



## El modelo “clase invertida” en Química Analítica

Cecilia Viviana Balverdi<sup>1</sup>, María del Pilar Balverdi<sup>2</sup>, Patricia Fátima Marchisio<sup>3</sup> y Adriana María Sales<sup>4</sup>

### Resumen

En la actualidad se trata de trasladar el eje central del acto pedagógico del docente hacia el alumno, transformándolo así en responsable activo de la adquisición del conocimiento. Es por ello que se implementó el modelo de clase invertida en la enseñanza de un tema fundamental en el área de la química analítica instrumental con el fin de mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje del mismo. Se trabajó con un grupo de 15 alumnos de la Licenciatura en Química de la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. Se escogió el tema de espectrometría de absorción atómica para la aplicación del modelo aula invertida. La experiencia se evaluó mediante dos herramientas. La primera fue la elaboración de un informe final global del tema que los estudiantes presentaron en forma individual y en el que se abarcaron contenidos teóricos y prácticos. La otra fue la realización de una encuesta de opinión a los alumnos en la que se indagó sobre su percepción respecto a la metodología de trabajo y los resultados alcanzados por ellos. Desde el punto de vista de los docentes involucrados, la experiencia fue muy positiva en cuanto a la adquisición de los conocimientos y sobre todo en el desarrollo de la práctica.

### Palabras clave

Aprendizaje práctico, STEM, colorimetría, microcontrolador.

### *Flipped classroom model in Analytical Chemistry*

### Abstract

At present, the central axis of the pedagogical act is transferred from the teacher towards the student, thus transforming him into an active responsible for the acquisition of knowledge. That is why the flipped classroom model was implemented in the teaching of a fundamental theme in the area of instrumental analytical chemistry in order to improve the teaching-learning process. We worked with a group of 15 undergraduate students of the degree in chemistry from the National University of Tucumán, Argentina. The topic of atomic absorption spectrometry was chosen for the application of the flipped classroom model. The experience was evaluated using two tools. The first was the elaboration of a final global report on the subject that the students presented individually and in which theoretical and practical contents were covered. The other was the conduct of an opinion survey of the students in which they inquired about their perception regarding the work methodology and the results achieved by them. From the point of view of the teachers involved, the experience was very positive in terms of the acquisition of knowledge and especially in the development of the practice.

### Keywords

Hands-on learning, STEM, colorimetry, microcontroller.

<sup>1</sup> Auxiliar docente de la cátedra de química Analítica II de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán.

<sup>2</sup> Profesora adjunta de la cátedra de Química Analítica II de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán.

<sup>3</sup> Profesora asociada de la cátedra de Química Analítica II de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán.

<sup>4</sup> Profesora titular de la cátedra de Química Analítica II de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán.

## Introducción

La forma de comunicarse en la sociedad cambia constantemente de la mano de los nuevos desarrollos tecnológicos. La educación, obviamente, no está alejada de estos procesos de cambio. Surgen nuevos modelos pedagógicos que impulsan la necesidad de repensar la relación vinculante entre el contenido, el docente y el alumno (Sánchez Rodríguez *et al.*, 2017). Uno de los modelos que apuntan a repensar esta relación docente–alumno–conocimiento, es el de clase invertida (*Flipped Classroom*). En este modelo el docente pasa de ser el único depositario del conocimiento, a ser un tutor o guía en el aprendizaje. Toma el rol de mediador entre el alumno y el conocimiento, y brinda las herramientas necesarias para lograr que la clase se transforme en un espacio dinámico donde el alumno sea protagonista de su propio aprendizaje (Bergmann y Sams, 2014).

En términos generales el docente tiene más tiempo en el aula para trabajar de manera más personalizada con cada alumno, así mismo los alumnos tienen la oportunidad de resolver problemas con la guía del profesor y hacer preguntas de manera de crear un aprendizaje progresivo y colaborativo (Melo y Sánchez, 2017). La característica principal de una clase invertida es que todo material teórico (videos, simuladores, guías, protocolos y bibliografía de interés, etc.) está a disposición de los alumnos en una instancia previa a la clase. De esta forma con la lectura de todo el contenido, el alumno llega al espacio presencial con una base teórica sólida del tema. La clase se transforma en un espacio de intercambio en el cual los estudiantes analizan los conceptos abordados, mientras reciben la retroalimentación del docente en tiempo real. Así se alcanza un mayor dinamismo y se logra que los estudiantes aprendan a su propio ritmo (Perdomo Rodríguez, 2017).

Algunos estudiantes no siempre pueden seguir la velocidad de una conferencia y, por lo tanto, captar la totalidad de la misma. Esto sugiere que el aprendizaje es óptimo si los estudiantes pueden hacer una pausa o repetir lo que han estado escuchando o mirando. Un “aprendizaje activo o por descubrimiento” permite al alumno una mejor aprehensión del conocimiento (Thai *et al.*, 2017).

