

### Leticia Oralía Cinta Madrid\*

Escuela Nacional Preparatoria Plantel 2 UNAM,  
México, Ciudad de México

### Natalia Alarcón Vázquez\*\*

Escuela Nacional Preparatoria Plantel 2 UNAM,  
México, Ciudad de México

### José Luis Buendía Uribe\*\*\*

Escuela Nacional Preparatoria Plantel 2 UNAM,  
México, Ciudad de México



<https://orcid.org/0000-0002-8607-5171>



<https://orcid.org/0000-0002-7195-7112>

### Selene Marisol Martínez Ramírez\*\*\*\*

Escuela Nacional Preparatoria Plantel 2 UNAM,  
México, Ciudad de México

### Gustavo de la Cruz Martínez\*\*\*\*\*

Escuela Nacional Preparatoria Plantel 2 UNAM,  
México, Ciudad de México



<https://orcid.org/0000-0002-5655-0963>



<https://orcid.org/0000-0002-4446-7396>

---

## Artículo

# USO DEL AULA INVERTIDA Y TIC EN LA ENSEÑANZA REMOTA DE GRUPOS FUNCIONALES OXIGENADOS

USE OF THE INVERTED CLASSROOM AND ICT IN THE REMOTE TEACHING OF OXYGENATED FUNCTIONAL GROUPS

Recibido: 4 de octubre de 2022 | Aprobado: 14 de diciembre de 2022 | Versión final: 27 de diciembre 2022.

### Cómo citar este artículo:

Cinta Madrid, L. O.; Alarcón Vázquez, N., Buendía Uribe, J. L., Martínez Ramírez, S. M. y De la Cruz Martínez, G. (2022). Uso del aula invertida y TIC en la enseñanza remota de grupos funcionales oxigenados. *Trilogía*, 37(48), 34-49. Santiago de Chile, Ediciones UTEM.



\*Investigador independiente, Lic. en Química Farmacéutica Bióloga por la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. Maestría en Educación por la Universidad Abierta de San Luis Potosí, México. Especialidad en TIC y Educación de Ibertic por el Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de Estados Iberoamericanos, Madrid, España. Filiación institucional: Escuela Nacional Preparatoria Plantel 2, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. Correo electrónico: leticia.cinta@enp.unam.mx.

\*\* Investigador independiente. Maestría en Docencia para el Nivel Medio Superior en Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Ciudad de México. Filiación institucional: Escuela Nacional Preparatoria Plantel 2, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. Correo electrónico: natalia.alarcon@enp.unam.mx

\*\*\* Investigador independiente, Lic. en Química Farmacéutica Bióloga QFB, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Ciudad de México. Filiación institucional: Escuela Nacional Preparatoria Plantel 2, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. Correo electrónico: jose.buendia@enp.unam.mx.

\*\*\*\* Investigador independiente- Doctorado en Diseño, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Ciudad de México. Filiación institucional: Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. Correo electrónico: selene.martinez@icat.unam.mx.

\*\*\*\*\* Investigador independiente. Doctorado en Ciencia e Ingeniería de la Computación. Filiación institucional: Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. Correo electrónico: gustavo.delacruz@icat.unam.mx

## AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado con el apoyo del Programa UNAM-Dgapa-Papime PE208721.

## RESUMEN

El estudio de la química orgánica se ha presentado de forma poco atractiva para los estudiantes, por ello se diseñó una propuesta didáctica basada en el Aula Invertida y se trabajó con 132 estudiantes de bachillerato de la UNAM. La propuesta propició la autonomía, facilitó la consolidación del aprendizaje e hizo más atractivo el estudio de la química.

**Palabras clave:** nomenclatura orgánica, grupos funcionales oxigenados, tecno-pedagogía, aula invertida

## ABSTRACT

The study of organic chemistry has been presented in an unattractive way for students, so a didactic proposal based on the inverted classroom was proposed and work was carried out with 132 high school students from the UNAM. The proposal promoted autonomy, facilitated the consolidation of learning and made the study of chemistry more attractive.

**Key words:** Organic nomenclature, oxygenated functional groups, techno-pedagogy, inverted classroom

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la química orgánica suele generar poco interés en los estudiantes, a pesar de ser parte fundamental en la cultura científica de todo ciudadano, por ello, se diseñó una propuesta didáctica basada en la metodología de aula invertida y apoyada con recursos TIC, que centró su atención en el estudio de los grupos funcionales oxigenados presentes en principios activos de algunos medicamentos. El objetivo de esta propuesta es que los estudiantes sean capaces de aplicar las reglas de la nomenclatura sistemática, para diferenciar a los compuestos orgánicos oxigenados (alcohol, éter, aldehído, cetona, ácido carboxílico, éster). Los resultados se comparan respecto de las experiencias anteriores realizadas de manera presencial antes de la pandemia. La muestra está compuesta por 132 estudiantes de bachillerato de la UNAM que cursaron la asignatura de Química IV área II durante la pandemia. El presente artículo está organizado de la siguiente forma: se inicia con un análisis de la enseñanza de la Química en el bachillerato, el uso del aula invertida en el contexto de la enseñanza remota de emergencia y se revisan las estrategias de enseñanza de la Química Orgánica en el bachillerato; a continuación, se presenta la metodología utilizada en este trabajo, los resultados que se discuten respecto de los objetivos; finalmente se presentan las conclusiones.

