



## Los retos de la enseñanza de Química en la pandemia de COVID-19: la metodología flipped classroom adaptada para el modo virtual en Brasil

*The challenges of teaching Chemistry in the COVID-19 pandemic: the flipped classroom methodology adapted for virtual mode in Brazil*

Augusto Gonzaga Oliveira de Freitas,<sup>1</sup> Valesca Brasil Irala<sup>1</sup> y Daniela Maciel Bordin<sup>1</sup>

Recepción: 03-02-2021

Aceptación: 26-03-2021

### Resumen

La llegada de la pandemia COVID-19 impuso una serie de restricciones a escala global. Una nueva dinámica social se tuvo que adoptar en todo el mundo, en un intento por contener sus efectos. Las actividades docentes, como no podía ser de otra manera, también tuvieron que adaptarse a la realidad totalmente virtual, como consecuencia de la necesidad de distanciamiento social. Uno de los principales desafíos fue implementar la enseñanza virtual de manera que llegara a toda la comunidad académica. Desde entonces, se han adoptado diferentes metodologías para satisfacer las demandas de los más variados contextos. En este texto reportamos el uso de la metodología *flipped classroom* (que se traduce como clase invertida) en dos asignaturas de Química General, adaptadas a la modalidad virtual, en el contexto de una universidad federal brasileña. Se evaluó la percepción de los estudiantes sobre la metodología y el trabajo de tutoría desarrollado en uno de los grupos. Los resultados muestran que el aula invertida se puede adaptar a la realidad totalmente virtual, siendo favorecida de diversas formas por el trabajo de tutoría.

### Palabras clave

Clase invertida, pandemia, metodología activa, enseñanza virtual.

### Abstract

The arrival of the COVID-19 pandemic imposed a series of restrictions on a global scale. A new social dynamic had to be adopted around the world, in an attempt to contain its effects. Teaching activities, as it could not be otherwise, also had to be adapted to totally virtual reality, as a result of the need for social distance. One of the main challenges was to implement virtual teaching in a way that reached the entire academic community. Since then, different methodologies have been adopted to meet the demands of the most varied contexts. In this manuscript we report the use of the flipped classroom methodology in two General Chemistry classes, adapted to the virtual modality, in the context of a Brazilian federal university. The students' perception of the methodology and the tutorial work developed in one of the classes was evaluated. The results show that the flipped classroom can be adapted to fully virtual reality, being favored in various ways by tutoring work.

### Keywords

flipped classroom, pandemic, active methodology, virtual teaching.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pampa - Unipampa, Rio Grande do Sul, Brasil.

## Introducción

La literatura educativa venía mencionando desde hace unos años el término innovación disruptiva (Staker & Horn, 2012) para pensar en la superación del modelo industrial dominante en las aulas convencionales, ampliamente criticado por la saturación de un patrón curricular rígido, el dominio de las clases magistrales, las organizaciones espaciales y temporales limitadas y un alto grado de ineficacia para generar aprendizajes duraderos para las generaciones actuales (Camargo & Daros, 2018). Con la pandemia de COVID-19, el término se ha vuelto imperativo (Pardo & Cobo, 2020), a pesar de un conjunto de posibles resistencias por parte de distintos actores sociales.

En otras palabras, la docencia, en general, en los diversos niveles educativos, ya enfrentaba una profunda crisis en los modelos didácticos dominantes. La crisis educativa preexistente fue abruptamente desafiada por la crisis sanitaria y puso en evidencia un conjunto de asimetrías que ya estaban en escena, en relación con la distribución y el acceso a Internet a escala global, la experiencia de diferentes instituciones y del profesorado en lo que se refiere al diseño de modelos educativos con el uso de tecnologías digitales móviles a favor del aprendizaje de los estudiantes en primer lugar, así como en la superación del espacio-tiempo físico del aula como único *locus* posible de promoción de condiciones para dicho aprendizaje (Bacich & Moran, 2018).

Si es innegable que el año de 2020 se conformó como de inevitable disrupción educativa (Fernando M. Reimers & Schleicher, 2020; Pardo & Cobo, 2020), también es cierto que las diferentes instituciones y sus distintos actores han tenido las más variables experiencias frente al nuevo escenario, ya que tanto la infraestructura, la aceptación y la relación con la tecnología no seguían los mismos patrones en los distintos países y en cada institución. Un ejemplo de ello, en el contexto brasileño, es que cuando el Ministerio de Educación de Brasil, el 17 de marzo de 2020, emitió un comunicado para las instituciones que integran el sistema educativo federal, en que se autorizaba a “la sustitución de clases presenciales por clases en medios digitales mientras dure la situación de la pandemia del Nuevo Coronavirus, COVID-19)” (Ministério da Educação, 2020), las respuestas no se generaron de forma inmediata.

Los días siguientes, en cambio, un número importante de instituciones públicas de educación superior tomaron la decisión, dada su autonomía garantizada por ley, de suspender por completo el calendario académico (Arruda, 2020), como fue el caso de la institución en que esta investigación se desarrolló, que está ubicada en el sur de Brasil, en una región de gran vulnerabilidad socioeconómica. Pocas instituciones públicas federales han introducido de manera inmediata la impartición de cursos de pregrado y posgrado, alienadas al modelo de Enseñanza Remota de Emergencia (Affouneh *et al.*, 2020), término más aceptado cuando surgió la pandemia (y en otros contextos excepcionales, como guerras o desastres naturales) y no, erróneamente, como sinónimo de Educación a Distancia.

Como el escenario pandémico no se resolvería a corto plazo, las instituciones educativas comenzaron a discutir y a plantear estrategias para afrontar la situación y llevar a cabo sus actividades docentes, dentro de lo que permitían los protocolos de salud. Tras varios meses de incertidumbre e indefinición sobre el retorno a las clases presenciales, el calendario académico en la universidad estudiada, para las carreras de grado, terminó por

establecerse a través de la Enseñanza Remota (ya no “De Emergencia”), con fecha de inicio en septiembre de 2020. En esa coyuntura institucional, se han demandado repensar modelos metodológicos establecidos y, entre las opciones posibles, el modelo *flipped classroom* (que se puede traducir como enseñanza invertida o el aula invertida) se mostraba productivo para la experiencia de enseñanza remota, ya que permite una revisión de la lógica que forma parte de la cultura dominante del salón de clases tradicional, tanto en términos de los roles docentes y discentes como de los tiempos y lugares en que ocurren los aprendizajes (Bergmann & Sams, 2012). En dicho modelo, el énfasis recae sobre la optimización de los tiempos pedagógicos, de forma que la entrega de contenidos (textos, vídeos, otros recursos multimedia, etc.) y su acceso por parte de los estudiantes ocurre con antelación a la clase, lo que trae como consecuencia que el momento de clase no sea de exposición docente, sino de colaboración, aclaración y más interacción si lo comparamos con el modelo tradicional. En el contexto de la pandemia, el *flipped classroom* ha sido mencionado y ha sido evaluado como una alternativa positiva para los aprendizajes en distintos contextos (Cuevas Monzonís *et al.*, 2020; Yen, 2020).

