medianas fueron inferiores a 3,0. En las ES1 y ES2, las notas se concentraron en un pequeño rango en torno a la media: en la ES1, solo un 18% de los estudiantes obtuvo una nota igual o mayor que 4,0; y en la ES2, este indicador bajó a un 15%. En la ES3 la distribución de notas se amplió: el porcentaje de estudiantes que aprueba sube a un 25% y, a la vez, un 25% obtiene una nota inferior a 1,5. Estos resultados son consistentes con aquellos obtenidos en las evaluaciones formativas (EF) y en el laboratorio. La distribución de los promedios de las 8 EF (PromEF) tiene una media y una mediana iguales a 3,4 y 3,7, respectivamente; mientras que la distribución de los promedios de laboratorio (PromLab) tiene una media de 3,4 y una mediana de 3,5. Con lo expuesto hasta aquí, no sorprende que la distribución de las notas de presentación a examen (NP) tuviera una media igual a 3,0 y una mediana igual a 3,1. Solo un 15% de los estudiantes alcanzó una NP igual o mayor que 4,0 y el 36% perdió el derecho a rendir el examen por tener una NP menor que 2,7.

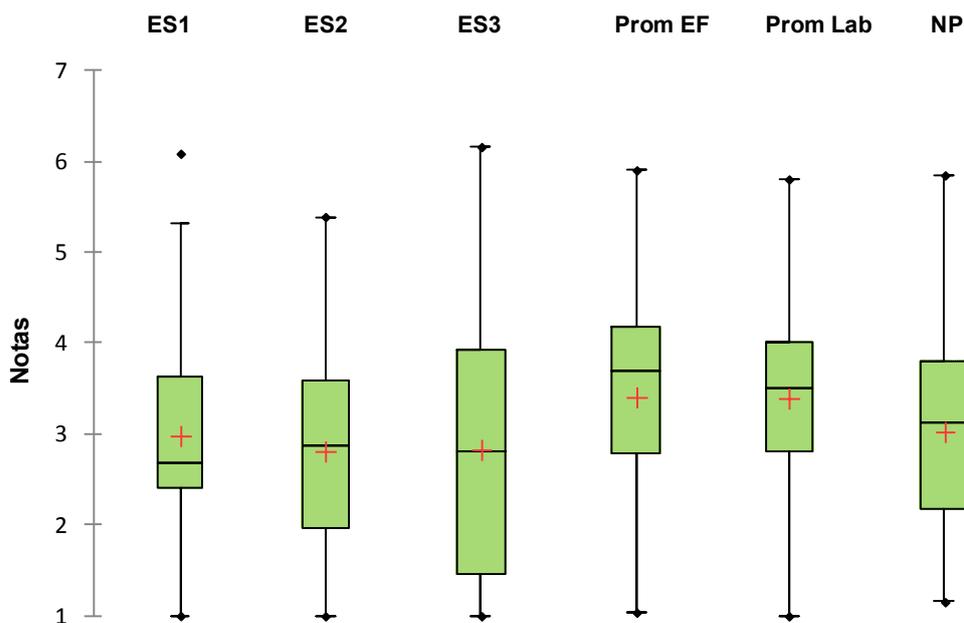


Figura 1. Distribuciones de notas obtenidas en diferentes tipos de evaluaciones por estudiantes que cursaron por primera vez “Química en Contexto” el primer semestre del año 2013. Los resultados corresponden a una de las cuatro secciones, integrada por 63 estudiantes de Ingeniería Industrial. (La etiqueta “ES” se refiere a evaluación sumativa; “Prom EF”, promedio de evaluaciones formativas; “Prom Lab”, promedio de las notas de laboratorio; “NP”, nota de presentación a examen. El signo “+” indica la media de cada distribución).

Los resultados presentados hasta aquí se atribuyen, principalmente, a que los estudiantes no hacían su tarea clase a clase, resolviendo los problemas y ejercicios propuestos en las guías de trabajo autónomo. Esta explicación encuentra su respaldo en las bajas notas obtenidas en cada una de las evaluaciones formativas (ver Figura 2). Es llamativo que a partir de la EF4, el 25% de los estudiantes (y más) obtuviera una nota igual a 1,0. En muchos de estos casos, tal nota fue consecuencia de inasistencia injustificada a las evaluaciones, lo que es una señal incipiente de la deserción que se registraría al finalizar la asignatura. En consistencia con estos hechos, también ocurrió que las horas de consulta semanales ofrecidas por profesores y ayudantes fueron aprovechadas por los estudiantes solo la semana previa a una evaluación sumativa.

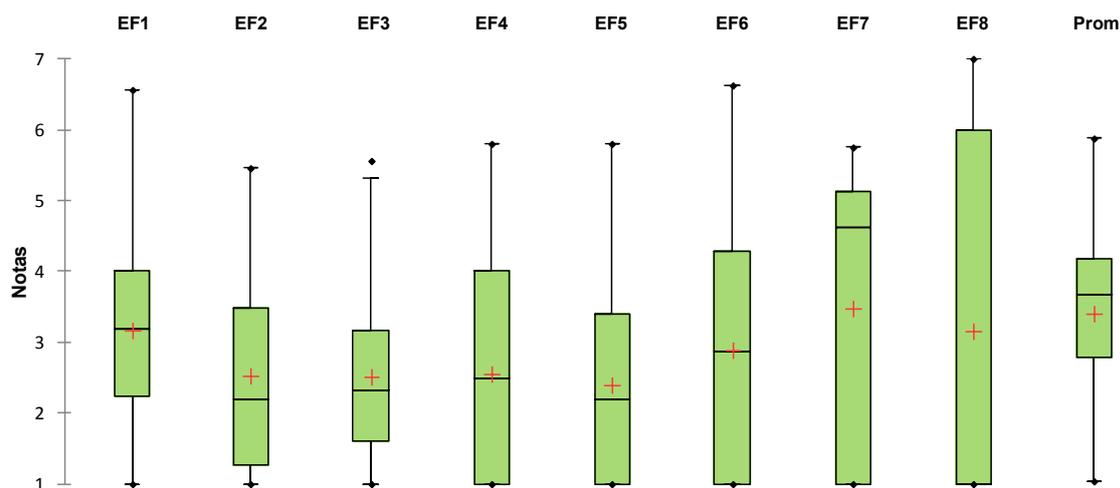


Figura 2. Distribución de notas obtenidas en evaluaciones formativas (EF) por estudiantes que cursaron por primera vez “Química en Contexto”, el primer semestre del año 2013. Los resultados corresponden a una de las cuatro secciones, integrada por 63 estudiantes de Ingeniería Industrial. (La etiqueta “Prom” se refiere al promedio de las 8 evaluaciones formativas. El signo “+” indica la media de cada distribución).