### Docencia en el contexto de la pandemia

En todo el mundo, la pandemia del covid-19 se traduce en una significativa alteración del quehacer humano y, en el ámbito educativo, el nivel de afectación es considerable, porque en esta sociedad globalizada nunca antes se había presentado un fenómeno viral de tan grandes dimensiones (Casanova, 2020). En las instituciones educativas de México, como la UNAM, se suspenden las actividades presenciales como

respuesta ante la amenaza viral y con la intención de contener los altos índices de contagios y decesos. Después de ese primer momento, en el ámbito escolar, se hace necesario retomar el trabajo y a través de complejos procesos de adaptación, la comunidad docente encuentra soluciones para vincularse nuevamente con sus alumnos, restablecer el diálogo y las labores escolares (Tang et al., 2020).

### Aprendizaje y enseñanza de la Química

Algunas dificultades asociadas con el aprendizaje de la Química, son documentadas en OECD (2008) y Potvin y Hasni (2014), quienes reconocen el poco interés de los jóvenes en los temas de ciencia y tecnología, los estudiantes de bachillerato no son la excepción, una de las principales causas de esta situación es la didáctica usada por los docentes (De Loof et al., 2021), orientada hacia un aprendizaje memorístico, que no propicia la articulación entre los conceptos y, las explicaciones que se ofrecen en clase, se encuentran muy alejadas de su cotidianidad. Por lo que reconoce la necesidad de modificar y mejorar la forma de acercarse al estudio de las ciencias, y de forma específica, a la Química, ofreciendo alternativas diferentes, significativas, conformadas por actividades motivadoras, a través de las cuales se vinculan sus conocimientos previos con los nuevos aprendizajes y, de esta manera, las y los estudiantes desarrollen habilidades y pensamiento científico. En el caso de la Química Orgánica, el estudio de las moléculas con grupos orgánicos oxigenados es de gran relevancia, debido a su presencia y abundancia en el entorno inmediato del alumnado.

En Química IV área II, del plan de estudios del bachillerato de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) de la Universidad Nacional Autónoma de México, se incluye el estudio de Química Orgánica en el contexto de la automedicación, como antecedente fundamental que permita al

alumnado avanzar en la construcción e integración de esquemas cognitivos de mayor alcance explicativo. Por lo anterior, la intervención educativa tiene la finalidad de que el estudiantado diferenciara los grupos funcionales oxigenados con base en su representación simbólica y nanoscópica, así como el uso del lenguaje químico para fortalecer sus habilidades de observación, de análisis y su conocimiento sobre un tema fundamental de la química del carbono.

### 1. El aula intervenida durante el periodo de enseñanza remota emergente

En la experiencia de la enseñanza presencial, se observan las pocas habilidades del estudiantado para analizar y seleccionar lo más relevante de la información que el docente les comparte, lo que lleva a consumir gran parte del tiempo de la clase en actividades de baja demanda cognitiva, por lo que el alumnado lleva a casa trabajo de mayor exigencia, con la desventaja de tener que resolverlo sin el apoyo de sus pares y del docente. Ante este panorama y las condiciones de conectividad que prevalecieron durante la pandemia, nos dimos a la tarea de buscar alternativas para mejorar el desempeño del estudiantado, minimizar distintos inconvenientes, además de optimizar los tiempos, tanto de los alumnos como de los docentes, y el aula invertida es nuestra elección.

El Aula Invertida (AI) o *Flipped Classroom*, es una metodología activa que incluye tres momentos en la clase: *antes, durante y después*, se propone que durante la clase el estudiantado desarrolle actividades de mayor complejidad con apoyo del docente y de sus pares en el trabajo colaborativo, de tal manera que se aprovecha eficientemente el tiempo de la sesión. Después de clase el estudiante lleva a cabo actividades complementarias que refuerzan

el trabajo desarrollado en el aula (Love et al., 2014; Hernández-Silva y Flores, 2017).

Al encontrarnos en la enseñanza remota debido al covid-19 es necesario sortear situaciones como:

- Los limitados conocimientos antecedentes de los alumnos.
- El grado de complejidad de los temas de estudio en Química.
- El tiempo necesario para la revisión y comprensión de dichos contenidos.