Aún antes de la pandemia, ya se conocían experiencias con el modelo *flipped classroom* en asignaturas de Química, en cursos de pregrado y posgrado (Flynn, 2015; Eichler & Peeples, 2016; de Freitas *et al.*, 2021). Balverdi *et al.* (2020) reportan el uso del *flipped classroom* en Química Analítica. Su trabajo se desarrolló con un grupo de 15 alumnos de la Licenciatura en Química de la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, en el tema de espectrometría de absorción atómica. En la evaluación de los docentes involucrados, la experiencia fue muy positiva para la adquisición de los conocimientos y sobre todo en el desarrollo de la práctica.

Un trabajo consistente realizado a lo largo de 2 años reporta la aplicación del *flipped classroom* en clases de Química Orgánica (Christiansen, 2014). El autor señala que, si bien observó que la enseñanza invertida requiere un tiempo de aclamación, al final, la evaluación de los estudiantes reflejó una percepción muy positiva de la técnica. Otro trabajo similar, también en la materia de Química Orgánica, fue reportado por Fautch (2015). El estudio se realizó en una asignatura de Química Orgánica I. El contenido del curso se trasladó a actividades hechas en casa, a través de videos educativos y un pequeño cuestionario en línea. En el aula, se abordaron las concepciones equivocadas de los estudiantes, los conceptos de las lecciones en video aplicadas a los problemas y desafíos que llevaban a los estudiantes a pensar más allá de los ejemplos presentados. Los estudiantes informaron sentirse más cómodos con el contenido de la Química Orgánica y se volvieron notablemente más involucrados con el tema.

Lee (2020) reporta la experiencia de enseñar Química en línea, en una universidad nacional de Corea, en periodo de la pandemia, con clases que se dividieron entre actividades sincrónicas y asincrónicas. Según el autor, a partir de los resultados obtenidos, parece que la eficacia de la enseñanza virtual es casi comparable a la enseñanza presencial. Como en muchos otros casos, en Corea se anunciaron las nuevas pautas a corto plazo, lo que dificultó la planificación y evaluación de las clases. Sin embargo, el autor señala que, con la inusual experiencia docente adquirida en el semestre, los profesores ahora están mejor preparados para la enseñanza en línea y enfrentarán la situación con mayor tranquilidad en el futuro.

Aguirre & Selampinar (2020) presentan un estudio en el que se aplicó la metodología *flipped classroom* en una asignatura de Química General en el contexto de la pandemia de COVID-19. El trabajo se realizó con dos grupos, uno con actividades sincrónicas y otro con

asincrónicas. Las clases sincrónicas eran grabadas y también reutilizadas para los tiempos asincrónicos, lo que, según los autores, es una forma de llegar a una población más amplia de estudiantes. Además, es una estrategia importante cuando los estudiantes no tienen una conexión confiable a Internet o se enfrentan a cambios imprevistos en su estilo de vida debido a las nuevas horas de trabajo. Cuando se les preguntó sobre su comprensión de los temas, los investigados indicaron que estaban contentos con los videos y el hecho de que podían verlos varias veces si los temas eran difíciles. Finalmente, los autores señalan que los estudiantes demandaron más apoyo emocional y soporte adicional que en el entorno presencial.

Teniendo en cuenta la adopción del *flipped classroom* como abordaje didáctico, en este trabajo se tiene como objetivo describir la percepción (Ingold, 2002) de los estudiantes brasileños que tomaron clases remotas por primera vez, detallando su visión inicial y final con respecto a ese abordaje en las clases introductorias de Química. La investigación se llevó a cabo con estudiantes de pregrado de distintas carreras de la universidad ya contextualizada. En la concepción de percepción adoptada en esta investigación, se tiene en cuenta que no hay una disociación entre percepción y acción. En ese sentido, se establece una estrecha relación entre la aceptación del cambio metodológico por parte de los estudiantes y sus desempeños, lo que justifica que al tratar de percepción no se puede desconectarla de los resultados académicos alcanzados. Por lo tanto, la presentación de esos resultados complementa el análisis.

## Materiales y métodos

El modelo *flipped classroom* se implementó en dos asignaturas de Química General, de dos cursos de pregrado en el contexto de una universidad pública federal en Brasil. El estudio se llevó a cabo de septiembre a diciembre de 2020, en forma de enseñanza remota, de acuerdo con las condiciones impuestas por la pandemia de COVID-19. Para facilitar el enfoque de algunas distinciones entre los dos grupos, adoptaremos la terminología grupo A y grupo B. Al principio, el grupo A tenía 25 alumnos matriculados y el grupo B, 37. Sin embargo, las clases en el *Google Classroom* comenzaron con 20 y 23 alumnos inscriptos, respectivamente (o sea, los que efectivamente han tenido alguna participación durante el semestre).

El grupo A, además del profesor, contó con el auxilio de una alumna de nivel avanzado que actuó como tutora, haciendo la mediación de los trabajos, mientras que para el grupo B todo el proceso estuvo bajo la responsabilidad docente. La gran mayoría de los estudiantes, tanto del grupo A como del B, estudió en escuela pública durante sus estudios secundarios. Ambas asignaturas tenían 4 créditos académicos, resultando en aproximadamente 4 horas de trabajo a la semana.

El curso se desarrolló con actividades sincrónicas y asincrónicas. Las actividades sincrónicas sirvieron para aclarar duda, resolver ejercicios y se realizaron por la plataforma en línea *Google Meet*. Toda la planificación se llevó a cabo priorizando las actividades asincrónicas. El sistema de gestión de aprendizaje fue el *Google Classroom*. Los materiales eran producidos y seleccionados por el docente y disponibles a los estudiantes con una semana de antelación al encuentro sincrónico. El formato de los recursos era archivos de texto y videos educativos.