Este nuevo paradigma apunta a cambiar el papel del profesor, y convertirlo en una figura que dedica menos tiempo a explicar y más tiempo estimulando, aconsejando y apoyando a los estudiantes. De la implementación de este modelo se desprende una mejora en los resultados académicos y en la actitud de los alumnos (Flores *et al.*, 2016).

El alumnado suele mostrar al comienzo una reticencia optando por preferir el método tradicional, negándose así a abandonar su zona de confort. Además, la aplicación de la clase invertida supone un gran esfuerzo por parte del docente pues deberá modificar su programación (Aguilera Ruiz *et al.*, 2017). La nueva tendencia busca trasladar el eje central del acto pedagógico del docente hacia el alumno, transformándolo en responsable activo de la adquisición de conocimiento. Con esa consigna se trata de generar espacios de aprendizaje donde tanto docentes como alumnos trabajen juntos para lograr un aprendizaje significativo (Martín y Tourón, 2017). Los continuos avances en el campo de la tecnología y las comunicaciones como *tablets*, *smartphones* o espacios de intercambio digital, como aulas virtuales, aplicaciones para trabajos colaborativo como *wiki* o *google drive* y redes sociales, fortalecen la implementación de este tipo de modelos que encuentran en estas herramientas una forma de amplificar el aula (Sales *et al.* 2013).

Las ventajas de la clase invertida son la gran versatilidad y adaptabilidad de los recursos que se pueden emplear, así como la posibilidad de permitir que los alumnos se

enfrenten al proceso de aprendizaje a su ritmo, repitiendo los recursos disponibles cuando lo necesiten y pasando a un tema nuevo cuando hayan asimilado el anterior.

El modelo de aula invertida se presenta como una propuesta pedagógica flexible donde los profesores pueden modificar las características del proceso según su grupo clase y las diferentes necesidades de sus alumnos, además de los recursos disponibles y el entorno en que se encuentran.

Considerando el carácter innovador y el impacto de la clase invertida en la enseñanza de distintas disciplinas, se implementa esta metodología en química analítica con el tema espectrometría de absorción atómica. En el presente trabajo se busca mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de contenidos conceptuales y procedimentales mediante la implementación del modelo de aula invertida.

## **Materiales y métodos**

Se implementó el modelo de clase invertida en el cursado de una asignatura del nivel superior de la carrera de Licenciatura en Química en el contexto de una universidad pública de Argentina. Se trabajó durante los años 2015 al 2019, con un grupo de alumnos de número reducido, con un promedio de 12 alumnos por año, situación ideal para llevar a cabo esta experiencia de forma más personalizada. El tema seleccionado fue espectrometría de absorción atómica, específicamente la determinación de elementos trazas presentes en infusiones de hierbas medicinales. La selección del contenido de trabajo se hizo en función de la disponibilidad de equipamiento e infraestructura para el desarrollo de la experiencia. El desarrollo del tema se organizó en cuatro instancias: un primer taller de carácter teórico-práctico, un práctico de laboratorio, un encuentro de orientación para la elaboración de un informe del laboratorio y una exposición oral final.

El taller inicial tuvo como finalidad abordar y revisar, con la guía del docente, conceptos teóricos y prácticos del tema mediante la articulación con contenidos adquiridos previamente. En el aula virtual de la materia los alumnos contaron con anticipación (una semana) con el material bibliográfico necesario que consistió en una selección de contenidos teóricos de la técnica de espectrometría de absorción atómica, artículos de revistas relacionados y una guía orientadora de los ítems centrales a tratar en el taller (figura 1). También se incluyeron enlaces a diferentes páginas de organismos oficiales donde los alumnos encontraron normativas sobre niveles máximos permitidos de los analitos a determinar. El encuentro finalizó con la elaboración conjunta docente-alumno de un protocolo de trabajo para el desarrollo del laboratorio.

En la segunda instancia, se realizó la práctica de laboratorio en la cual se concretó lo planificado en el taller, priorizando el aprendizaje por experiencia en la construcción del conocimiento. Se logró que los estudiantes trabajaran en forma autónoma, ordenada y limpia, cumpliendo con las normas de seguridad y afianzando las habilidades manuales, todo esto en relación a la obtención de buenos resultados en el análisis químico. Los alumnos realizaron, siguiendo el protocolo de trabajo, la preparación de reactivos y de la muestra a analizar, el acondicionamiento del material de vidrio, la calibración del equipo a usar y las mediciones correspondientes. Es aquí donde pusieron en juego los conocimientos procedimentales adquiridos en su trayectoria educativa en especial durante el cursado de las materias afines. El docente acompañó a los alumnos durante el desarrollo de la actividad, interviniendo para enseñar el uso del equipo, aclarar dudas y corregir errores referentes a las destrezas en el

manejo del material. Los alumnos realizaron un registro de la actividad y de los resultados obtenidos, tomaron fotografías de los diferentes pasos de la parte experimental y del equipamiento con el fin de incluirlas en el informe final. Se promovió en el alumno un razonamiento crítico para el trabajo de laboratorio y el tratamiento de los datos.

