

EVALUACIÓN DE LA  
FUNCIONALIDAD DE  
ALGUNOS OBJETOS  
VIRTUALES DE  
APRENDIZAJE **(OVA)** EN LA  
ENSEÑANZA, APRENDIZAJE  
Y EVALUACIÓN DE LA  
QUÍMICA ORGÁNICA

---

Evaluation of the functionality of some Virtual Learning  
Objects (OVA) in the teaching, learning, and assessment of  
organic chemistry

...

Avaliação da funcionalidade de alguns Objetos Virtuais de  
Aprendizado (OVA) no ensino, aprendizado e avaliação da  
química orgânica


---

Por:

**John Andersson Gómez Soto<sup>1</sup>**

Institución Educativa INEM Jorge Isaacs, Cali, Colombia.

asesorprae@gmail.com

 ID: 0000-0002-0005-5664

---

**Recepción:** 25/07/2019 • **Aprobación:** 20/08/2020

**Resumen:** Utilizando el “Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)” propuesto por Punya Mishra y Matthew Koehler (2006) como estructura teórica, se realiza la aplicación y evaluación de la funcionalidad de algunos Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) diseñados para la enseñanza de la química orgánica. Los resultados obtenidos permitieron establecer que si bien los OVA utilizados incidieron positivamente en la estructuración de los conceptos trabajados, estos no favorecen la articulación entre las estructuras representativas de las funciones oxigenadas con sus propiedades fisicoquímicas. De la misma manera, tampoco tuvieron en cuenta los criterios propios del conocimiento pedagógico tecnológico ni de contenido en el área de la enseñanza de la química para el diseño y construcción de los OVA. Frente a esto se hacen algunas recomendaciones específicas a partir de preguntas orientadoras al momento de diseñar, construir y aplicar diferentes OVA en el aula de clases para la enseñanza de las ciencias naturales.

**Palabras claves:** Conocimiento pedagógico y tecnológico de contenido; Objeto Virtual de Aprendizaje; Modelación; Representación.

**Abstract:** Using the “Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)” proposed by Punya Mishra and Matthew Koehler (2006) as a theoretical structure, the application and evaluation of the functionality are done by some OVA designed for the teaching of organic chemistry. The results obtained allowed us to establish that although the OVA used had a positive effect on the structuring of the concepts studied, they do not contribute to the articulation between the representative structures of the oxygenated functions with their physicochemical properties. In the same way, they did not take into account the criteria of technological pedagogical knowledge or content in the area of chemistry teaching for the design and construction of OVA. We make some specific recommendations based on guiding questions when designing, building and applying different OVAs in the classroom for the teaching of natural sciences.

**Keywords:** Pedagogical and technological content knowledge; Virtual Learning Object; Modeling; Representation.

**Resumo:** Utilizando o “Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)” proposto por Punya Mishra e Matthew Koehler (2006) como estrutura teórica, foi realizada a aplicação e avaliação da funcionalidade de alguns OVA desenhados para o ensino da química orgânica. Os resultados obtidos permitiram estabelecer que os OVA utilizados incidiram positivamente na estruturação dos conceitos trabalhados, estes não favorecem a articulação entre as estruturas representativas das funções oxigenadas com suas propriedades físico-químicas. Da mesma maneira, não se tiveram em conta os critérios próprios do conhecimento pedagógico tecnológico nem de conteúdo na área do ensino da química para o desenho e construção da OVA. Frente disto se fazem algumas

recomendações específicas a partir de perguntas orientadoras no momento de desenhar, construir e aplicar diferentes OVA na sala de aula para o ensino das ciências naturais.

**Palavras chave:** Conhecimento pedagógico e tecnológico; Objeto Virtual de Aprendizado; Modelação; Representação.

**Procedencia:** Este artículo recibió financiación de Colciencias en el marco del proyecto de investigación: *La innovación educativa desde el uso y apropiación de los contenidos educativos digitales* (CI 5281).



Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

---

### *¿Cómo citar este artículo? / How to quote this article?*

Gómez Soto, J. A. (2018). Evaluación de la funcionalidad de algunos Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) en la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la química orgánica. *Praxis, Educación y Pedagogía*, (2), 36-61. DOI: [10.25100/praxis\\_educacion.v0i2.7801](https://doi.org/10.25100/praxis_educacion.v0i2.7801)