Los archivos de texto se seleccionaron generalmente de libros de texto o de sitios web de universidades de renombre en el contexto brasileño en la enseñanza de la Química, por ejemplo, la Universidad Federal del Rio Grande del Sur (UFRGS), la Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP) y la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG). Para las lecciones en video, la estrategia fue que el docente siempre los produjera, además de seleccionar y recomendar otros videos disponibles de dominio público. Como forma de brindar contacto con diferentes lenguajes y fomentar el desarrollo en la lengua española, siempre se seleccionaron y se recomendaron videos en ese idioma, sin perjuicios para aquellos que optaron por no asistirlos o que tuvieron dificultades de comprensión, ya que el español no es su lengua materna. En esos casos, se garantizó que todos los contenidos también estuvieron disponibles en portugués. Juntamente con los materiales cargados en el ambiente virtual, siempre siguió un archivo de instrucciones, informando la mejor secuencia de estudios. Para monitorear y evaluar de forma continua el desarrollo de los estudiantes, se enviaba semanalmente un formulario en línea con ejercicios sobre el contenido respectivo. Además, el proceso de evaluación incluyó dos pruebas teóricas individuales, con consulta a todo el material disponible para el alumno, ya sea de forma física o digital. La calificación final de cada alumno se calculó utilizando el promedio de las dos calificaciones, compuesto por la suma de las calificaciones de las evaluaciones continuas y las pruebas individuales.

En la Figura 1 se muestra la pantalla de una de las clases de la asignatura, con los archivos generados para las actividades asincrónicas. El contenido era “Enlaces químicos” y el tema específico de la clase fue “Enlaces covalentes”. Como se puede observar, el material de la lección estaba compuesto por 6 archivos, 5 de los cuales eran lecciones en video y un documento con instrucciones para la realización de los estudios. Todos los archivos son de autoría del profesor. Los videos se prepararon con una duración promedio de 15 minutos.



**FIGURA 1.** Corte representativo del material de una clase en la plataforma Google Classroom.

## Calificación de la muestra

Las encuestas aplicadas al inicio de las asignaturas contenían diferentes apartados. El primero trataba sobre los antecedentes escolares del alumno y su relación con la Química. Del grupo A se generaron 16 respuestas y del grupo B, 15. La primera pregunta fue: ¿cuántos años hace que usted concluyó la *secundaria*? Las respuestas, presentadas en la Tabla 1, mostraron que los dos grupos eran heterogéneos en este tema, sobre todo el grupo A, que

incluso tenía alumnos que habían terminado sus estudios de nivel secundario hace más de 10 años. Solamente el 12,5% de los encuestados del grupo A había terminado la secundaria en menos de 1 año. Por su parte, en el grupo B esta fracción fue de 26,7%. Las fracciones aumentan respectivamente para el 31,3% y el 53,4% para aquellos que la terminaron hace menos de 1 año hasta 2 años. Todavía, cuando se analiza el mismo dato hasta 3 años, las fracciones prácticamente son equivalentes, o sea, el 68,8% y el 66,7%, respectivamente.

**TABLA 1:** Tabla de verificación de respuestas a la conclusión de la secundaria por grupo A y B.

¿Cuántos años hace que usted concluyó la secundaria?	Grupo A (%)	Grupo B (%)
Menos de 1 año	12.5	26.7
Entre 1 y 2 años	18.8	26.7
Entre 2 y 3 años	37.5	13.3
Entre 3 a 5 años	12.5	26.7
Entre 5 a 10 años	6.3	6.7
Más de 10 años	12.5	-

Otra pregunta relevante fue: *En su evaluación, ¿cómo fue la enseñanza de la química en su escuela secundaria?* Las opciones de respuestas fueron: pésima, mala, razonable, buena y excelente, como se presenta en la Tabla 2. En el grupo A, un 12,5% respondió que fue pésima, el 25% mala, el 43,8% razonable, el 12,5% buena y el 6,3%, excelente. En el grupo B, el 13,3% respondió mala, el 60% razonable y un 26,7% buena. Esos datos son muy interesantes porque revelan una diferencia significativa entre las percepciones de los estudiantes frente a sus antecedentes y sus experiencias en el aprendizaje de Química.

**TABLA 2.** Tabla de evaluación de la enseñanza de química en escuela secundaria por grupos A y B.

En su evaluación, ¿Cómo fue la enseñanza de la química en su escuela secundaria?	Grupo A (%)	Grupo B (%)
Pésima	12.5	-
Mala	25	13.3
Razonable	43.8	60
Buena	12.5	26.7
Excelente	6.3	-

El grupo A presentó una fracción del 37,5% de percepciones negativas (pésima o mala) y el grupo B presentó un 13,3%. Asimismo, la suma de las fracciones de percepciones positivas (razonable, buena y excelente) fueron de 62,6% para el grupo A y de 86,7% para el grupo B. Cuando preguntamos: *De modo general, ¿te gusta estudiar Química?*, en el grupo A, el 68,8% respondió que sí y el 31,2% que no. Esos porcentajes para el grupo B fueron del 60% y del 40%, respectivamente, como se presenta en la Tabla 3.

**TABLA 3.** Tabla de respuestas sobre cómo disfrutar del estudio de química por grupos A y B.

De modo general, ¿Te gusta estudiar Química?	Grupo A (%)	Grupo B (%)
Si	68.8	60
No	31.3	40

Finalmente, como se ve en la Tabla 4, el 81,2% de los estudiantes del grupo A informó haber asistido a la escuela secundaria en una escuela pública estatal, el 12,5% en una escuela pública federal y el 6,3% en una escuela privada. En el grupo B, un 86,7% informó haber estudiado en escuela pública estatal y un 13,3% en escuela pública federal.

¿A qué tipo de institución asistió en la escuela secundaria?	Grupo A (%)	Grupo B (%)
Escuela pública estatal	81.3	86.7
Escuela pública federal	12.5	13.3
Escuela privada	6.3	-

**TABLA 4.** Tabla de resultados A y B de la institución educativa en la escuela secundaria.

## Resultados

A través de las encuestas aplicadas al inicio de las asignaturas, fue posible identificar un perfil general para cada grupo. Inicialmente, sobre la metodología *flipped classroom*, se formularon tres preguntas. La primera fue: ¿usted conoce o ya había oído sobre la metodología flipped classroom? En el grupo A, el 75% respondió que no y el 25% que sí. En el grupo B, estos porcentajes fueron de 73,3% y 26,7%, respectivamente. Por lo tanto, está claro que una pequeña fracción de alumnos conocía el modelo de aula invertida. La segunda pregunta, con opción de respuestas a través de incisos cerrados, y las respuestas de los grupos A y B, se presentan en la Tabla 5.