En la estructuración de una secuencia es importante evitar la saturación de actividades, porque de no hacerlo, se genera una carga excesiva de trabajo, fastidio y pérdida del interés por parte del estudiantado, de ahí la importancia que el docente realice una selección cuidadosa de los materiales y actividades, los cuales se relacionen con el contexto, contribuyan a la aplicación de conocimientos científicos y logren aprendizajes perdurables. Por todo lo anterior, es indispensable establecer con toda claridad el plan de trabajo en cada fase del AI, así como la evaluación a lo largo de todo el proceso, de tal manera que el alumnado se percate que su trabajo, esfuerzo y compromiso son fundamentales para lograr avances sustanciales en su aprendizaje y rendimiento académico.

Autores como Fidalgo-Blanco (2020) y Sointu et al. (2022) documentan las ventajas del uso del Aula Invertida para el aprendizaje, mencionan que con esta metodología los alumnos tienen un protagonismo activo, cuentan con mayores oportunidades para interactuar y aprender junto a sus pares, generan lecciones a partir de su propia experiencia, se propicia un mayor número de interacciones cooperativas, hay una mejor respuesta frente a las responsabilidades individuales en un equipo, se hacen evidentes mayores acciones de liderazgo y se incrementan las acciones mediadas por valores éticos

y morales al interior de los grupos de trabajo, entre otras.

La conformación de las propuestas didácticas a través de AI demandan del docente una gran inversión de tiempo y trabajo para la planificación, organización, diseño y elaboración de materiales antes de la puesta en marcha del trabajo con el estudiantado. Todo ello, con el propósito de hacer un uso eficiente del tiempo en el aula, ya sea presencial o virtual, y en caso necesario, reorientar o reforzar el trabajo. Esta gran inversión de tiempo se ve compensada con los resultados y los beneficios en el aprendizaje.

## 2. Enseñanza de la química orgánica en el bachillerato

Los grupos funcionales oxigenados están presentes en una gran variedad de compuestos y productos, tanto naturales como artificiales, es una temática que se incluye en programas de educación media superior tanto en México como en otros países, situación que motiva el diseño de propuestas didácticas con las que se busca incidir positivamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tal como se muestra a continuación.

Ramírez (2014), reporta la aplicación de una secuencia didáctica para el aprendizaje significativo de los grupos funcionales oxigenados, en el grado once en Colombia. La metodología incluye diez actividades en las que se combina la lectura, resolución de cuestionarios, representación simbólica y en visión 3D de diferentes compuestos orgánicos usando ChemSketch. El estudiante identifica los grupos funcionales oxigenados, al relacionarlos con sus propiedades y estructura.

Arenas et al. (2009) reportan la propuesta del uso de material didáctico como estrategia en el proceso de enseñanza aprendizaje de

la nomenclatura química orgánica en Tercer Semestre de bachillerato. La propuesta se realiza con un grupo control y otro experimental, inicia con un preexamen sobre la identificación y nomenclatura de los grupos funcionales. En el grupo control, el profesor explica el tema con apoyo de apuntes y pizarrón. En el grupo experimental utilizan material bibliográfico, construcción de material didáctico por parte del estudiantado y la promoción del trabajo en equipo. Los autores concluyen que la elaboración de material didáctico por los y las estudiantes apoya la construcción personal de los propios significados, al participar en actividades y discusiones alumno-alumno, alumno-profesor, lo cual contribuye al aprendizaje significativo de las ciencias, así como en el desarrollo de la creatividad, la imaginación, las aptitudes y las actitudes.

En Zaragoza et al. (2016) reportan una experiencia en la Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco de la Universidad de Guadalajara, cuya finalidad es reforzar el aprendizaje de los grupos funcionales orgánicos, revisados previamente, como preámbulo al examen departamental. Por equipo asignan un grupo funcional para investigar: definición, características, propiedades físicas y químicas, clasificación, nomenclatura, la representación tridimensional de tres compuestos, con esferas de unicel y palillos, las construyen durante la presentación de su investigación, y es evaluada por un jurado externo. Después de las presentaciones y de escuchar la retroalimentación del jurado, resuelven un crucigrama como actividad lúdica. Los autores señalan que, con esta metodología, los alumnos mejoran sus habilidades para reconocer grupos funcionales orgánicos; los resultados del grupo control y los grupos experimentales es diferente, no obstante, reconocen que esta diferencia no es suficiente para acreditar la evaluación departamental.