#### Taller : Determinación de Fe y de Cu en hierbas medicinales por AAS

##### Guía de lectura del material bibliográfico:

Leer la información de consulta proporcionada por la cátedra en el aula virtual y realizar las siguientes actividades:

- 1) Fundamento del método (breve). Esquema de un equipo de AA (reconocer sus partes). [Apunte AA – Qca. Analítica II.](#)
- 2) Hierro: generalidades y efectos en la salud (resumen concreto). [Link correspondientes.](#)
- 3) Cobre: generalidades y efectos en la salud (resumen concreto). [Link correspondientes.](#) Exposición diaria. [Trabajo de Taza de transición \(página 27\).](#)
- 3) Tipo de muestras. Descripción. Usos. Límites permitidos de Fe y de Cu en hierbas medicinales: [Código Alimentario Argentino \(Art.1192, 1192 bis y 1192 tris\)](#). Drogas vegetales, romero, ajeno y manzanilla: excluidas o no excluidas [ANMAT \(marco legal\)](#).
- 4) Contenido de metales en hierbas medicinales. Promedios. [Trabajo respectivo, tabla 5.](#)
- 5) Taza de transición, qué es?, fórmula para el cálculo. [Trabajo de Taza de transición \(página 24\).](#)
- 6) Tratamiento de las muestras. Esquema sencillo. Materiales y reactivos. Resumen: [Trabajo de café verde.](#)
- 7) Determinación de hierro y de cobre en las muestras: Método de trabajo. Patrón utilizado: Patrón intermedio. Patrón interno. \*
- 8) Conclusión. Relacionar con el punto 3. \*

\* Los puntos 7 y 8 no deben desarrollarlos, se trabajarán en el taller.

Figura 1 Guía de lectura para el taller inicial.

La tercera instancia fue la confección de un informe del laboratorio realizado. Los alumnos lo elaboraron a partir de la información previa y de los datos obtenidos experimentalmente haciendo uso de Excel para su tratamiento. En un encuentro presencial el docente los orientó en su elaboración siguiendo un formato similar a un artículo de revista que consta de una introducción, una parte experimental, resultados y discusión, conclusiones y referencias bibliográficas. Esta experiencia resultó ser enriquecedora para los estudiantes en vista de la elaboración futura de la tesina de grado o de trabajos de investigación científica. Se estableció un tiempo para la elaboración y presentación final del mismo. El informe se presentó de forma digital, por correo electrónico, sobre el cual el docente realizó las correcciones pertinentes, lo calificó y realizó la devolución del mismo también de forma digital para, de esta manera, completar el proceso de aprendizaje. Durante la confección de dicho informe los alumnos mantuvieron una comunicación activa con los docentes, recibiendo la retroalimentación correspondiente mediante diferentes herramientas como *Google Drive*, cuenta de correo y clases presenciales de consulta.

La cuarta y última instancia fue la exposición oral. En la misma los alumnos realizaron una presentación confeccionada a partir de los datos del informe, con un tiempo establecido entre 20 y 30 minutos, y utilizaron programas de computación como *Power Point* o *Prezi*. Mediante esta instancia demostraron la asimilación del tema trabajado.

Para la evaluación de la exposición se utilizó una matriz de evaluación o rúbrica confeccionada por los docentes, que se muestra en la tabla 1. En la misma se indicaron los puntos a tener en cuenta al momento de evaluar, y los criterios y niveles de calidad que cada alumno alcanzó en la exposición a fin de poder calificar su desempeño y la adquisición de las competencias.

Tabla 1. Rubrica para evaluar la exposición oral final

	Malo (1 – 3)	Regular (4 – 5)	Bueno (6 – 8)	Excelente (9 – 10)
Manejo de los contenidos teóricos	No comprende los contenidos trabajados. No realiza una adecuada transferencia de los mismos.	Poca Comprensión de los contenidos, realizando una adecuada transferencia de los mismos, con algunos errores conceptuales.	Comprende los contenidos y realiza una adecuada transferencia de éstos con mínimos errores de forma.	Comprende perfectamente los contenidos trabajados. Presenta dominio del tema relacionando los mismos con temas ya estudiados.
Desarrollo de la parte experimental	No comprende ni presenta el procedimiento del laboratorio.	Comprende el procedimiento del laboratorio pero no lo presenta en la exposición.	Comprende el procedimiento del laboratorio y lo presenta en la exposición.	Comprende el procedimiento del laboratorio y lo presenta de forma detallada y clara en la exposición.
Resultados	No llega a exponer de forma adecuada los resultados	Expone de forma regular los resultados	Expone de forma correcta los resultados del trabajo.	Expone de forma excelente los resultados del trabajo, demuestra dominio de los contenidos trabajados.
Elaboración de las Conclusiones	No llega a exponer de forma adecuada las conclusiones	Expone de forma regular las conclusiones	Expone de forma correcta las conclusiones del trabajo.	Expone de forma clara y correcta las conclusiones del trabajo, demuestra dominio de los contenidos trabajados.
Exposición oral	Sin orden ni claridad. Presenta errores conceptuales graves.	Presenta poco orden y claridad. Con algunos errores conceptuales.	Clara y ordenada. Con mínimos errores.	Muy clara y ordenada. Sin errores y con solvencia en el tema.
Diseño de la presentación	No presenta un buen diseño. Se torna complicado su seguimiento.	Diseño con poco orden y claridad.	Diseño ordenado y convencional. Con algunos errores en la selección del tamaño de fuente y/o colores.	Diseño ordenado, claro. Uso de tamaño de fuente y colores adecuados.
Tiempo de exposición	No cumple con el tiempo establecido para la exposición.	Cumple con el tiempo de exposición de forma muy ajustada.	Cumple con el tiempo de exposición de forma adecuada con algunas distracciones durante la misma.	Realiza un excelente manejo del tiempo de exposición, relacionando el tema expuesto con contenidos previos necesarios.