En cuanto al desempeño en el laboratorio, se observó que el control de entrada a cada práctico no era suficiente acicate para los estudiantes. Los resultados que obtuvieron en estas pruebas (muy similares a los de las evaluaciones formativas) llevan a concluir que no hacían el trabajo de preparación esperado. Es más, era frecuente que estudiantes se presentaran a la clase de laboratorio sin la guía correspondiente. Durante la realización del práctico, se limitaban a seguir las instrucciones de la misma forma que se sigue una receta de cocina. En los informes, los estudiantes, en general, no hacían un análisis crítico del procedimiento y su discusión de los resultados experimentales era pobre.

### 3.2. Descripción de la transformación

Con el propósito de alcanzar aprendizajes profundos y contribuir al desempeño, tanto de forma colaborativa como individual, de los futuros Ingenieros, el año 2014 se inició una transformación de la asignatura “Química en Contexto” consistente en:

1. La implementación de la estrategia metodológica *Flipped Classroom* (Aula Invertida), haciendo un uso extensivo de TIC, tales como: grabación y edición de más de 60 videos para transferir conocimientos a los estudiantes; aprovechamiento de todas las herramientas y recursos de una plataforma de administración de aprendizajes (*LMS; Learning Management System*) para el diseño y seguimiento de las actividades autónomas.
2. La implementación de la estrategia metodológica “*indagación guiada*” en las actividades de laboratorio. Con esta estrategia, los estudiantes ya no siguen una guía tipo “receta”, sino que resuelven un desafío, haciéndose cargo ellos mismos de definir el cómo.
3. La integración plena del trabajo de laboratorio en la asignatura. Hoy, la asignatura es una sola e incluso se encuentra centrada en las actividades de laboratorio, pues se aprovecha esta instancia para evaluar desempeños en situaciones auténticas.

### 3.3. Proceso de implementación de la transformación

#### **Flipped Classroom**

El proceso de transformación incluyó la grabación en video de cada una de las clases que comprende la asignatura. Se grabó un total de 60 videos, cuya duración no supera los quince minutos cada uno, los cuales fueron almacenados en un canal YouTube y desde allí enlazados a la LMS institucional. El LMS institucional está basado

en la plataforma MOODLE y permite generar actividades asincrónicas, tales como: la observación de videos, respuesta a cuestionarios, actividades de investigación y lecturas, entre otras. De esta manera, quedó a disposición de los estudiantes un libro audiovisual con cada uno de los contenidos e información relevante, propia de un curso introductorio de química de nivel universitario.

Los videos fueron empleados para entregar contenidos durante el trabajo autónomo de los estudiantes. Esto podría haberse hecho a través de textos seleccionados; sin embargo, debido a las ventajas del uso de videos (Jensen et al., 2018), se decidió utilizar este medio como fuente principal del trabajo autónomo de los estudiantes. Aun cuando los videos son un recurso muy importante dentro de la estrategia *Flipped Classroom*, esta no se limita a ellos. Adicionalmente, los estudiantes realizan una variedad de actividades en sus horas autónomas –“actividades de enlace”, que permiten la conexión entre el estudio con los videos y el trabajo en aula (Fidalgo-Blanco, Martínez-Nuñez, Borrás-Gene y Sánchez-Medina, 2017)– tales como:

- Responder preguntas de investigación referidas a los contextos de cada una de las unidades. Por ejemplo, el contexto para el estudio de las reacciones ácido-base es el proceso de lixiviación del cobre, por lo que las preguntas de investigación son:

<b>Contexto: Lixiviación del cobre</b> <b>Trabajo de Contextualización</b>	
1.	¿En qué consiste el proceso de lixiviación del cobre? Explica con tus propias palabras
2.	¿Para qué clase de minerales de cobre se aplica el proceso de lixiviación?
3.	¿Cuáles son las sustancias involucradas en el proceso de lixiviación? Señala el nombre y la fórmula química de las sustancias.
4.	¿Qué clase de reacción química está involucrada en el proceso de lixiviación? Dé un ejemplo. Escriba la ecuación química balanceada de la principal reacción involucrada en el proceso de lixiviación

- Responder cuestionarios en línea, cuyas preguntas, de tipo ensayo, apuntaban a medir la asimilación de conceptos fundamentales. Un ejemplo de este tipo de cuestionarios (que se refiere a “Enlace iónico”) puede ser visto en el siguiente link: <https://goo.gl/d1DE1H>.
- Resolver guías de ejercicios con preguntas y problemas numéricos.
- Rendir pruebas de ensayo en línea, cuyas preguntas eran de selección múltiple. En el siguiente recuadro, a modo de ejemplo, se muestran algunas de las preguntas de la prueba de ensayo referida a “enlace químico”.