En una investigación del bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, Hernández et al. (2009) señalan que una forma eficiente para adquirir nuevos conocimientos se apoya en los procesos de categorización, en donde el aprendiz identifica las características o regularidades de los objetos, para posteriormente agruparlos en función de ciertos criterios. Esta premisa la aplican para promover la identificación de los grupos funcionales. La propuesta parte de la observación de un grupo de figuras geométricas que clasifican con base en sus características, después se analizan y clasifican fórmulas semidesarrolladas de compuestos orgánicos sobre la base del grupo funcional, y el grado de complejidad va aumentando. De acuerdo con los resultados presentados, se logra que el 90% de la población estudiantil, identifiquen los grupos funcionales.

Con base en las investigaciones anteriores, es evidente la preocupación de los y las docentes de distintos países para que el estudiantado logre el aprendizaje de los grupos funcionales orgánicos oxigenados. Sin duda, cada una de estas experiencias nos permitieron valorar la pertinencia de implementar acciones para el diseño de nuestra propuesta, la cual parte de la experiencia de varios años de trabajo presencial previos a la pandemia, en la que nos percatamos que el estudio y comprensión de la Química de los grupos funcionales oxigenados suele dificultarse al estudiantado, se ha identificado la necesidad de fortalecer habilidades de observación, análisis y selección de la información relevante de un texto.

### 3. Metodología

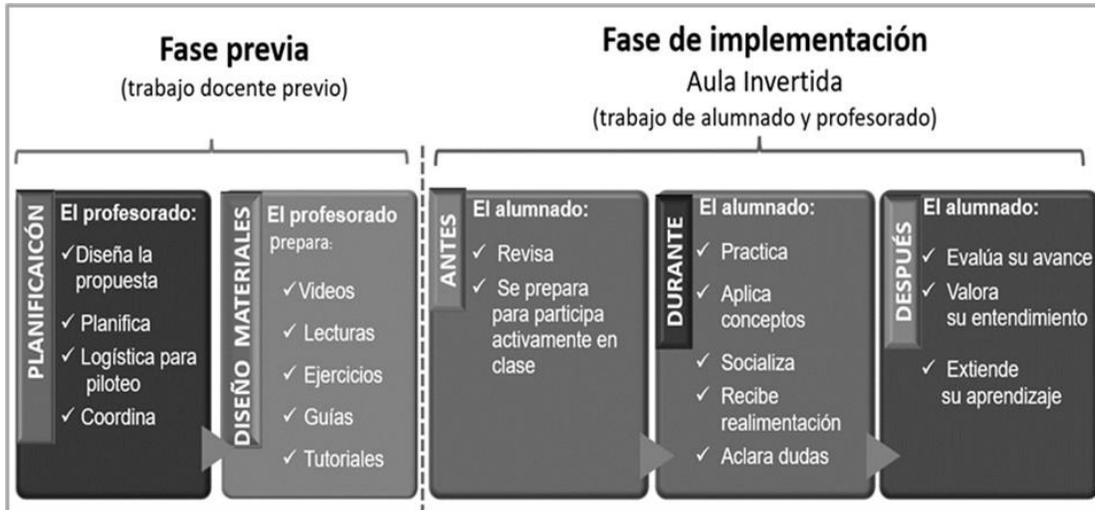
La propuesta de trabajo tuvo como objetivo que el estudiantado aplicara las reglas de la nomenclatura sistemática para diferenciar a los compuestos orgánicos oxigenados (alcohol, éter, aldehído, cetona, ácido carboxílico, éster)

por medio del proceso de enseñanza-aprendizaje en una metodología de Aula Invertida en un escenario remoto, que incluyó información y actividades interactivas en diferentes medios visuales y audiovisuales.

La planeación de la secuencia quedó conformada por dos fases (Figura 1):

1. Trabajo previo, en la que hubo una etapa de planificación y otra de diseño de materiales.
2. La implementación, que consistió en la realización de diversas actividades que caracterizan al aula invertida.

**Figura 1. Diseño e implementación de la propuesta didáctica a través del Aula Invertida**



En la implementación en el aula se realizaron diferentes actividades (Figura 2). Las fases del antes y del después fueron asíncrona con trabajo individual y colaborativo; mientras que en la fase del durante, se realizó de manera síncrona, incluyendo socialización de información, trabajo colaborativo en pizarras electrónicas, juegos interactivos de manera individual y retroalimentación del docente.

**Figura 2. Fases de la implementación en el aula**



## 4. Resultados

### 4. 1. Perfil de la población y contexto de la aplicación

La secuencia didáctica fue aplicada a 132 estudiantes entre 16 y 18 años, 59,1% mujeres y 40,9% hombres, durante el curso 2021-2022 de Química IV área II impartida en el sexto año de bachillerato de la ENP Plantel 2 Erasmo Castellanos Quinto de la UNAM. La implementación en el aula constó de dieciséis sesiones de cincuenta minutos, la mitad síncrona y las demás asíncronas. Los resultados analizados fueron con base en las respuestas del estudiantado al cuestionario final: Uso de la tecnología en el campo educativo, que recabó información sobre el uso de la tecnología en tiempos de covid-19, su beneficio y el trabajo colaborativo, así como el apoyo para el aprendizaje de los grupos funcionales oxigenados.