¿Cómo usted evalúa la metodología flipped classroom (que le da más autonomía para estudiar en fechas y horarios más convenientes)?	Grupo A (%)	Grupo B (%)
i) No es interesante. Prefiero el sistema educativo tradicional.	-	-
ii) Puede que funcione, como no lo sé, no tengo opinión.	37,5	73,3
iii) Interesante. Prefiero ser el protagonista de mi desarrollo y utilizar clases sincrónicas como complemento y para quitar dudas.	62,5	26,7

**TABLA 5.** Comparación de respuestas a la pregunta 2 de la encuesta inicial.

Se puede observar claramente una mayor aceptación inicial del grupo A mediante el método de *flipped classroom*. Si bien que un 25% respondió que conocía o escuchó sobre la metodología, el 62,5% manifestó que la encontraba interesante y prefería ser protagonistas de su aprendizaje. Por otro lado, el 26,7% demostró poca confianza de los alumnos del grupo B con el modelo. Cabe aclarar que, en el contexto investigado, se entiende el sistema educativo tradicional como el que se imparten las clases magistrales, establecidas con horarios rígidos y asistencia obligatoria.

La tercera pregunta fue de opción con múltiples respuestas y se puede elegir más de una alternativa. Todas ellas válidas. Los resultados se presentan en la tabla 6.

¿Qué factores cree que pueden ser obstaculizadores a la adopción efectiva de la metodología flipped classroom en cualquier contexto?	Grupo A (%)	Grupo B (%)
i) Dificultades de conexión con la internet.	62,5	64,3
ii) Ambiente adecuado para estudiar fuera del aula.	31,3	28,6
iii) Dificultad de regulación y autocontrol en actividades de estudio asincrónicas.	6,3	28,6
iv) Ausencia de contacto personal con el profesor en algunas actividades.	56,3	42,9
v) Ninguna de las alternativas. No veo obstáculos para la implementación de <i>flipped classroom</i>	18,8	14,3

**TABLA 6.** Comparación de respuestas a la pregunta 3 de la encuesta inicial.

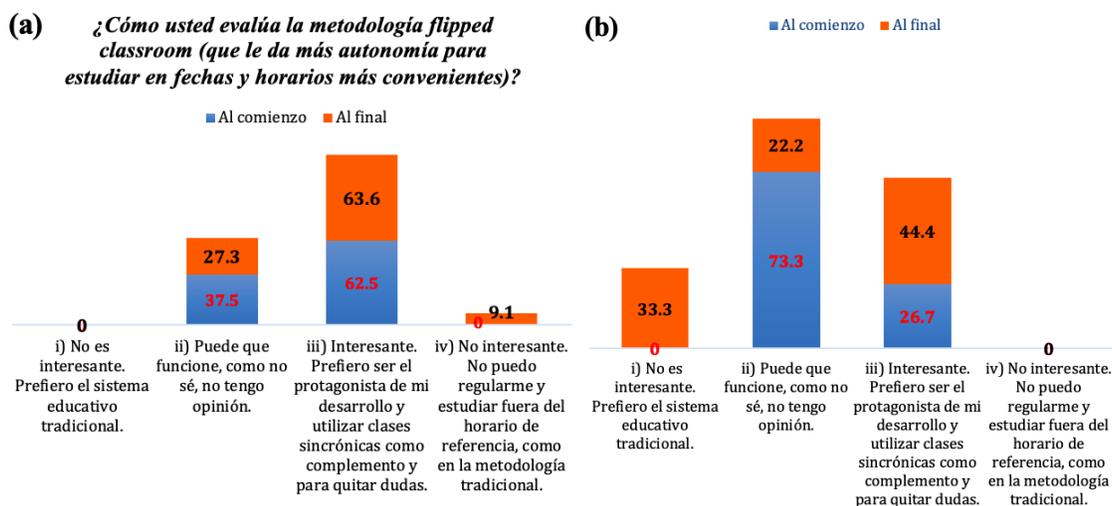
Para esa pregunta, las respuestas de los dos grupos mostraron buena concordancia, con excepción de la gran discrepancia para “Dificultad de regulación y autocontrol en actividades de estudio asincrónicas”, en las que en el grupo A se generó un porcentaje del 6,3% y en el grupo B, del 28,6%. Uno de los factores que dificulta la implementación efectiva de la metodología, señalado con un alto porcentaje por ambos grupos, fue la dificultad en la conexión a internet. Aproximadamente la mitad de las respuestas señaló como dificultades la ausencia de contacto personal con el profesor en algunas actividades. Esos porcentajes considerables son indicativos de la baja autonomía de los estudiantes, reflejo del sistema educativo tradicional. Finalmente, el pequeño porcentaje (alrededor del 15%) de respuestas que indica que no ve dificultades en el desarrollo de la metodología, sirvió para conformar el perfil de los grupos. En resumen, el grupo A, estuvo conformado por alumnos preocupados por la conectividad con internet y la distancia física del docente, sin embargo, al mismo tiempo, se mostraron más abiertos a nuevas metodologías de enseñanza, en las que pueden ser sujetos activos y protagonistas. En el caso del grupo B, además de la misma preocupación por las condiciones de internet, se mostró ser un grupo diferenciado del A, con un perfil más conservador y predispuesto a la metodología de enseñanza tradicional. Además, aproximadamente un 30% de los estudiantes refirió tener dificultades para disciplinarse y autorregularse para realizar sus estudios de forma independiente, lo que es una de las principales premisas de la metodología *flipped classroom*.

Al finalizar los cursos, se replicaron las encuestas, con preguntas similares a las iniciales, de forma a verificar si la percepción de los alumnos había cambiado tras haber pasado un semestre académico. El grupo A llegó al final del curso con solo 11 alumnos, de los cuales 10 respondieron y 01 no estuvo de acuerdo en responder, y el grupo B con 12, de los cuales 09 respondieron y 01 manifiestamente no accedió a responder. La pregunta, ¿cómo usted evalúa la metodología flipped classroom (que te da más autonomía para estudiar en fechas y horarios más convenientes)? fue replicada con una cuarta alternativa de respuesta: iv) No interesante. No puedo regularme y estudiar fuera del horario de referencia, como en la metodología tradicional. La Tabla 7 muestra los porcentajes de respuestas de los grupos A y B.