<b>Contexto: Protegiendo la capa de ozono</b> <b>Prueba de ensayo sobre enlace químico</b>	
1.	Indique cuál de las siguientes combinaciones corresponde a la formación de un enlace iónico: a) Metal + Gas Noble; b) Metal + Metal; c) No Metal + No Metal; d) No Metal + Gas Noble; e) Metal + No Metal
2.	¿Cuál de los siguientes mecanismos explica la formación de un enlace covalente? a) Pérdida de electrones; b) Compartición de electrones; c) Decaimiento de electrones; d) Transferencia de electrones; e) Excitación de electrones
3.	¿Cuál de las siguientes alternativas corresponde a un compuesto covalente? a) NaCl; b) MgCl <sub>2</sub> ; c) C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ; d) KBr; e) CaCl <sub>2</sub>
4.	Indica cuál de las siguientes moléculas posee un enlace triple: a) Cl <sub>2</sub> ; b) H <sub>2</sub> ; c) O <sub>2</sub> ; d) F <sub>2</sub> ; e) N <sub>2</sub>
5.	Con respecto a la estructura de Lewis de la molécula CH <sub>3</sub> OH, es verdadero que tiene: a) 8 pares de electrones solitarios; b) 8 electrones enlazantes; c) 8 pares de electrones enlazantes; d) 5 pares de electrones solitarios; e) 5 pares de electrones enlazantes

Todas estas actividades tienen por objetivo que los estudiantes preparen la clase venidera, en la que se ven enfrentados a problemas de mayor complejidad, que deben resolver en equipo contando con el seguimiento y asesoría permanentes del profesor.

Por su parte, el profesor planifica las actividades de aula de acuerdo a las dudas y dificultades que ha detectado durante la revisión y retroalimentación de los trabajos autónomos entregados por los estudiantes.

## ***Indagación guiada***

La estrategia metodológica indagación guiada se implementó en el trabajo práctico (de laboratorio) de la asignatura “Química en Contexto”. La población de estudiantes (300 en total) se organiza en quince grupos de laboratorio de veinte estudiantes cada uno, los que se distribuyen entre cuatro docentes. Los estudiantes trabajan en equipos de tres integrantes. Se desarrollan seis actividades prácticas en el semestre, cada una de ellas compuestas por tres fases: indagación y planificación, ejecución de las actividades experimentales, y exposición y defensa del trabajo realizado.

### Fase 1: Indagación y Planificación

Los docentes entregan una guía en donde se plantean los desafíos que los estudiantes deben resolver. Para cumplir con el o los desafíos de cada actividad práctica, los estudiantes realizan una fase de indagación, consistente en definir y aplicar conceptos fundamentales relacionados con los desafíos, y en responder preguntas orientadoras. La fase de indagación la desarrollan buscando información en la web (en páginas sugeridas por los docentes).

Luego, los estudiantes trabajan en la planificación, que consiste en diseñar las actividades experimentales en función de los desafíos planteados. Esto implica definir materiales y reactivos a ser usados, describir detalladamente procedimientos y considerar medidas de seguridad para minimizar riesgos de accidentes. Cada planificación se entrega en dos oportunidades. Después de la primera, los estudiantes reciben retroalimentación del profesor. La segunda entrega corresponde a la versión definitiva, que es evaluada. Los estudiantes no pueden realizar el trabajo experimental si su planificación ha recibido una nota menor que 4,0.

### Fase 2: Experimentación

Los estudiantes desarrollan las actividades prácticas según su planificación. Registran sus observaciones, toman fotografías y graban videos para su posterior análisis, discusión y socialización. Los materiales están disponibles en estanterías del laboratorio para que los estudiantes los seleccionen de acuerdo a las necesidades y requerimientos de los diferentes experimentos. Un ejemplo del tipo de experimentos, instrucciones y preguntas orientadoras que se entregan a los estudiantes como base para el trabajo de indagación guiada, puede ser visto en el siguiente link.

[https://drive.google.com/file/d/1GeIkqE\\_73eeOgpmYfgOEp28rrTMLtw5v/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1GeIkqE_73eeOgpmYfgOEp28rrTMLtw5v/view?usp=sharing)

### Fase 3: Exposición y defensa del trabajo experimental

Finalmente, para evaluar los aprendizajes, los estudiantes realizan una presentación de su trabajo, que debe tener la siguiente estructura: propósito, conceptos, leyes y/o principios involucrados, procedimiento, resultados y conclusiones. Luego, responden preguntas de sus compañeros y, especialmente, del profesor, quien mide la aplicación de los conocimientos a situaciones reales.

## ***Integración cátedra-laboratorio***

La integración cátedra-laboratorio se concibió desde el rediseño de la asignatura, quedando plasmada en la Guía de Aprendizaje (Syllabus). Antes de esta innovación, era frecuente que el trabajo de laboratorio siguiera un camino propio, paralelo y casi independiente al del trabajo que se desarrollaba en aula. En ocasiones, incluso, el trabajo de laboratorio tuvo sus propios objetivos, por lo que se pensó en la posibilidad de convertirlo en asignatura aparte. De esto se percataban los estudiantes, quienes, al reprobar la asignatura, solicitaban que en la repetición se les “convalidara el laboratorio”, pues habían obtenido una nota promedio mayor que cuatro.

En esta innovación, las actividades de laboratorio ya no son un fin, sino un medio para alcanzar los resultados de aprendizaje (Flores, Caballero y Moreira, 2009), al igual que las actividades autónomas y las actividades de aula.

Tipo de evaluación	Ponderación (%) <sup>(a)</sup>
<i>Cátedra</i>	
Primera evaluación sumativa	20,0
Segunda evaluación sumativa	20,0
Promedio de 6 evaluaciones formativas	15,0
<i>Laboratorio</i>	
Promedio de 6 planificaciones	10,0
Promedio de 6 informes orales	20,0
Promedio de 6 coevaluaciones	5,0
<i>Trabajo Autónomo</i>	
Promedio de 15 tareas autónomas <sup>(b)</sup>	10,0

<sup>(a)</sup> Con respecto a la Nota de Presentación a Examen

<sup>(b)</sup> Cada tarea consistía en realizar tres actividades (en promedio)

Tabla 3. Sistema de evaluación aplicado en la asignatura “Química en Contexto” después de la transformación.

En la Tabla 3 se muestra el sistema de evaluación aplicado en “Química en Contexto” después de haber implementado la transformación. En la primera evaluación sumativa se miden los aprendizajes relativos a clasificación y estructura de la materia, enlace químico y estequiometría; mientras que en la segunda se miden los aprendizajes sobre soluciones, equilibrio químico y reacciones ácido-base. Se puede apreciar en la Tabla 3 que la aprobación de la asignatura ya no depende del desempeño exhibido por el estudiante en dos o tres momentos puntuales dentro del semestre, sino que de su desempeño semana a semana (17 en total). Esta estructura es coherente con los principios de las estrategias metodológicas aplicadas, pues reconoce el trabajo autónomo y el aprendizaje activo.