### 4. 2. Uso de la tecnología en el campo educativo durante la pandemia de covid-19

En este rubro se exploró con quince preguntas, de las cuales siete se basaron en la Escala de Likert, siete fueron abiertas para conocer la opinión sobre el uso de las tecnologías, y la última para jerarquizar las tecnologías utilizadas. Los aspectos que se valoraron fueron el uso y beneficio en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las videoconferencias, los videos, del muro interactivo Jamboard, actividades interactivas en Wordwall, del ChemSketch y la jerarquización del uso de estas herramientas. Los resultados fueron los siguientes:

- Videoconferencias y su impacto en el proceso enseñanza-aprendizaje: el 94,7% de la población señaló que esta actividad síncrona apoyó y facilitó en gran medida el proceso de enseñanza-aprendizaje, las razones más importantes tuvieron que ver con las posibilidades de interacción entre ellos y el o la docente, para atender dudas, inquietudes, lo que los hizo sentir más cómodos y motivados para aprender. Algunas de sus respuestas fueron:

- Fue más fácil y rápido aclarar dudas, además es más didáctico y entretenido. Se vio el interés que tuvo el profesor y esto, en lo personal, me motivó más.
- El principal beneficio que considero son las dudas que se presentaron a la hora de ser expuesto el material de enseñanza, pues, dichas videoconferencias contribuyeron a darles solución de inmediato, logrando que los estudiantes pudieran comprender mejor y rápidamente el tema.
- Videos: el 97,7% de los y las estudiantes coincidieron en que facilitó el proceso de enseñanza-aprendizaje, unas de las respuestas fueron las siguientes:
  - Los vídeos a mí en particular me ayudaron a entender mejor el tema con los ejercicios que se resuelven en el mismo, entendí mejor y al momento de resolver la tarea fue fácil recordar los pasos que a seguir visualizando el vídeo, o si se me olvidaba algo con el vídeo fue fácil recordar y responder la tarea.
  - Puedes volver a ver los videos las veces que fueron necesarias e incluso se volvió más didáctico para retener mejor la información.
- Muro interactivo en Jamboard: el 94,7% de los y las jóvenes afirmaron que resultó un gran apoyo para el aprendizaje y el reforzamiento de los temas y aclaración de dudas por parte del profesor, unos de los comentarios fueron:
  - El trabajo en equipo fue enriquecedor, al igual que los ejercicios realizados por los demás compañeros. Jamboard también fue muy fácil de utilizar y nos dio espacio suficiente para realizar los ejercicios, además de ser muy visual.
  - Al hacer los ejercicios después de la explicación del tema, me permitió saber que no me quedó claro. Al realizar las actividades en Jamboard, el profesor retroalimentó, las dudas fueron resueltas y la tarea fue más fácil de hacer.
- Software ChemSketch: el 5,3% de la población estuvo en desacuerdo en su uso porque tiene la limitante de funcionalidad en los sistemas operativos iOS y Windows de 32 bits. El 94,7% valoró positivamente su inclusión, entre las respuestas estuvieron las siguientes:
  - De todas las herramientas utilizadas para nuestra enseñanza, sin duda ChemSketch fue la mejor de todas, es una aplicación demasiado innovadora e interactiva. Con ella creamos y modificamos cualquier estructura química, algo que no se puede hacer fácilmente en cualquier página web educativa. ChemSketch permitió visualizar, rotar y optimizar el tiempo de creación de todo tipo de estructura molecular.
  - La aplicación me gustó mucho porque tuvimos una mayor visualización de las moléculas y también fue una forma de poner en práctica lo aprendido e incluso corroborar alguna información, de igual manera observamos con mayor detenimiento la conformación de las moléculas.
- Actividades interactivas en Wordwall: el 100% de la población coincidió en que facilitó el aprendizaje, que es una forma divertida de aprender y de reforzar los conocimientos, refieren la frase *jugando se aprende*. Entre los comentarios de las y los estudiantes se tuvieron los siguientes:
  - Las actividades interactivas fueron beneficiosas, pues por medio de juegos como rompecabezas o pacman se incrementó la concentración, se desarrolló la paciencia, las actividades resultaron mucho más amenas, se disminuyó el estrés y se ejer-

citó la memoria. En resumen, la utilización de actividades interactivas estimuló la creatividad, la atención, la rapidez y la memoria visual.

- Fue muy didáctico, entretenido y divertido, fue agradable la idea de responder ejercicios para avanzar o ganar el juego, siento que así fue menos probable que se nos olvidara cómo responder los ejercicios.