Para evaluar la aplicación del aula invertida en espectrometría de absorción atómica se realizó una encuesta de opinión a los alumnos al concluir el cursado de la asignatura la que se muestra en las figuras 2 y 3. El objetivo de la encuesta fue analizar la percepción

de los alumnos sobre la metodología implementada y su impacto en lo aprendido y en su desenvolvimiento. Dicha encuesta se implementó durante los años 2015 al 2019 sobre un total de 61 alumnos, con un promedio de 12 alumnos por año.

La encuesta a alumnos se estructuró en dos partes:

En la primera parte se evaluó sobre el material bibliográfico, acompañamiento docente, claridad de consignas, tiempos establecidos, etc.; teniendo en cuenta todas las instancias de la clase invertida. Se utilizó una escala Likert del 1 al 5, donde 1 corresponde a “muy malo” y 5 a “excelente”.

En la otra parte se realizaron preguntas sobre la apreciación y el desenvolvimiento del alumno respecto a esta metodología durante el cursado, con un espacio de sugerencias para la mejora continua del modelo aula invertida y del tema desarrollado.

**Química Analítica**

**Encuesta de opinión**

Califique los siguientes ítems en relación a su experiencia durante el desarrollo del tema espectrometría de absorción atómica.

Escala de calificación

*muy malo, malo, bueno, muy bueno, excelente.*

(1) (2) (3) (4) (5)

En relación al material bibliográfico disponible en el aula virtual:

Adecuación del mismo en relación a cada instancia de trabajo	
Facilidad en la lectura y comprensión	
Cantidad	
Anticipación con que se proporciona el material para su lectura	

¿Qué sugerencia nos harías para mejorar?

En relación al taller inicial del tema:

Acompañamiento docente	
Claridad en las consignas de trabajo	
Desarrollo del taller	
Tiempo destinado al desarrollo del taller	

¿Qué sugerencia nos harías para mejorar?

En relación al laboratorio:

Acompañamiento docente	
Claridad en las consignas de trabajo	
Facilidad en el desarrollo del práctico	
Relación entre el taller y el laboratorio	
Desempeño personal durante la práctica	
Tiempo destinado al laboratorio	

¿Qué sugerencia nos harías para mejorar?

En relación al informe

Acompañamiento docente	
Claridad en las consignas de elaboración	
Utilidad de las herramientas digitales (aula virtual, e-mail, etc.)	
Facilidad en la confección	
Devolución realizada por el docente a cargo	
Tiempo destinado a su desarrollo	

¿Qué sugerencia nos harías para mejorar?

En relación a la exposición oral

Acompañamiento docente	
Claridad en las consignas	
Facilidad al exponer	
Devolución de los docentes	
Tiempo destinado a su desarrollo	

¿Qué sugerencia nos harías para mejorar?

Figura. 2 Encuesta realizada a los alumnos (primera parte). Utiliza una escala Likert para indagar sobre los puntos sobresalientes de la modalidad implementada.

Escriba un breve comentario sobre su experiencia respecto a:

- la modalidad de trabajo utilizada y los resultados finales obtenidos.
  
- Carga horaria semanal
  
- ¿Cuánto tiempo dedicó a la lectura comprensiva del material disponible en el aula virtual?

Señale lo que corresponda:

- La incorporación de un taller previo al laboratorio le dio mayor seguridad en la práctica      **Sí – No**
- ¿Considera que la lectura del material bibliográfico, previa al taller, aporta un mayor dinamismo y mejora los resultados?      **Sí – No**

Figura. 3 Encuesta realizada a los alumnos (segunda parte). Reúne información sobre la apreciación que los alumnos tuvieron durante el desarrollo de las actividades del modelo aula invertida.

## Resultados

Para el análisis de los resultados de la encuesta sobre la implementación del modelo aula invertida en espectrometría de absorción atómica se plantearon diferentes ejes: calidad y cantidad de material bibliográfico disponible en el aula virtual, actividades realizadas en el taller inicial, desarrollo del práctico de laboratorio, elaboración del informe final del tema y exposición oral. Para visualizar los resultados de las encuestas a los alumnos, se realizaron diagramas de barras utilizando el programa Excel 2010.