#### 4. Resultados de la innovación

La Figura 3 muestra las tasas de aprobación y tasas de deserción registradas en “Química en Contexto” en el período posterior a la transformación (2014-2017) y las compara con las del período anterior (2012-2013). Como ya se ha dicho, ambas tasas fueron calculadas con respecto a la cantidad de estudiantes que se inscribió en la asignatura cada semestre. Se observa que las tasas de aprobación en el período 2014-2017 fluctúan en torno a un 37%, siendo claramente mayores que las del período anterior (que fluctúan en torno a un 19%). Las tasas de deserción en el período 2014-2017 disminuyen año a año desde un 40% (el año 2014 y anteriores) a un 17% (el año 2017), lo que representa una disminución muy significativa.

Para mostrar cómo fue el desempeño de los estudiantes en “Química en Contexto” a lo largo de un semestre en el que ya se había implementado la transformación, se eligió una de las cinco secciones a las que se impartió “Química en Contexto” el segundo semestre del año 2015. Esta sección estuvo integrada por 48 estudiantes de Ingeniería Industrial, quienes cursaban por primera vez la asignatura, y tuvo al mismo profesor de la sección del año 2013, que fue elegida como referencia para el análisis de resultados de esta experiencia. En la Figura 4 se muestran las distribuciones de las notas obtenidas por estos estudiantes en los diferentes tipos de evaluaciones aplicadas durante el semestre. Se observa que la distribución de la primera evaluación sumativa (ES1) tuvo una media y una mediana levemente inferiores a 4,0 (3,9 y 3,7, respectivamente), siendo aprobada por el 39% de los estudiantes, lo que implica una mejora con respecto a la situación registrada antes de la transformación. Sin embargo, este resultado no se repitió en la segunda evaluación sumativa: la media es igual a 2,5, y la mediana, a 2,1; y solo un 10% de los estudiantes obtuvo una nota igual o mayor que 4,0. Como se verá más adelante, estos resultados se atribuyen al hecho de que a final de semestre los estudiantes, en general, reducen sus horas de dedicación a la asignatura.

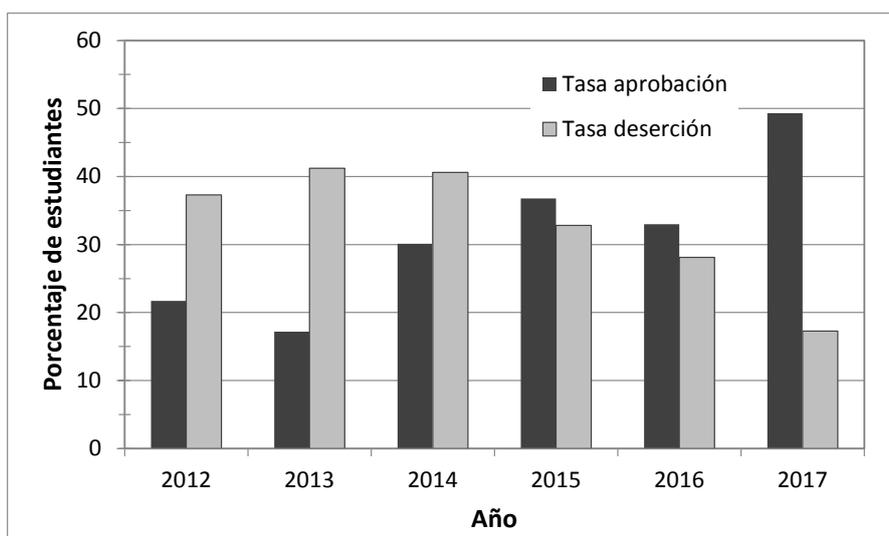


Figura 3. Tasas de aprobación y tasas de deserción de la asignatura "Química en Contexto" en los períodos anterior (2012 - 2013) y posterior (2014 - 2017) a la transformación. Las líneas horizontales marcan el promedio de la tasa de aprobación en cada período.

La nota de laboratorio ("Lab" en la Figura 4) corresponde al promedio ponderado de las notas obtenidas en la planificación, la exposición y defensa del trabajo experimental, y evaluación realizada por los compañeros que integraron el equipo del estudiante. La mediana de la distribución de notas de laboratorio es igual a 5,3, y la media, a 5,4. El 100% de los estudiantes obtuvo una nota superior a 4,0. Es destacable el desempeño de los estudiantes en las actividades de laboratorio, pues las notas son muy superiores a aquellas que se obtenían en la asignatura sin transformación, aun cuando la nueva metodología implica un nivel de exigencia mayor. En efecto, el control de entrada fue reemplazado por la planificación del práctico, en la que cada estudiante se ve obligado a hacer una indagación sobre qué actividades experimentales le permitirían resolver el desafío propuesto. Entonces, elaborar (diseñar) una planificación implica que el estudiante al menos conoce las operaciones que deberá ejecutar durante el práctico. Por su parte, el informe escrito es reemplazado por un reporte oral (con apoyo multimedia) en el que el estudiante debe explicar en qué consistió su trabajo experimental y cuáles son las conclusiones que se derivan de este. La fase más exigente del reporte oral consiste en responder preguntas del profesor y de sus pares.