¿Cómo usted evalúa la metodología flipped classroom (que le da más autonomía para estudiar en fechas y horarios más convenientes)?	Grupo A (%)	Grupo B (%)
i) No es interesante. Prefiero el sistema educativo tradicional.	-	33,3
ii) Puede que funcione, como no sé, no tengo opinión.	27,3	22,2
iii) Interesante. Prefiero ser el protagonista de mi desarrollo y utilizar clases sincrónicas como complemento y para quitar dudas.	63,6	44,4
iv) No es interesante. No puedo regularme y estudiar fuera del horario de referencia, como en la metodología tradicional.	9,1	-

**TABLA 7.** Comparación de respuestas a la pregunta 2 de la encuesta final.

Varios puntos llaman la atención sobre las respuestas de los dos grupos. En la Figura 2 se presentan los gráficos con las comparaciones de las respuestas de los dos grupos a esta pregunta, al comienzo y al final de la asignatura. La primera es que, si bien se presentó la metodología al inicio del curso, se aplicó la encuesta inicial y se desarrolló toda la asignatura con base en el *flipped classroom*, un porcentaje considerable de respuestas de cada grupo (aproximadamente un 25%) indicó que no tenían opinión sobre la metodología, por no conocerla. Otro punto digno de mención es que el grupo A no expresó preferencia por el sistema educativo tradicional, mientras que en el grupo B el 33,3% expresó preferencia por la metodología de enseñanza tradicional. El mayor porcentaje de respuestas del grupo A, señalando que la metodología *flipped classroom* es interesante, también es una clara indicación de que el grupo se mostró más abierto a la metodología propuesta.



**FIGURA 2.** Comparación en valores porcentuales de respuestas de los Grupos A (a) y B (b) a la pregunta 2 de las encuestas inicial y final.

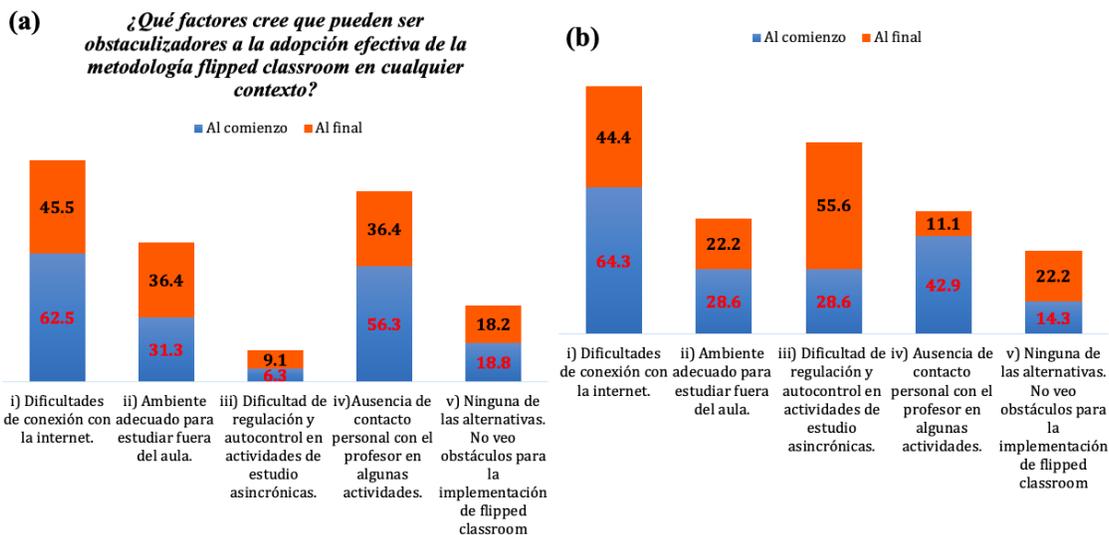
En la Tabla 8 se encuentran las respuestas de los dos grupos a la pregunta 3, al final de la asignatura. Del mismo modo que al comienzo, la pregunta fue de opción con múltiples respuestas, se puede elegir más de una alternativa de respuesta, todas ellas válidas

¿Qué factores cree que pueden ser obstaculizadores a la adopción efectiva de la metodología flipped classroom en cualquier contexto?	Grupo A (%)	Grupo B (%)
i) Dificultades de conexión con la internet.	45,5	44,4
ii) Ambiente adecuado para estudiar fuera del aula.	36,4	22,2
iii) Dificultad de regulación y autocontrol en actividades de estudio asincrónicas.	9,1	55,6
iv) Ausencia de contacto personal con el profesor en algunas actividades.	36,4	11,1
v) Ninguna de las alternativas. No veo obstáculos para la implementación de <i>flipped classroom</i>	18,2	22,2

**TABLA 8.** Comparación de respuestas a la pregunta 3 de la encuesta final.

Al analizar los porcentajes de respuestas, destacan dos puntos que refuerzan la diferencia de perfil entre los dos grupos, a saber, las alternativas (iii) y (iv). Mientras solo el 9% de las respuestas del grupo A señalaron que tenían dificultad para disciplinarse y auto controlarse para realizar sus estudios en actividades asincrónicas (alternativa iii), para el grupo B este porcentaje fue aproximadamente del 56%. Por otro lado, el grupo A, que ha manifestado muy pequeña dificultad de autorregulación para las actividades asincrónicas, presentó un porcentaje tres veces más alto que el grupo B en las respuestas de la alternativa (iv), señalando valorizar más el contacto personal con el profesor.

Para facilitar la comparación entre las respuestas de los dos grupos, desde el principio y el final, se construyeron los gráficos que se muestran en la Figura 3.



**FIGURA 3.** Comparación en valores porcentuales de respuestas de los Grupos A (a) y B (b) a la pregunta 3 de las encuestas inicial y final.

En el grupo A, solo las alternativas (i) y (iv) mostraron cambios expresivos, comparando las respuestas al inicio y al final del curso, las cuales ambas tuvieron una disminución en los porcentajes, es decir, 17% en la alternativa (i) y 19,9% en la alternativa (iv). Aunque el porcentaje disminuyó, todavía el 45% de los estudiantes señaló las dificultades de

conexión a Internet como un obstáculo para la implementación de la *flipped classroom*. Eso también se verificó para el grupo B, con porcentajes muy semejantes a los del grupo A (64,3% al comienzo y 44,4% al final), siendo el cambio en este caso de 19,9%. De hecho, se trata de un porcentaje expresivo, teniendo en cuenta las premisas de la metodología. El porcentaje de la alternativa iv también disminuyó, del 56 al 36%, lo que demuestra que todavía alrededor de un tercio de los estudiantes experimentan dificultades en ausencia del profesor en algunas actividades asincrónicas.