Jerarquización en orden de importancia de las actividades y recursos tecnológicos: los videos ocuparon el primer lugar, seguidos por las videoconferencias, las actividades interactivas y el muro interactivo (Figura 3).

**Figura 3. Jerarquización del uso de herramientas TIC**

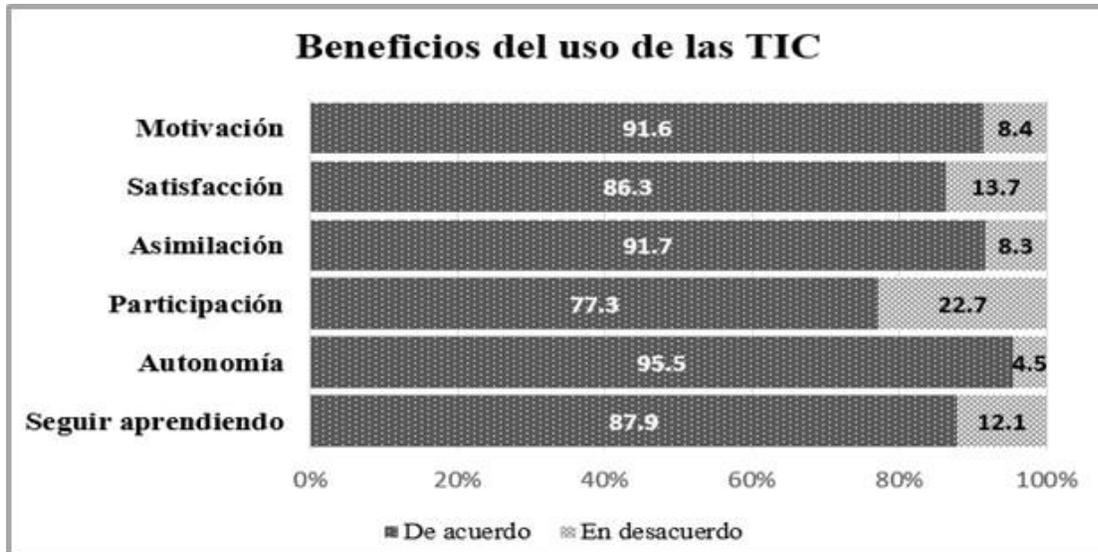


### 4. 3. Beneficios de las TIC

En este rubro se indagó sobre las percepciones de logro de un mayor nivel de motivación, satisfacción, asimilación de conocimientos, mayor posibilidad de participación, autonomía a lo largo del proceso y deseos por seguir aprendiendo. El porcentaje de la población con percepciones de que el uso de las TIC les redituó

beneficios en los aspectos antes señalados fluctuaron entre 77,3% y 95,5% (Figura 4).

**Figura 4. Beneficios del uso de las TIC**



#### 4. 4. Trabajo colaborativo

La percepción de los y las estudiantes sobre el trabajo colaborativo se valoró por medio de seis preguntas con respuesta de escala de 1 a 6, en cuyos extremos contenían una frase para el puntaje mínimo y para el puntaje máximo (Tabla 1), se observó que un porcentaje mayor al 50% de la población realizó una valoración positiva en los seis aspectos considerados para el trabajo colaborativo.

**Tabla 1. Rangos de las preguntas sobre el trabajo colaborativo**

Descriptor\puntaje	1	2	3	4	5	6	Descriptor
1. La colaboración en mi equipo fue							
Mala no hubo colaboración	0%	0,8%	3,8%	12,1%	22%	61,4%	Excelente todos colaboraron
2. Llegar a acuerdos en el equipo fue							
Muy difícil	0,8%	1,5%	6,1%	4,5%	31,8%	55,3%	Muy fácil
3. Mi participación en el equipo fue							
Mala. No hubo colaboración	0,8%	0,8%	0,8%	4,5%	16,7%	76,5%	Excelente. Participé de manera continua
4. Escuchar y comprender las opiniones de mis compañeros fue							
Nada provechoso	0%	0%	0,8%	5,3%	22,7%	71,2%	Muy provechoso
5. Las ideas que aporté							
Se ignoraban	0%	0%	0,8%	9,1%	18,9%	71,2%	Se escuchaban y analizaban
6. Esta forma de trabajar me parece							
Poco interesante	0,8%	0%	2,3%	12,9%	28,8%	55,3%	Muy interesante. Potencia mi esfuerzo

## 5. DISCUSIÓN

Al final de la intervención en el aula, los y las estudiantes identifican con mayor facilidad las estructuras de los grupos funcionales oxigenados presentes en los ejercicios que se les plantearon, pocos estudiantes se adelantaron en la revisión de los compuestos nitrogenados y lograron diferenciar en los principios activos a la amida de un grupo cetona, mientras que los demás los señalan como cetona sin considerar al nitrógeno presente. En cuanto al uso de la nomenclatura sistemática, quienes fueron constantes en su participación en la resolución de ejercicios se obtienen mejores resultados, aunque presentan dificultad en la identificación de ramificaciones complejas. Con base en lo anterior, se considera necesario revisar los ejercicios en Jamboard y los extraclase, para incrementar de forma gradual la complejidad de las estructuras.