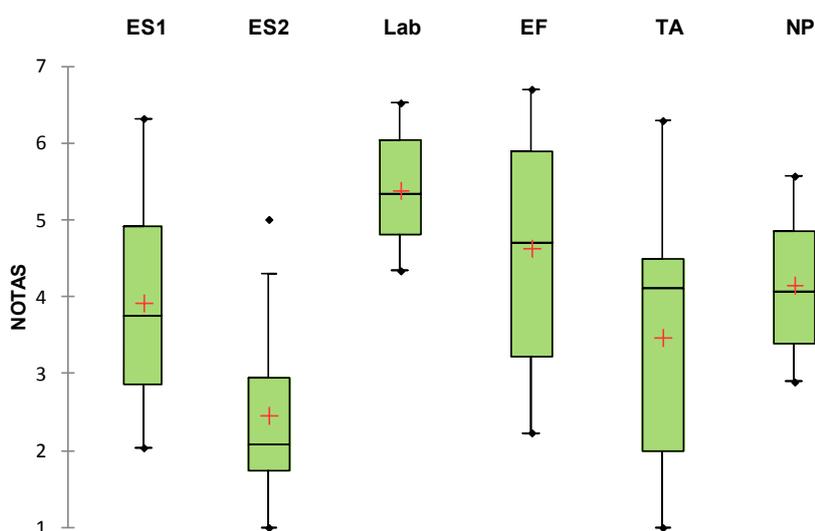


Figura 4. Distribuciones de notas obtenidas en diferentes tipos de evaluaciones por estudiantes que cursaron por primera vez "Química en Contexto" el segundo semestre del año 2015. Los resultados corresponden a una de las cuatro secciones, integrada por 48 estudiantes de Ingeniería Industrial. (La etiqueta "ES" se refiere a evaluación sumativa; "EF", promedio de evaluaciones formativas; "Lab", promedio de las notas de laboratorio; TA, promedio de notas de trabajo autónomo; "NP", nota de presentación a examen. El signo "+" indica la media de cada distribución).

La nota de evaluaciones formativas (“EF” en la Figura 4) corresponde al promedio de seis pruebas, que fueron aplicadas una vez que hubo finalizado cada uno de los ciclos (prácticos) de laboratorio. De esta manera, los aprendizajes desarrollados en aula se vincularon con el trabajo experimental. La distribución “EF” tuvo una media igual a 4,6 y una mediana igual a 4,7; el 66% de los estudiantes promedió una nota igual o mayor que 4,0; y, además, la nota mínima fue 2,1 y no 1,0, tal como ocurría antes de implementar la transformación.

La Figura 5 muestra las distribuciones de notas correspondientes a cada una de las seis evaluaciones formativas aplicadas en el semestre. Se observa que todas las medianas y medias fueron superiores a 4. Es más, el porcentaje de estudiantes que obtuvo una nota igual o mayor que 4,0 fluctúa entre un 54 y un 72%. También se observa que a medida que avanzó el semestre, las distribuciones de notas se ampliaron. Por ejemplo, en la evaluación formativa N°. 4, el 25% de los estudiantes obtuvo una nota igual o mayor que 6,3 y otro 25%, una nota igual a 1,0. Este comportamiento se repitió en las evaluaciones N°. 5 y N°. 6, pues mientras un 25% de los estudiantes obtuvo una nota igual a 7, otro porcentaje similar o mayor obtuvo una nota inferior a 2,6.

Volviendo a la Figura 4, la distribución de notas de trabajo autónomo (TA) es la que tiene el mayor rango y se observa un comportamiento consistente con el de las últimas evaluaciones formativas: el 25% de los estudiantes promedió una nota superior a 4,5; el 50% promedió una nota superior a 4,1; y un 25% promedió una nota menor que 2,0.

Los resultados obtenidos en las evaluaciones formativas y en el trabajo autónomo se atribuyen a que un porcentaje importante de estudiantes redujo la intensidad de su trabajo autónomo en la segunda mitad del semestre. Esto es refrendado por las estadísticas que se muestran en la Figura 6, en la que se observa que el porcentaje de estudiantes que cumple con las tareas semanales va disminuyendo a medida que avanza el semestre.

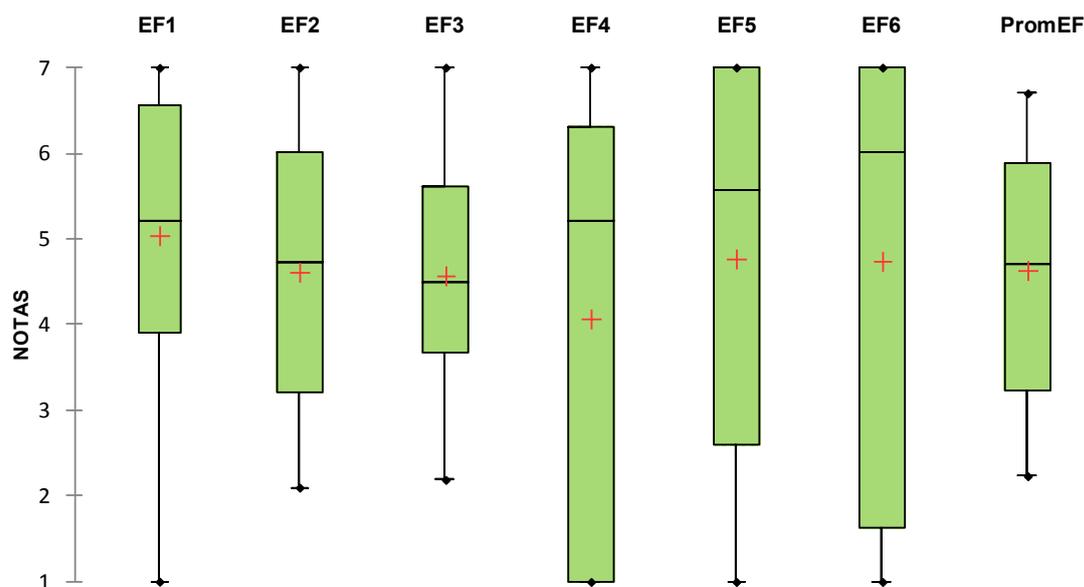


Figura 5. Distribución de notas obtenidas en evaluaciones formativas (EF) por estudiantes que cursaron por primera vez “Química en Contexto”, el segundo semestre del año 2015. Los resultados corresponden a una de las cuatro secciones, integrada por 48 estudiantes de Ingeniería Industrial. (La etiqueta “PromEF” se refiere al promedio de las 6 evaluaciones formativas. El signo “+” indica la media de cada distribución).