Finalmente, se evaluó la percepción de los alumnos sobre la modalidad de clase invertida plasmada a través de comentarios sobre su experiencia en el desarrollo de la misma.

Una de las mayores complicaciones en la aplicación de este modelo de aprendizaje es que pone mucho énfasis en la actividad de lectura comprensiva del material y en la capacidad de selección de la información por parte de los alumnos, previa a la clase presencial (Thai *et al.*, 2017). En base a esto se indagó sobre el material bibliográfico proporcionado por los docentes y la adecuación del mismo a cada instancia de trabajo, facilidad en la comprensión, cantidad y anticipación con que se sube al aula virtual el material.

En la figura 4 se muestran los resultados de la encuesta de los aspectos mencionados.

El 73% de los alumnos consideraron que la bibliografía entregada fue adecuada para el tema a tratar. En cuanto a la cantidad, el 60% consideró que la misma fue suficiente. Solo el 25% de los alumnos encuestados manifestaron que debería estar disponible en el aula virtual con mayor anticipación.

En cuanto al tiempo requerido para la lectura y comprensión del material bibliográfico, según lo expresado por los alumnos en la segunda parte de la encuesta, solo el 15% consideró que dos horas fueron suficientes para ésta revisión, mientras que el 85% restante estimaron en dos días el tiempo necesario.

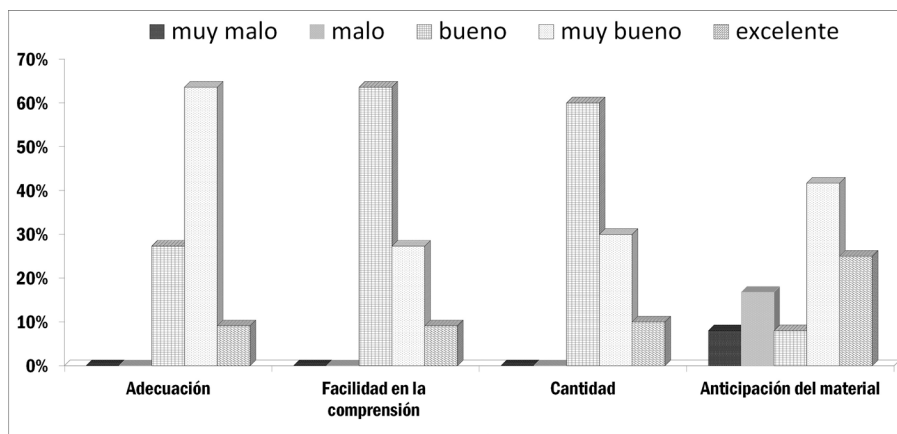


Figura 4- Representación de datos obtenidos de las encuestas respecto a material bibliográfico.

En cuanto a la facilidad en la lectura y en la comprensión del material, el 91% de los alumnos lo calificaron como buena o muy buena, encontrando mayor dificultad de análisis en los textos en inglés debido a la necesidad de realizar una traducción previa.

Consideramos que, como no todos los alumnos cuentan con las herramientas cognitivas y metodológicas necesarias para analizar y seleccionar la información de interés de un conjunto de contenidos, es necesario que el docente guíe la lectura a través de cuestionarios o preguntas pautadas a fin de maximizar los resultados obtenidos y lograr un mayor aprovechamiento del poco tiempo que los alumnos invierten en la lectura (García Hernández y De la Cruz Blanco, 2014). Esto se vio reflejado en las opiniones personales de los alumnos sobre la modalidad de trabajo utilizada, ya que todos coincidieron en que la incorporación de un cuestionario para completar, antes de la instancia presencial (figura 1), fue fundamental para guiar la lectura comprensiva y centrar la atención en los temas más relevantes y mejorar la ubicación en el tema por desarrollar.

Del análisis de la segunda parte de la encuesta se observó que la totalidad de los alumnos consideraron que la lectura del material bibliográfico previa al taller aportó un mayor dinamismo mejorando los resultados del mismo.

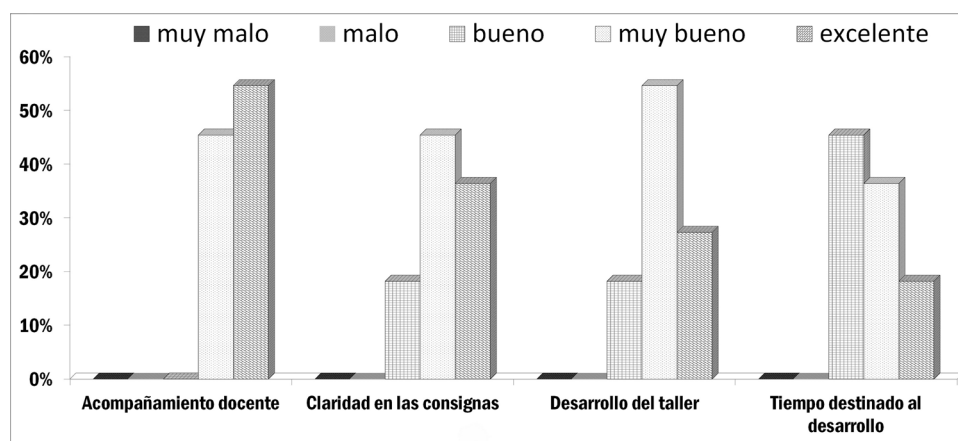


Figura 5- Representación de datos obtenidos de las encuestas respecto al taller.