De acuerdo con los comentarios que realizan sobre los videos, estos tienen un papel importante para la revisión anticipada de los contenidos, les facilita la construcción de un conocimiento significativo al aprovechar el potencial comunicativo de las imágenes, los sonidos y las palabras que estimulan los sentidos y los distintos estilos de aprendizaje.

Respecto del uso del muro Jamboard, promueve la interacción entre pares y con el o la docente, lo cual favorece en gran medida el trabajo colaborativo y la retroalimentación en forma directa.

En el caso de las herramientas interactivas se usan de dos tipos, una específica para la representación de las fórmulas químicas de los compuestos en sus variantes poligonal, desarrollada, semidesarrollada y su visualización 3D en ChemSketch, que tiene una versión libre con funcionalidad suficiente para este nivel educativo, y otra basada en el juego, Wordwall.

La aplicación ChemSketch tiene la limitante de funcionalidad en los sistemas operativos iOS y Windows de 32 bits. Sin embargo, los y las estudiantes encuentran otras alternativas, KingDraw para ambos sistemas operativos y la aplicación para celular Molecular Constructor, el estudiantado refiere que es una herramienta útil que les ayuda al aprendizaje del tema, les facilita la representación de las diversas fórmulas de los compuestos, comprenden cómo se unen y distribuyen los átomos en las moléculas.

En Wordwall se realizan actividades de asociación de imagen y texto, memorama y de juego de laberinto, entre otras; una de sus ventajas es que proporciona gráficos de los resultados obtenidos por los y las estudiantes, el número de intentos y no existe límite de usuarios. Las actividades interactivas de esta naturaleza se emplean para monitorear el aprendizaje antes, durante y después de clase, para evaluar en sus tres modalidades y los resultados en esta aplicación se reportan al término de la actividad.

Todas estas aplicaciones y actividades tienen un papel importante en la adquisición y aplicación de los contenidos, así como en la resolución de dudas y en la realimentación oportuna. Lo cual contribuye a que los y las estudiantes desarrollen habilidades de autoaprendizaje, autorregulación y metacognición.

La valoración sobre el trabajo colaborativo nos permite inferir que los alumnos y las alumnas perciben que su participación en las actividades es adecuada e incide en la obtención de buenos resultados en la tarea encomendada, lo cual es necesario que lo reflexionen e interioricen porque esta forma de trabajo es una estrategia que se desarrolla de manera paulatina, primero de forma individual comprometiéndose con las tareas y el aprendizaje propios y el de los demás; posteriormente se genera una interdependencia positiva por aprender con y de los demás, se promueve el desarrollo de habilidades para

saber escuchar las ideas de otros, ser crítico con las ideas propias y las expuestas por otros, reformular las opiniones de sus compañeras o compañeros, reconstruir su pensamiento, realizar procesos de análisis de reflexión para la toma de decisiones, así como el desarrollo y fortalecimiento de valores como el respeto, la tolerancia y la responsabilidad.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos son consistentes con los esperados, ya que los estudiantes logran identificar y diferenciar los grupos funcionales oxigenados en los diversos ejercicios planteados; sin embargo, no todos los estudiantes lo hacen en forma satisfactoria.

El modelo de aula invertida propicia en gran medida el trabajo activo de los estudiantes, en este caso la revisión anticipada de los temas a través de los vídeos, permite que se planteen preguntas y dudas mejor elaboradas y dirigidas hacia el tema en específico. De igual manera el empleo de los recursos TIC favorecen el trabajo colaborativo y por ende un apoyo académico y personal entre pares, logrando con ello mejores aprendizajes. Sin embargo, la deficiencia de conectividad en el hogar del estudiantado ocasiona retraso y un desempeño deficiente, que va más allá de la actitud propositiva que tienen.

Las sesiones sincrónicas en la aplicación Zoom facilitan el monitoreo del trabajo colaborativo, así como la resolución de dudas y la realimentación en tiempo real, de cada uno de los ejercicios presentados.

Por otra parte, la construcción de modelos y la comparación de las estructuras 3D en el programa ChemSketch y el realizado con material casero, favorece la comprensión de la representación nanoscópica de los com-

puestos. Las actividades interactivas lúdicas son un atractivo para los y las estudiantes, lo cual favorece el aprendizaje.