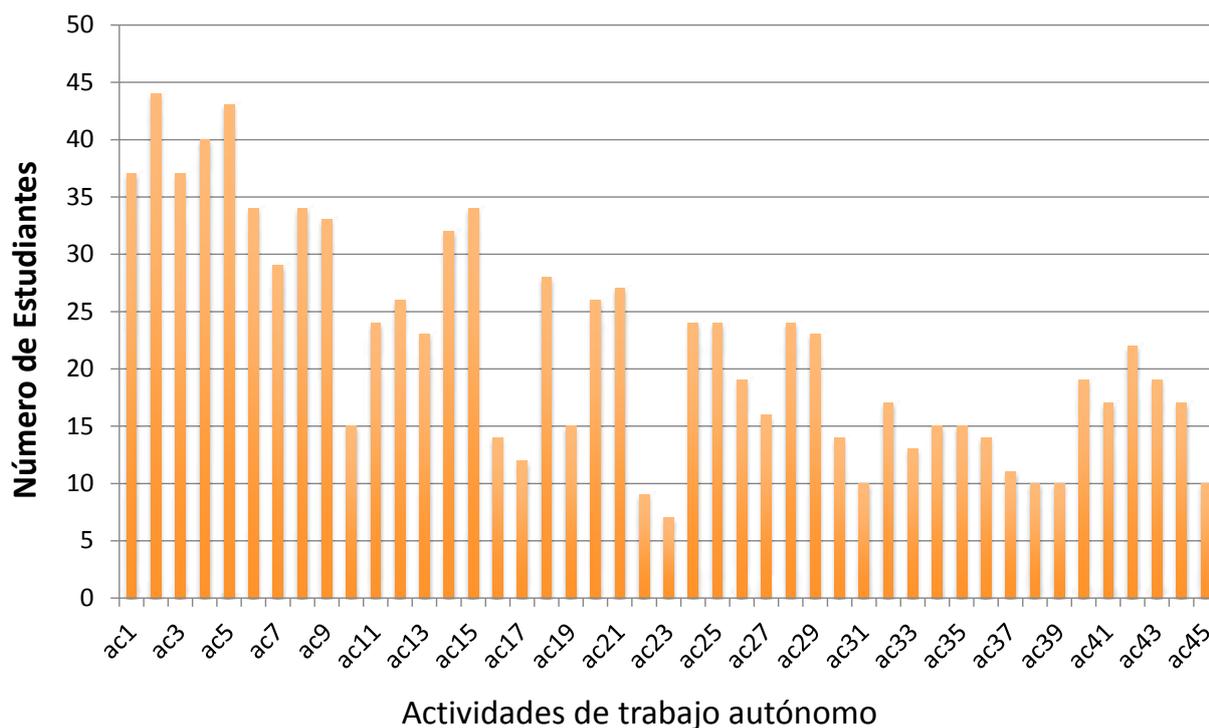


Figura 6. Nivel de cumplimiento de las actividades que componían las tareas semanales de trabajo autónomo. (Una tarea consistía en realizar tres actividades en promedio). La ordenada informa el número de estudiantes que hizo cada una de las actividades, numeradas de 1 al 45.

## 5. Conclusiones

La transformación de la asignatura “Química en Contexto” (impartida a estudiantes de primer año de ingeniería en la Universidad Católica de Temuco) consistió, fundamentalmente, en cambiar una metodología tradicional de enseñanza-aprendizaje, centrada en el profesor, por una metodología de aprendizaje activo centrada en el estudiante, teniendo por objetivo mejorar los aprendizajes de estos. Si se acepta que las notas son indicadores de logro de aprendizaje, tal objetivo se habría cumplido, al menos, parcialmente.

Aunque parezca obvio, es importante recordar que para todo proceso de aprendizaje, independiente de la metodología aplicada, los resultados dependen en gran medida de la disposición y actitud del estudiante; esto es, de su voluntad, que se manifiesta en la asistencia a clases, en la participación en clases y, especialmente, en el aprovechamiento de las horas autónomas. No obstante, aunque el estudiante tenga la voluntad de aprender, necesita de orientación permanente, sobre todo, en el buen uso de las horas autónomas. En este sentido, una de las virtudes de las estrategias *Flipped Classroom* e indagación guiada es que, por una parte, realzan la importancia de las horas autónomas y, por otra, incluyen indicaciones claras al estudiante sobre qué hacer en esta instancia y cómo y cuándo hacerlo.

Los estudiantes que asumen el compromiso con su proceso aprendizaje, aceptando un rol protagónico, no tienen inconvenientes en hacer propia la metodología propuesta por *Flipped Classroom* e indagación guiada y, en consecuencia, tienen altas probabilidades de alcanzar los resultados de aprendizaje esperados.

Con aquellos estudiantes cuya disposición hacia el trabajo académico no es favorable, se debe hacer un esfuerzo permanente por intentar convencerles de que las estrategias *Flipped Classroom* e indagación guiada buscan beneficiarles, facilitándoles el camino hacia el logro de los resultados de aprendizaje.

Al implementar la transformación, los mayores cambios se observaron en el ámbito del laboratorio. De una realidad en la que más del 75% de los estudiantes obtenía una nota inferior a 4,0, se pasó a otra en la que el 100% aprueba y un 25% obtiene una nota superior a 6,0. Estos resultados se explican por los siguientes factores: a) se implementó una estrategia de aprendizaje activo (indagación guiada), en la que el estudiante, en todo momento, construye su conocimiento; b) se dio un mayor peso a las actividades de laboratorio en la nota final (la ponderación aumentó de 20 a 35%), lo que habría instado al estudiante a trabajar con mayor esfuerzo; c)

se usó una modalidad de trabajo colaborativo, que hace al estudiante responsable tanto de su calificación como de la de sus compañeros de equipo; y d) el estudiante no tiene la posibilidad de no hacer, pues la consecuencia inmediata sería la reprobación; esto es, si los estudiantes no entregan la planificación o no logran en ella una nota igual o mayor que 4,0, no pueden realizar el trabajo experimental y, sin este, no hay contenidos para el correspondiente reporte oral.