En la figura 5 se muestran los resultados de las opiniones del taller inicial con respecto al acompañamiento docente, claridad en las consignas de trabajo, actividades desarrolladas y tiempo destinado al mismo.

Se observa que el 99% de los alumnos valoraron el rol del docente en esta instancia como muy bueno a excelente. El 82% de los alumnos calificó de muy buenas y excelentes las consignas trabajadas respecto a su claridad, el mismo porcentaje calificó como muy bueno y excelente el desarrollo del taller, solo el 45% del alumnado consideró como bueno el tiempo destinado al desarrollo del mismo, expresando que se requeriría un tiempo mayor.

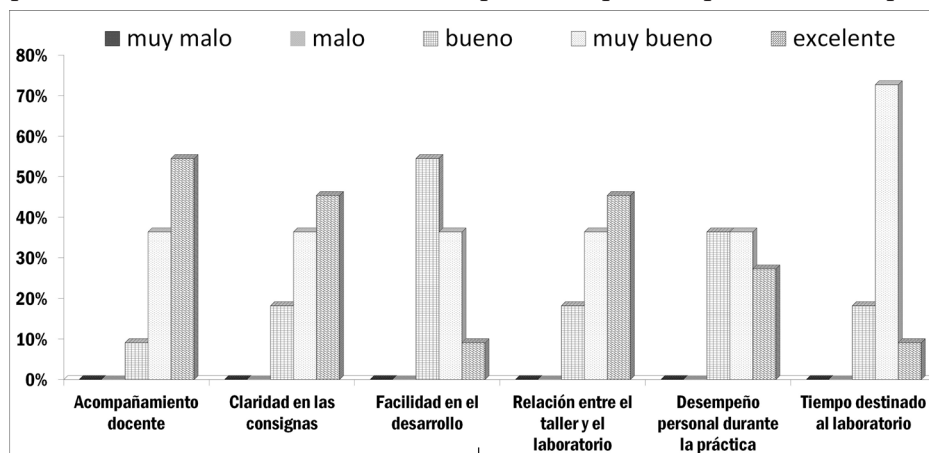


Figura 6- Representación de datos obtenidos de las encuestas respecto al laboratorio.

Con respecto al desempeño personal del alumno en el laboratorio, como se observa en la figura 6, el 74% se calificó entre bueno y muy bueno, debido a que manifestaron tener una cierta dificultad por ser la primera vez que trabajaron en forma independiente dentro del laboratorio, mientras que el 26% lo consideró excelente. Entre un 37% y un 45% de las respuestas, con respecto a la relación entre el taller y el laboratorio, corresponden a muy buena y excelente. Además se destaca que el 75% de los alumnos consideraron que el tiempo destinado al laboratorio es muy bueno.

Se desprende del análisis de la segunda parte de la encuesta, que para los alumnos resultó enriquecedora la discusión e interpretación de los resultados obtenidos en la práctica, así como también el análisis de los errores producidos y las posibles causas de éstos. El 99% de los alumnos expresó que la incorporación de un taller previo al laboratorio le dio mayor seguridad en la práctica.

Por lo antes mencionado consideramos que los mayores beneficios de la implementación del aula invertida se consiguen en la instancia práctica, ya que el alumno se encuentra mejor preparado para trabajar de forma autónoma pudiendo resolver los problemas que se presentan en el desarrollo de un laboratorio y demostrando mayor seguridad en el trabajo.

En la figura 7, referida a la elaboración del informe, solo el 18% de los alumnos presentó dificultad para la confección del mismo siguiendo una estructura similar a un trabajo científico, el 82% restante calificó de muy bueno a excelente la facilidad en su confección. El 84% opinó que el tiempo destinado (una semana) a su desarrollo resultó entre bueno y muy bueno. En general esta primera herramienta de evaluación tuvo buena aceptación ya que, con el apoyo del docente, se transformó en una experiencia positiva, este aspecto queda resaltado en la figura 7 en donde el 82% de los alumnos opinó que la

devolución realizada por el docente fue muy buena y excelente. El 92% de los alumnos consideró como muy buena y excelente la utilidad de herramientas digitales para el desarrollo de esta instancia y resaltaron los beneficios de algunas, como correo electrónico y *Google drive*, como canales de comunicación, favoreciendo la retroalimentación permanente entre docente y alumnos.