En el grupo B, las variaciones más notables se dan en las alternativas iii y iv. La alternativa iii, que trata de la disciplina y el autocontrol en los estudios y la actividad asincrónica, al inicio de la asignatura tuvo alrededor del 29% de respuestas, mientras que al final este porcentaje aumentó expresivamente hasta el 56%. Esta variación se puede interpretar como una percepción limitada de la comprensión de la metodología, al inicio de la asignatura, resultando, al final, una percepción de mayor dificultad en este punto. Asimismo, se destaca la variación en la alternativa iv, de 43% (inicial) a 11% (final), lo que, en un análisis conjunto con información de la alternativa iii, se puede interpretar que el grupo B no sintió la ausencia del profesor en actividades asincrónicas, o al menos no tanto como señalado al principio.

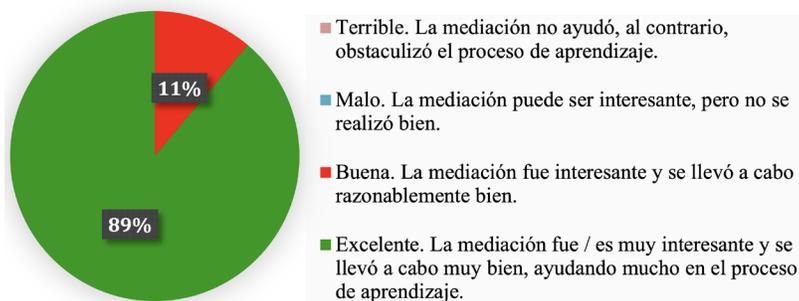
Los perfiles de los grupos también se pueden analizar con respeto a las calificaciones de los respectivos alumnos. La Tabla 9 muestra las calificaciones finales de todos los estudiantes en ambos grupos y los respectivos promedios (y desviación estándar). En el grupo A se calculó la desviación estándar excluyendo la calificación 4,8 del alumno que no cumplió plenamente con los procedimientos de evaluación. Cuando esta calificación está presente en el cálculo, el valor de desviación estándar se convierte en 1,27. Como se puede observar, el promedio del grupo A fue 8,0 ( $\pm 0,74$ ), considerablemente mejor que el del grupo B, con 6,8 ( $\pm 0,58$ ). Esta diferencia es aún mayor cuando se excluye la calificación 4,8, lo que eleva el promedio del grupo A a 8,3.

Grupo A	Calificación	Grupo B	Calificación
Estudiante 1	8,3	Estudiante 1	6,7
Estudiante 2	8,7	Estudiante 2	7,3
Estudiante 3	4,8	Estudiante 3	6,4
Estudiante 4	9,1	Estudiante 4	6,5
Estudiante 5	8,3	Estudiante 5	6,8
Estudiante 6	8,3	Estudiante 6	6,7
Estudiante 7	7,0	Estudiante 7	6,3
Estudiante 8	7,0	Estudiante 8	6,0
Estudiante 9	8,9	Estudiante 9	6,5
Estudiante 10	8,7	Estudiante 10	7,7
Estudiante 11	8,8	Estudiante 11	8,0
		Estudiante 12	6,7
<b>Promedio y desviación estándar 8,0(<math>\pm 0,74</math>)</b>		<b>Promedio y desviación estándar 6,8(<math>\pm 0,58</math>)</b>	

**TABLA 9.** Calificaciones de los estudiantes del grupo A y B.

La mediación de la alumna tutora con el grupo A también sirvió como canal de comunicación entre alumnos y profesor, además de la posibilidad de contacto formal por correo electrónico. Al finalizar el curso, se aplicó una encuesta para evaluar la percepción de los estudiantes sobre el servicio brindado. Se presentaron 5 alternativas de respuesta: i) Terrible. La mediación no ayudó, al contrario, obstaculizó el proceso de aprendizaje; ii) Malo. La mediación puede ser interesante, pero no se realizó bien; iii) Buena. La mediación fue interesante y se llevó a cabo razonablemente bien; iv) Excelente. La mediación fue / es muy interesante y se llevó a cabo muy bien, ayudando mucho en el proceso de aprendizaje y v) No tengo opinión. En la Figura 4 se presenta el gráfico con la pregunta y la distribución porcentual de respuestas. Como se puede ver, la pregunta tuvo 9 respuestas, todas indicando una valoración positiva de la mediación. Las respuestas fueron distribuidas en las alternativas (iii) y (iv), con 11% y 89%, respectivamente. Por lo tanto, una pequeña parte señaló considerar buena e interesante la experiencia de la mediación, mientras que la gran mayoría considera que el proceso de mediación fue excelente, es muy interesante y contribuyó en gran medida para el desarrollo del aprendizaje.

**¿Cuál es su valoración de la mediación desarrollada por la tutoría, en el componente curricular de Química General?**



**FIGURA 4.**  
Representación gráfica del resultado de la evaluación del proceso de tutoría con el grupo A.

Además, hay registros informales de los estudiantes del grupo A, a través de las redes sociales, en los que mencionan la ayuda de la tutora como punto positivo para el desarrollo en toda la asignatura, tanto en la comprensión de los contenidos trabajados, en el auxilio de cálculos químicos y a acceso a materiales de lectura, como aclaración de dudas externas y estímulo a la realización del componente curricular en el semestre remoto. Por otro lado, también hubo manifestaciones negativas de parte de los estudiantes, no expuestas en las encuestas, que no involucraron la tutora, sino problemas personales que ocurrieron durante el período pandémico del COVID-19, tales como: el desarrollo de problemas psicológicos y de salud, salud familiar y falta de tiempo adecuado antes del trabajo y estudio, que en consecuencia terminó afectando el desempeño de algunos alumnos y también el abandono del semestre académico. Por lo tanto, base a lo observado en esta experiencia, se puede indicar que la calidad de la tutoría remota, en la cual el tutor debe reunir habilidades como: tener una buena base de conocimiento de los contenidos de la asignatura, facilidad para trabajar en grupo, ser dinámico y capaz de comunicarse a través de diferentes canales, así como dominar las plataformas digitales de enseñanza.

Desde la perspectiva de la estudiante tutora, el trabajo de mediación contribuyó mucho para su desarrollo académico. Fue una experiencia desafiadora, especialmente con respecto a la búsqueda de alternativas de estudio accesibles y fáciles para principiantes. Por ejemplo, a través de una secuencia de fotos y audios con lenguaje informal en redes sociales, explicando paso a paso el contenido de las dudas. Además, fue necesario retomar el estudio de los temas

del componente curricular de Química General, lo que generó en consecuencia un mejor dominio de los contenidos cubiertos en el semestre remoto. Del mismo modo, se observaron cambios en la organización de sus estudios diarios, como en la determinación y planificación de horarios para conciliar sus estudios con el período de seguimiento.