Con respecto al factor descrito en la letra c) del párrafo anterior, trabajo colaborativo, Fidalgo-Blanco, Sein-Echaluce y García-Peñalvo (2018) demuestran que se debe favorecer la interacción estudiante – estudiante, pues en ella se produce la transferencia de conocimientos, lo que aumenta la efectividad y eficiencia de metodologías de aprendizaje activos, tales como *Flipped Classroom*.

Gracias a los hechos antes descritos, se logró una plena integración de las actividades de laboratorio con las actividades de aula. Es más, el laboratorio se convirtió en uno de los ejes de la asignatura, por cuanto en este espacio se evaluó el desempeño de los estudiantes en situaciones auténticas.

Un mayor éxito en la implementación de *Flipped Classroom* depende de que el estudiante valore el trabajo autónomo (“trabajo en casa”), tal como señalan Sein-Echaluce, Fidalgo-Blanco y García-Peñalvo (2017). Por lo mismo, es fundamental que el profesor actúe en consecuencia y dé señales claras: primero, el trabajo autónomo debe ser reconocido explícitamente, asignándole un porcentaje en el cálculo de la nota final; segundo, las actividades que forman parte del trabajo autónomo deben ser revisadas y retroalimentadas de manera constante y oportuna; y tercero, debe dar a entender al estudiante que el trabajo autónomo es irremplazable y que el aula no es el lugar para “ponerse al día”.

Por otra parte, tanto profesor como estudiantes deben tener claro que el trabajo en aula tampoco es reemplazable. El mayor error que se puede cometer es confundir *Flipped Classroom* con un método de enseñanza en línea y creer que la sesión en aula es prescindible. Por el contrario, esta es esencial, pues en ella el profesor tiene la invaluable oportunidad de aclarar conceptos y resolver las dudas que hayan surgido en los estudiantes durante su trabajo autónomo. Además, es la instancia en la que los estudiantes tendrán la posibilidad de medir sus aprendizajes, enfrentándose a problemas y ejercicios de un nivel de dificultad mayor que la de aquellos que ya abordaron en el trabajo autónomo.

Se debe reconocer que la transformación de la asignatura “Química en Contexto” (en la Universidad Católica de Temuco) no tuvo todo el éxito que se esperaba, pues no se logró que todos los estudiantes dieran al trabajo autónomo la mínima valoración requerida. He aquí un nuevo desafío: ¿cómo mantener el interés y la dedicación del estudiante durante todo el semestre? Se podría usar una combinación de medidas, que incluyan estímulo y sanción. Por ejemplo, se podría condicionar la rendición de las evaluaciones sumativas a un cierto nivel de cumplimiento de las actividades autónomas, del mismo modo que la aprobación de la asignatura está condicionada a que el estudiante haya asistido al 80% de las sesiones de aula.

Por último, es importante señalar que la implementación de la transformación descrita no hubiera sido posible sin el apoyo de TICs. Gracias al uso de éstas se pudo transferir conocimientos a los estudiantes, guiar su trabajo autónomo y hacer una retroalimentación en línea de sus trabajos.

## Reconocimientos

La Comunidad de Aprendizaje de Química, integrada por los autores de este artículo, se constituyó y trabajó en el marco del proyecto Mecesup PM UCT 1309, y contó con el apoyo del director del CeDID – UCT y sus profesionales: Dr. Ricardo García, Mg. Andrea Sáez, Mg. Beatriz Moya y Mg. Luis Briones.

## Referencias

- Abeysekera, L. y Dawson, P. (2015). Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research. *Higher Education Research & Development*, 34(1), 1-14, doi:<https://doi.org/10.1080/07294360.2014.934336>
- Aedo, C. y González, L. (2018). La educación superior en Chile. *Calidad en la Educación*, (21), 61-85. doi:<https://doi.org/10.31619/caledu.n21.322>
- Ahumada, P. (2005). La evaluación auténtica: un sistema para la obtención de evidencias y vivencias de los aprendizajes, *Perspectiva Educacional, Formación de Profesores*, (45), 11-24.
- American Chemical Society (1994). *Chemistry in Context. Applying Chemistry to Society*, USA: Wm. C. Brown Publishers.