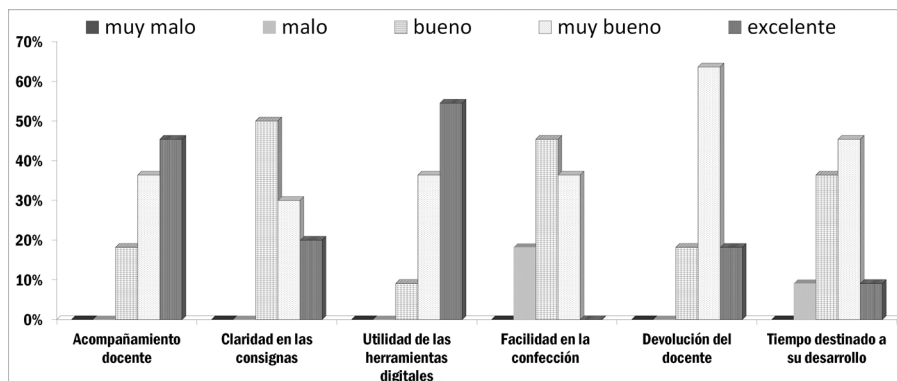


Figura 7- Representación de datos obtenidos de las encuestas respecto al informe.

Los alumnos consideraron que esta modalidad de trabajo les permitió entrar en contacto por primera vez con textos científicos y les brindó pautas metodológicas que consideraban posibles de ser aplicadas a futuros trabajos relacionados.

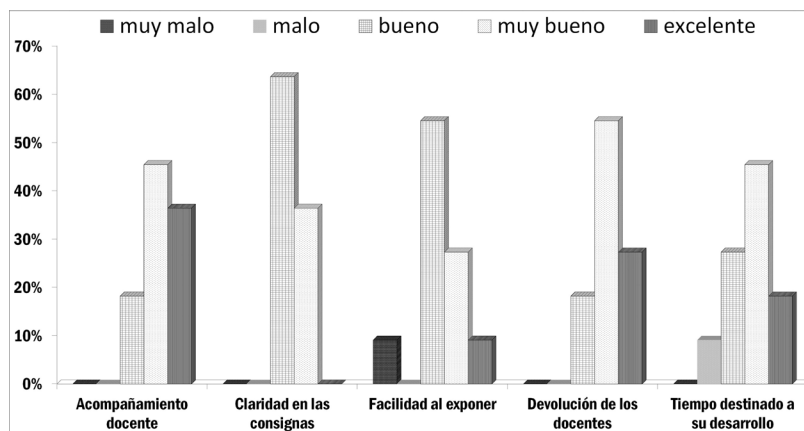


Figura 8- Representación de datos obtenidos de las encuestas respecto a la exposición oral final.

La confección de una presentación digital como modalidad de evaluación final les resultó novedosa a los estudiantes y generó excelentes resultados. Este tipo de herramientas digitales implica un mayor trabajo cognitivo y apropiación de los conocimientos apprehendidos para poder realizar una síntesis adecuada del trabajo realizado. Del análisis de la figura 8 es importante destacar que solo el 9% de los alumnos tuvieron dificultad en la etapa de exposición, mientras que el 91% restante no presentó esta dificultad. También un 91% consideró que el tiempo destinado al desarrollo de la presentación fue de bueno a excelente. El 65% de los estudiantes calificaron como buena la claridad en las consignas trabajadas para la elaboración de la presentación digital.

Con respecto a la modalidad de trabajo implementada, el 91% de los alumnos la consideró adecuada y positiva, recalcando la importancia de los talleres previos a los laboratorios para lograr una mejor integración y comprensión de los contenidos. Esto se

vio reflejado en un trabajo más ordenado, independiente y seguro por parte de los alumnos durante la práctica. Experiencias similares en otras universidades coinciden con nuestros resultados, resaltando la importancia de la clase invertida en prácticos de laboratorios o instancias prácticas (Melo y Sánchez, 2017).

Se destaca la importancia de una permanente retroalimentación, principalmente en la instancia del taller de confección del informe y en la orientación en la preparación de la exposición final. Esto es una clara evidencia del cambio del rol del profesor que se transforma en coordinador y guía del aprendizaje, alejándose de la concepción tradicional donde aparece distanciado y como única fuente de conocimiento generando una clase unidireccional sin la participación activa de los alumnos (Tourón y Santiago, 2015).

Se destaca que el acompañamiento docente a lo largo de las actividades, en todos los espacios didácticos (talleres, práctica de laboratorio y evaluación final) fue valorado como muy bueno a excelente en especial durante los talleres donde existió una mayor interacción docente-alumno.

Por último, algunos alumnos sugirieron que la instancia de preparación del informe tuviera más actividades *on line* o no presenciales para que posteriormente, el encuentro presencial en el taller correspondiente resulte más provechoso.

En general los resultados obtenidos con la implementación de este modelo, superaron las expectativas planteadas por los docentes.