## Discusión

Este estudio se desarrolló para investigar la implementación de la metodología *flipped classroom*, adaptada para la enseñanza virtual, en dos asignaturas de Química General. Inicialmente, se intentó caracterizar el perfil de los dos grupos de estudiantes y presentar la metodología *flipped classroom*, sus características y particularidades. Además de evaluar la percepción de los estudiantes sobre la implementación de esta metodología, también fue posible evaluar la percepción en relación con el trabajo de mediación desarrollado por una alumna tutora. Los resultados obtenidos revelan que la percepción de los estudiantes sobre el *flipped classroom* mejoró luego de realizar un curso con esta metodología.

Si bien las dos clases llegaron al final del semestre con alrededor del 50% del alumnado, eso no parece mantener estrecha relación con la metodología utilizada, debido a que los estudiantes se expresaban a través de las redes sociales explicando los motivos de abandono, tales como: nuevo trabajo, cuidado a los niños y también problemas de salud individuales y familiares. Según los propios alumnos, el alto porcentaje de abandono se vincula a diversos factores, tales como las dificultades personales impuestas por la pandemia, las dificultades para adaptarse a la enseñanza totalmente online y la elección de asignaturas en exceso. Por esas razones, algunos estudiantes decidieron abandonar una u otra asignatura antes del término de todas las evaluaciones del semestre.

Conducir el proceso de enseñanza dividido entre actividades sincrónicas y asincrónicas fue una decisión institucional. Sin embargo, para ambas asignaturas de Química, se decidió priorizar las actividades asincrónicas. De acuerdo con la esencia de la metodología *flipped classroom*, las actividades sincrónicas se reservaron para discusiones sobre el contenido, aclarar dudas y proporcionar un enfoque más avanzado. En las resoluciones de los ejercicios, inicialmente se animaba a los alumnos a que se ayudaran a sí mismos, con la mediación del profesor. Cuando tal estrategia no era suficiente, la resolución fue proporcionada por el profesor, atendiendo las dudas persistentes. Un aspecto importante del “aula invertida” es la autonomía que se le otorga al alumno, permitiéndole apropiarse de los contenidos en el día, lugar y horario más conveniente.

Además, las actividades asincrónicas reducen las dificultades relacionadas con el acceso a internet, permitiendo al alumno gestionar sus estudios, evitando pérdidas a quienes no pueden acceder en momentos sincrónicos (Aguirre & Selampinar, 2020). Esa estrategia, basada en actividades sincrónicas y asincrónicas, en el contexto de la pandemia COVID-19, está totalmente alineada con lo reportado en la literatura (Colomo-Magaña *et al.*, 2020; Leite, 2020; Tang *et al.*, 2020). Sin embargo, se observó una gran dificultad en la interacción de los estudiantes en las actividades sincrónicas, especialmente con el grupo B, en el que la gran mayoría de los alumnos optaba por mantener las cámaras cerradas y muy pocos usaban el micrófono para alguna pregunta o consideración. Esas mismas dificultades fueron informadas por Lee (2020) y Aguirre & Selampinar (2020). En el trabajo reportado por Lee (2020), se aplicó a los estudiantes una puntuación de satisfacción por actividades sincrónicas y asincrónicas, en la que 1 indicó menor satisfacción y 5 para máxima

satisfacción. El puntaje promedio de satisfacción para las clases en línea sincrónicas fue de 2,86, mientras que para las clases asincrónicas fue de 3,40, lo que demuestra que en general los estudiantes prefieren las clases asincrónicas a las clases en tiempo real, posiblemente debido a la flexibilidad de las clases asincrónicas.

Trabajando con dos asignaturas y consecuentemente con dos grupos diferentes, fue posible observar resultados interesantes, especialmente en relación con las percepciones de los estudiantes antes y después de conocer la metodología del *flipped classroom*, y en relación con el trabajo de tutoría. Si bien en el cuestionario inicial el grupo A presentó un mayor porcentaje de estudiantes que consideraban pésima o mala la calidad de su formación en la secundaria, el promedio final de las puntuaciones del grupo superó al del grupo B. En nuestra evaluación, dos factores pueden estar asociados con esta diferencia en el desempeño. El primero sería el porcentaje expresivo de alumnos del grupo B que tuvieron dificultades de regulación y el autocontrol para estudiar en actividades asincrónicas, como se muestra en la Figura 3, y el segundo está relacionado con el éxito del trabajo de tutoría realizado con el grupo A, según la valoración de los alumnos (figura 4).

La metodología *flipped classroom* es un modelo pedagógico que tiene la esencia de transformar algunos procesos que en el modelo de enseñanza tradicional están rígidamente presentes en el aula, trasponiéndolos al universo extra-clase. Una de las principales ventajas del método es que aquellas actividades relacionadas con la exposición de contenidos y explicaciones, tradicionalmente realizadas por el docente, con la audiencia cautiva de los alumnos, quedan grabadas en algún tipo de archivo (vídeo, texto, podcast etc.) y trasladado al contexto fuera del aula.

Sin lugar a duda, esa metodología genera una mayor autonomía al alumno y dinamiza el proceso de enseñanza. Sin embargo, son fundamentales condiciones mínimas de acceso a internet y manipulación de archivos digitales, así como buena capacidad de autorregulación y disciplina en los estudios. Este último punto contó con una buena asistencia del grupo A, entre otras variables, debido también al apoyo de la tutoría. En el grupo B no se cumplió suficientemente la premisa de autorregulación y disciplina en los estudios, lo que repercutió tanto en la autoevaluación de los estudiantes como en la percepción del profesorado en clase. Esto puede considerarse un fuerte indicio de la razón por la cual el promedio de las evaluaciones de este grupo fue menor que el del grupo A.

## Conclusiones

En vista de las condiciones impuestas por la pandemia COVID-19 y la realidad socioeconómica de los estudiantes universitarios de una institución pública en el sur de Brasil, la adopción de la metodología *flipped classroom* se dio con el propósito de hacer más efectivo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las actividades desarrolladas fueron estructuradas estratégicamente para lograr que el alumno se convirtiera en un sujeto más activo y protagonista.

La percepción de la mayoría de los alumnos del grupo A (el 63,6%) apunta a un resultado positivo de la experiencia con la metodología *flipped classroom* y también mejores desempeños. En el grupo B, el 33,3% dijo que prefería el sistema educativo tradicional, pero una fracción más elevada, el 44,4%, evaluó positivamente y expresó su preferencia por la metodología. Aproximadamente el 45% de los estudiantes de los dos grupos señalaron

las dificultades para conectarse a internet como obstaculizador a la implementación de la metodología *flipped classroom*. Se entiende que, aparte de ese aspecto técnico, una percepción más positiva hacia el modelo tiende a convertirse en resultados académicos más expresivos, aunque sea necesario más evidencias sobre esa asociación en investigaciones futuras.