- Area Moreira, M. (2010). ¿Por qué formar en competencias informacionales y digitales en la educación superior? *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 7(2).
- Berrett, D. (2012). How 'flipping' the classroom can improve the traditional lecture. *The chronicle of higher education*, 12, 1-14.
- Biggs, J. y Tang, C. (2007). Teaching for quality learning at university (Society for research into higher education). doi:<https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2007.09.003>
- Brunner, J. J. (2007). *Universidad y sociedad en América Latina*. Veracruz, México: Universidad Veracruzana - Instituto de Investigaciones en Educación.
- Clark, T., Ricciardo, R. y Weaver, T. (2015). Transitioning from Expository Laboratory Experiments to Course-Based Undergraduate Research in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 93(1), 56-63. doi:<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00371>
- Christiansen, M. (2014). Inverted teaching: applying a new pedagogy to a university organic chemistry class. *Journal of Chemical Education*, 91(11), 1845-1850. doi:<https://doi.org/10.1021/ed400530z>
- Dass, K., Head, M. y Rushton, G. (2015). Building an understanding of how model-based inquiry is implemented in the high school chemistry classroom. *Journal of Chemical Education*, 92(8), 1306-1314. doi:<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00191>
- Demetry, C. (2010). "Work in Progress – An innovation merging "classroom flip" and team-based learning," 2010 *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. doi:<https://doi.org/10.1109/FIE.2010.5673617>
- De Miguel, M. (2006). Metodologías para optimizar el aprendizaje. Segundo objetivo del Espacio Europeo de Educación Superior. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(3), 71-91
- Díaz, V., La Rosa, I., Durán, G., Gil, Z., Pavón, T., Hechavarría, O. y Valdés, M. (2011). Impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación y nuevos paradigmas del enfoque educativo. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 25(1), 95-102.
- Donoso, S., Donoso, G. y Arias, Ó. (2010). Iniciativas de retención de estudiantes de educación superior. *Calidad en la Educación*, (33), 15-61. doi:<https://doi.org/10.31619/caledu.n33.138>
- Fasce, E. (2007). Aprendizaje profundo y superficial. *Rev Educ Cienc Salud*, 4(1), 2.
- Fidalgo-Blanco, Á., Martínez-Núñez, M., Borrás-Gene, O. y Sánchez-Medina, J. (2017). Micro flip teaching – An innovative model to promote the active involvement of students. *Computers in Human Behavior*, 72, 713-723. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.07.060>
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L. y García-Peñalvo, F. J. (2018). Ontological flip teaching: A flip teaching model based on knowledge management. *Universal Access in the Information Society*, 17(3), 475-489. doi:<https://doi.org/10.1007/s10209-017-0556-6>
- Flores, J., Caballero, M. y Moreira, M. (2009). The science laboratory teaching: An integral vision in this complex learning environment. *Revista de Investigación*, 33(68), 75-111.
- Gisbert, M. y Esteve, F. (2016). Digital Leaners: la competencia digital de los estudiantes universitarios. *La Cuestión Universitaria*, (7), 48-59.
- Graells, P. (2013). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones, *3C TIC*, 2(1).
- Huber, G. (2008). Aprendizaje activo y metodologías educativas, *Revista de Educación*, (número extraordinario), 59-81.
- Instituto Nacional de Estadísticas, Chile (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda Redatam 1992 - 2002 - 2017. Información obtenida en dic de 2018 de <http://www.ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales>.
- Jensen, J., Holt, E., Sowards, J., Heath-Ogden, T. y West, R. (2018). Investigating Strategies for Pre-Class Content Learning in a Flipped Classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 27(6), 523-535. doi:<https://doi.org/10.1007/s10956-018-9740-6>
- Jódar-Marín, J. (2010). La era digital: nuevos medios, nuevos usuarios y nuevos profesionales. *Razón y Palabra*, 15 (71).
- Kuhlthau, C., Maniotes, L. y Caspari, A. (2015). *Guided inquiry: Learning in the 21st century*. California, USA: ABC-CLIO, LLC.
- Long, T., Cummins, J. y Waugh, M. (2017). Use of the flipped classroom instructional model in higher education: instructors' perspectives. *Journal of Computing in Higher Education*, 29(2), 179-200. doi:<https://doi.org/10.1007/s12528-016-9119-8>
- Macedo, B. (2006). Habilidades para la vida. *Didáctica de las ciencias*, 112.
- Ministerio de Educación (2018a). Compendio Histórico de Educación Superior. *Archivo "compendio\_historico\_matricula\_2017.xls"*. Recuperado en nov de 2018 de <http://www.mifuturo.cl/compendio-historico-de-educacion-superior/>

- Ministerio de Educación (2018b). Ley N°. 21091 Sobre Educación Superior. Documento obtenido en nov de 2018 de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1118991>
- Montes de Oca, N. y Machado, E. (2011). Estrategias docentes y métodos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. *Humanidades Médicas*, 11(3), 475-488.
- Moog, R. (2014). Process oriented guided inquiry learning. In M. McDaniel, R. Frey, S. Fitzpatrick y H.L. Roediger (Eds): Integrating cognitive science with innovative teaching in STEM disciplines [E-reader version]. doi:<https://doi.org/10.7936/K7PN93HC>
- OCDE y Banco Mundial (2009). La Educación Superior en Chile. Revisión de Políticas Nacionales de Educación. Recuperado en nov de 2018 de [http://www.opecd.cl/educsuperior/politica\\_educacion/la\\_es\\_en\\_chile\\_ocde.pdf](http://www.opecd.cl/educsuperior/politica_educacion/la_es_en_chile_ocde.pdf)
- Perdomo, W. (2016). Estudio de evidencias de aprendizaje significativo en un aula bajo el modelo Flipped Classroom. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (55), a325. doi:<https://doi.org/10.21556/edutec.2016.55.618>
- Pérez Villalobos, M., Valenzuela, M., Díaz, A., González-Pianda, J. y Núñez, J. (2011). First-year university students' disposition and approaches to learning. *Universitas Psychologica*, 10(2), 441-449.
- Piaget, J. (1965). *La construcción de lo real en el niño*. Buenos Aires, Argentina: Proteo.
- PNUD y Ministerio de Educación (2005). *Expansión de la educación superior en Chile*. Temas de Desarrollo Humano Sustentable N° 10, Santiago, Chile: PNUD
- Reid, S. A. (2016). A flipped classroom redesign in general chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 914-922. doi:<https://doi.org/10.1039/C6RP00129G>
- Santos, Y. y Hernández, P. (2005). La formación en Ciencias como herramienta de competitividad en el desarrollo tecnológico. *Revista Universidad de La Salle*, (39), 15-21.
- Sein-Echaluze, M. L., Fidalgo-Blanco, Á. y García-Peñalvo, F. J. (2017). Trabajo en equipo y Flip Teaching para mejorar el aprendizaje activo del alumnado. In M. L. Sein-Echaluze Lacleta, Á. Fidalgo-Blanco y F. J. García-Peñalvo (Eds.), *La innovación docente como misión del profesorado*. Actas del IV Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2017 (4-6 de Octubre de 2017, Zaragoza, España) (pp. 610-615). Zaragoza, España: Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza. doi:[https://doi.org/10.26754/CINAIC.2017.000001\\_129](https://doi.org/10.26754/CINAIC.2017.000001_129)
- Torres C. (2002). El Impacto de las Nuevas Tecnologías en la Educación Superior: un Enfoque Sociológico. *Boletín de la Red Estatal de Docencia Universitaria*, 2(3), 1-10.
- Vigotsky, L. S. (1979). *Zona de desarrollo próximo: una nueva aproximación. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona, España: Editorial Grijalbo.
- Weaver, G., y Sturtevant, H. (2015). Design, implementation, and evaluation of a flipped format general chemistry course. *Journal of Chemical Education*, 92(9), 1437-1448. doi:<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00316>