## Conclusiones

La implementación de la modalidad clase invertida, sobre un promedio de alumnos anual de 12, resultó de gran utilidad para desarrollar el contenido seleccionado, transformándose en una herramienta válida para el desarrollo de materias con contenido práctico en las que la interacción entre docente-alumno-conocimiento requiere un proceso de *feedback* permanente e inmediato. Esta retroalimentación resultaría muy complicada de conseguir, al trabajar con grupos más numerosos de alumnos, que es lo usual en el método tradicional donde prima la clase magistral.

Las actividades desarrolladas fueron pensadas y trabajadas de forma tal, de maximizar el aprendizaje por descubrimiento, logrando transformar a los alumnos en partícipes activos del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los resultados obtenidos en el proceso de enseñanza-aprendizaje fueron muy satisfactorios, lo que se vio reflejado en el desarrollo de un trabajo independiente y seguro en el laboratorio en base a una mayor apropiación de los conocimientos trabajados por los alumnos. Debido a que este modelo permitió maximizar el tiempo de trabajo del docente con los alumnos en los espacios presenciales, se observaron mejores resultados en la confección del informe final de la práctica de laboratorio y en la exposición oral final, mejorando la calidad del trabajo realizado, en contraste a lo observado cuando se usaba el método tradicional de enseñanza.

Dado que esta experiencia resultó muy positiva en este trabajo aplicada a alumnos de grado, también se comenzó a implementar el modelo de clase invertida en un curso posgrado correspondiente al doctorado de ciencias químicas de la misma unidad académica, donde también se trabaja con un número reducido de alumnos.

Si bien es cierto que en un número reducido de alumnos se puede aplicar un modelo de enseñanza tradicional, nos resultó novedosa y gratificante la implementación de esta

metodología de *flipped classroom*, no solo para los docentes sino también para los alumnos que se transformaron en participantes activos de su propio aprendizaje.

## Referencias

- Aguilera Ruiz, C. Manzano León, A. Martínez Moreno, I. Lozano Segura, M. y Casiano Yanicelli, C. (2017). El modelo flipped classroom. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 4 (1), 261-266. DOI: [10.17060/ijodaep.2017.n1.v4.1055](https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n1.v4.1055).
- Bergmann, J. y Sams, A. (2014). *Dale la vuelta a tu clase*. Madrid, España: Fundación Santa María SM. ISBN: 978-84-675-6118-0.
- Flores, O. del Arco, I. and Silva, P. (2016). The flipped classroom model at the university: analysis based on professors' and students' assessment in the educational field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 13 (1), 1-12. DOI [10.1186/s41239-016-0022-1](https://doi.org/10.1186/s41239-016-0022-1).
- García Hernández, I. y de la Cruz Blanco, G. (2014). Las guías didácticas: recursos necesarios para el aprendizaje autónomo. *Edumecentro*, 6 (3), 162-175. ISSN 2077-2874. Consultada en julio 06, 2019, en la URL [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-28742014000300012&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742014000300012&lng=es&nrm=iso).
- Martín R., D. y Tourón, J. (2017). El enfoque flipped learning en estudios de magisterio: percepción de los alumnos. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20 (2), 187-211. DOI: [10.5944/ried.20.2.17704](https://doi.org/10.5944/ried.20.2.17704).
- Melo, L. y Sánchez, R. (2017). Análisis de las percepciones de los alumnos sobre la metodología flipped classroom para la enseñanza de técnicas avanzadas en laboratorios de análisis de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes. *Educación en química*, (28), 30-37. DOI: [10.1016/j.eq.2016.09.010](https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.09.010).
- Perdomo Rodríguez, W. (2017). Ideas y reflexiones para comprender la metodología Flipped Classroom. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (50), 143-161. Consultada en julio 06, 2019, en la URL <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/817/1335>.
- Sales, L. Sales, A. Marchisio, P. Gómez, S. Balverdi, P. y Balverdi, C. (2013). Implementación de un Aula Virtual en la asignatura Química Analítica II de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia. *UNT Virtual Ediciones*, (1), 222-231.
- Sánchez Rodríguez, J. Ruiz Palmero, J. y Sánchez Vega, E. (2017). Flipped classroom. Claves para su puesta en práctica. *Revista de educación mediática y TIC. edmetec*, 6 (2), 336-358. ISSN: 2254-0059 DOI: [10.21071/edmetec.v6i2.5832](https://doi.org/10.21071/edmetec.v6i2.5832).
- Thuy Thi Thai, N. de Wever, B. and Valcke, M. (2017). The impact of a flipped classroom design on learning performance in higher education: looking for the best “blend” of lectures and guiding questions with feedback. *Computers & Education*, (107), 113-126. DOI: [10.1016/j.compedu.2017.01.003](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.01.003).
- Tourón, J. y Santiago, R. (2015). El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela. *Revista de Educación*, (368), 196-231.

Recepción: 29/07/2019. Aceptación: 12/05/2020.