La experiencia reveló que la metodología *flipped classroom* se puede adaptar al formato totalmente virtual. Sin embargo, es imperativo enfatizar que su éxito en un entorno exclusivamente en línea se asocia a una adecuada comprensión del proceso, un buen autocontrol y disciplina en los estudios, además de unas condiciones mínimas de acceso a internet. Priorizando presentación y explicación de contenidos en actividades asincrónicas, se aseguró que los alumnos se apropiaran de los contenidos y en las actividades sincrónicas se trabajara en la contextualización, problematización y dudas persistentes.

Como perspectiva futura, se identifica la necesidad de recolección de datos por medio de un cuestionario con la adopción de preguntas abiertas, sea para los alumnos que tienen buenos desempeños sea para los que tienden al abandono de asignaturas, con el objetivo de capturar múltiples aspectos de las percepciones no previsibles de antemano por los investigadores y demostradas en esta experiencia en eventos informales, por ejemplo, a través de conversaciones por redes sociales o incluso en clase. En la propuesta actual, el acceso a los estudiantes que abandonaron el semestre ha sido solamente por medio del contacto informal. La inclusión sistemática de ellos en los procesos investigativos llevados a cabo por el equipo puede brindar nuevas alternativas para implementación de innovaciones metodológicas contextualizadas y que puedan impactar en la disminución efectiva del abandono observado en toda la institución. Otro aspecto importante para los trabajos futuros es comprender de forma más detallada cómo se construye el proceso de autorregulación de los estudiantes y sus limitantes en el contexto institucional investigado, ampliando también las áreas de conocimiento involucradas en los análisis.

Finalmente, parece claro que el trabajo de tutoría tiene una gran relevancia para la eficiencia de la metodología, especialmente en el caso de la adaptación a un entorno totalmente virtual. Contar con una tutora que mediara la comunicación entre profesor y alumnos, ayudando a los estudiantes en las actividades propuestas, para acceder o cargar materiales de estudio e incluso en el apoyo emocional, generó un gran impacto y contribuyó positivamente al desarrollo del proceso a lo largo del semestre.

## Referencias

- Affouneh, S., Salha, S., & Khlaif, Z. N. (2020). Designing Quality E-Learning Environments for Emergency Remote Teaching in Coronavirus Crisis. *Interdiscip J Virtual Learn Med Sci*.
- Aguirre, J. D., & Selampinar, F. (2020). Teaching chemistry in the time of COVID-19: Memories and the classroom. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00742>.
- Arruda, E. P. (2020). Educação Remota Emergencial: elementos para políticas públicas na educação brasileira em tempos de COVID-19. *EmRede - Revista de Educação à Distância*.
- Bacich, L., & Moran, J. (Orgs). (2018). Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática. *Metodologias Ativas Para Uma Educação Inovadora*.

- Balverdi, C. V., Balverdi, M. del P., Marchisio, P. F., & Sales, A. M. (2020). El modelo “clase invertida” en química analítica. *Educación Química*. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.3.70250>.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). Flip Your Classroom Reach Every Student in Every Class Every Day. In *Get Abstract Compressed Knowledge*.
- Camargo, F., & Daros, T. (2018). *A sala de aula Inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo*. (Penso (ed.)). ISBN: 978-85-8429-116-8.
- Christiansen, M. A. (2014). Inverted teaching: Applying a new pedagogy to a university organic chemistry class. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/ed400530z>.
- Colomo-Magaña, E., Soto-Varela, R., Ruiz-Palmero, J., & Gómez-García, M. (2020). University students' perception of the usefulness of the flipped classroom methodology. *Education Sciences*. <https://doi.org/10.3390/educsci10100275>.
- Cuevas Monzonís, N., Gabarda Méndez, V., Cívico Ariza, A., & Colomo Magaña, E. (2020). Flipped classroom en tiempos de COVID-19: una perspectiva transversal. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*. <https://doi.org/10.46661/ijeri.5439>.
- de Freitas, A. G. O., Bender, C. R., Irala, V. B., Santos, G. C., Chaves, W. S., & Minhos, M. R. (2021). Sala de aula invertida: percepções docentes e discentes a partir de um relato de experiência das aulas de Tópicos em Química na pós-graduação. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*. (en prensa).
- Eichler, J. F., & Peeples, J. (2016). Flipped classroom modules for large enrollment general chemistry courses: A low barrier approach to increase active learning and improve student grades. *Chemistry Education Research and Practice*. <https://doi.org/10.1039/c5rp00159e>
- Fautch, J. M. (2015). The flipped classroom for teaching organic chemistry in small classes: Is it effective? *Chemistry Education Research and Practice*. <https://doi.org/10.1039/c4rp00230j>.
- Fernando M. Reimers, & Schleicher, A. (2020). A framework to guide an education response to the COVID-19 Pandemic of 2020. *Oecd*.
- Flynn, A. B. (2015). Structure and evaluation of flipped chemistry courses: Organic & spectroscopy, large and small, first to third year, English and French. *Chemistry Education Research and Practice*. <https://doi.org/10.1039/c4rp00224e>.
- Ingold, T. (2002). The Perception of the Environment. In *The Perception of the Environment*. <https://doi.org/10.4324/9780203466025>.
- Lee, M. W. (2020). Online teaching of chemistry during the period of COVID-19: Experience at a national university in Korea. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00881>.

- Leite, B. S. (2020). Da aula presencial para a aula virtual: relatos de uma experiência no ensino virtual de Química. *Educación Química*. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.5.77097>.
- Ministério da Educação. (2020). Portaria Nº 343, de 17 de março de 2020 - DOU - Imprensa Nacional. In *Diário Oficial da União*.
- Pardo, H., & Cobo, C. (2020). Expandir la universidad más allá de la enseñanza remota de emergencia. *Outliers School*.
- Staker, H., & Horn, M. B. (2012). Blended Using Desruptive Innovation to Improve Schools. *Innosight Institute*.
- Tang, T., Abuhmaid, A. M., Olaimat, M., Oudat, D. M., Aldhaeebi, M., & Bamanger, E. (2020). Efficiency of flipped classroom with online-based teaching under COVID-19. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1817761>.
- Yen, T.-F. (2020). The Performance of Online Teaching for Flipped Classroom Based on COVID-19 Aspect. *Asian Journal of Education and Social Studies*. <https://doi.org/10.9734/AJESS/2020/v8i330229>