Con base en la experiencia del trabajo presencial previo a la pandemia, nos percatamos que la construcción de modelos moleculares y la visualización en 3D en el programa ChemSketch ayuda a visualizar detalles de las moléculas que en representaciones tradicionales no es posible lograr, por ello se retomó este recurso y se complementó con la construcción de las moléculas con material casero, que favoreció la comprensión de la representación nanoscópica de los compuestos. Las actividades interactivas lúdicas son un atractivo para los y las estudiantes, lo cual favorece el aprendizaje.

Al reflexionar sobre el trabajo colaborativo, en la pre pandemia notamos que los estudiantes realizaban la actividad en equipo, en la cual se integraba lo elaborado de manera individual, mientras que en las actividades propuestas sí se observó una colaboración entre pares durante las sesiones síncronas al resolver los ejercicios en la pizarra interactiva. Por ello, reconocemos que las actividades colaborativas son una estrategia que debe estar presente en cualquier secuencia didáctica, es una herramienta para el desarrollo humano, en el cual la interacción entre iguales permite aprender más que si lo hace de manera individual, permite la reflexión, la autoevaluación, la coevaluación, el desarrollo de actitudes y valores necesarias en la formación del ser y que son propias de las actividades sociales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arenas, F.; Meléndez, L., Castro, L. y Márquez, R. (2009). Uso de material didáctico en el proceso enseñanza aprendizaje en la nomenclatura química del carbono. X Congreso Nacional de Investigación Educativa, 21 al 25 de septiembre.

Veracruz, México. Recuperado de: <http://comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/carteles/1178-F.pdf>.

Casanova Cardiel, H. (Coord.) (2020). Educación y pandemia. Una visión académica. Presentación. Pp. 10-17. México: IISUE, UNAM. Recuperado de: <http://www.iisue.unam.mx/nosotros/covid/educacion-y-pandemia>.

De Loof, H. et al. (2021). Teachers' Motivating Style and Students' Motivation and Engagement in STEM: the Relationship Between Three Key Educational Concepts. *Res. Sci. Educ.*, 51, 109-127. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9830-3>. Fidalgo-Blanco, Á.; Sein-Echaluce, M. L. y García-Peñalvo, F. J. (2020). Ventajas reales en la aplicación del método de Aula Invertida-Flipped Classroom. *Zenodo*. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3610578>.

Hernández, S.; Lira, V., Morales D. y Olgún, G. (2009). Identificación de grupos funcionales en diferentes estructuras. Décimo Primer Simposio Estrategias Didácticas en el Aula, 27-29 mayo. Ciudad de México, México. Recuperado de: <https://bit.ly/3ucN3Hoc>.

Hernández-Silva, C. y Tecpan Flores, S. (2017). Aula Invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de Física. *Estudios pedagógicos*, 43(3), 193-204. Valdivia, Chile. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052017000300011>.

Love, B.; Hodge, A., Grandgenett, N. y Swift, A. W. (2014). Student learning and perceptions in a flipped linear algebra course. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 45(3), 317-324. DOI: <https://doi.org/10.1080/0020739X.2013.822582>.

OECD (2008). Encouraging student interest in science and technology studies. En Global

science forum. París, Francia: Organization for Economic Cooperation and Development.

Potvin, P. y Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: a systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85-129, DOI: 10.1080/03057267.2014.881626.

Ramírez, M. (2014). Una propuesta didáctica para mejorar el proceso enseñanza aprendizaje de los grupos funcionales oxigenados, en grado once. Tesis de Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/51815/31959350.2014.pdf?sequence=1>.

Sointu, E.; Hyypiä, M., Lambert, M. C., Hirsto, L., Saarelainen, M. y Valtonen, T. (2022). Preliminary evidence of key factors in successful flipping: predicting positive student experiences in flipped classrooms. *Higher Education*, 1-18. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10734-022-00848-2>.

Tang, T.; Abuhmaid, A. M., Olaimat, M., Oudat, D. M., Aldhaeabi, M. y Bamanger, E. (2020). Efficiency of flipped classroom with online-based teaching under covid-19. *Interactive Learning Environments*, 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1817761>.

Zaragoza, E.; Orozco, L., Macías, J., Núñez, M., Gutiérrez, R., Hernández, D., Navarro, C., De Alba, M., Villalobos, R., Gómez, N., Cerda, R., Gutiérrez, A. y Pérez, K. (2016). Estrategias didácticas en la enseñanza-aprendizaje: lúdica en el estudio de la nomenclatura química orgánica en alumnos de la Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco. *Educación Química*, 27, 43-51. UNAM, Facultad de Química. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.09.005>.



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-Compartir Igual 4.0 Internacional. Atribución: debe otorgar el crédito apropiado a la Universidad Tecnológica Metropolitana como editora y citar al autor original. Compartir igual: si reorganiza, transforma o desarrolla el material, debe distribuir bajo la misma licencia que el original.