## Introducción

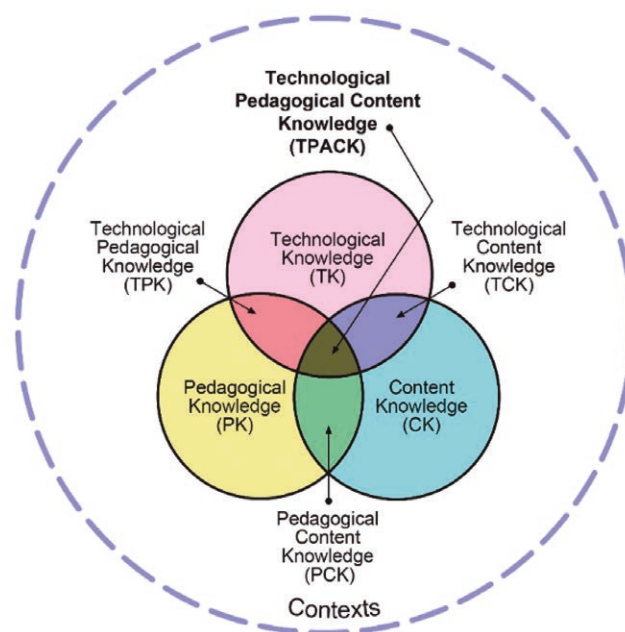
En el marco del proyecto de investigación llamado: *La innovación educativa desde el uso y apropiación de los contenidos educativos digitales* (CI 5281), financiado por Colciencias y llevado a cabo en varias instituciones educativas oficiales, se presenta la siguiente sistematización como una reflexión crítica desde un punto de vista investigativo, esto producto de un proceso de intervención que tuvo como objetivo evaluar la funcionalidad de unos Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) llamados: ¿En qué se parecen los alcoholes, fenoles y éteres? ¿En qué se parecen los aldehídos y las cetonas? ¿Por qué los ácidos carboxílicos son ácidos débiles?

Este documento se compone esencialmente de tres partes fundamentales, la primera está relacionada con la planificación del proceso de investigación, en este apartado entra el “Technological Pedagogical Content Knowledge”, como marco conceptual estructural del proceso, el diseño metodológico utilizado en la construcción y ejecución de la propuesta pedagógica, así como el planteamiento del problema de investigación y la hipótesis. La segunda parte está compuesta de los resultados de la aplicación y su respectivo análisis en aspectos como: el aporte de los OVA al proceso de intervención pedagógica, la comprensión conceptual y estructural del grupo funcional, y el relacionamiento de las representaciones estructurales con el lenguaje descriptivo en la

química orgánica. La tercera parte, son las conclusiones a las que se llega al final de todo el proceso, estas consisten en algunas observaciones y recomendaciones frente a los aspectos esenciales que deben tenerse en cuenta para el diseño, desarrollo y aplicación de las diferentes herramientas digitales con las que se pretende enseñar la química orgánica, más precisamente teniendo en cuenta el conocimiento pedagógico del contenido, generando interrogantes para futuras investigaciones.

## El “Technological Pedagogical Content Knowledge”, como marco conceptual y estructural de este proceso

La base teórica y conceptual sobre la que se llevó a cabo el presente proceso está enmarcada dentro de la propuesta de Punya Mishra y Matthew Koehler (2006) llamada “Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (Technological Pedagogical Content Knowledge - TPACK), el cual surge de la comprensión de las interacciones entre múltiples contenidos, estrategias pedagógicas y conocimientos tecnológicos. Implica la comprensión de los conceptos disciplinares, las tecnologías propias para su desarrollo y comunicación, así como las técnicas pedagógicas necesarias para enseñar o desarrollar procesos de manera constructiva en el aula, y en lo posible, de forma diferenciada según las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. Hace referencia al conocimiento de las dificultades que pueden obstaculizar el aprendizaje o construcción de un determinado concepto por su lenguaje y simbología, formas de representación, tipo de relaciones con otros campos y su aplicabilidad a la vida cotidiana y la manera como la tecnología asume un rol mediador para superar las limitaciones y facilitar el aprendizaje significativo, convirtiéndose entonces en nuevas epistemologías y fortaleciendo las ya existentes (Mishra y Koehler, 2006; 2008). Esto quiere decir que a continuación se desglosarán cada uno de los componentes que forman parte del modelo TPACK, componentes que interactúan entre sí como lo muestra la Figura 1:



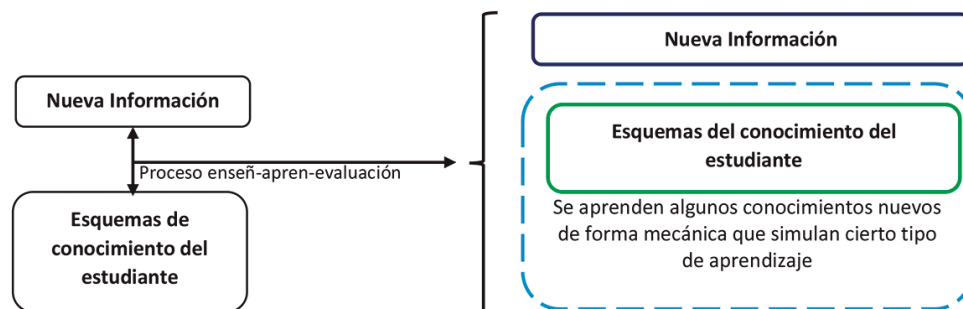
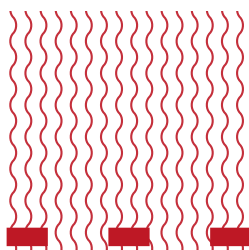
**Figura 1.** Representación del modelo TPACK.  
**Fuente:** Tomado de: <http://tpack.org/>

## Conocimiento del contenido (Content Knowledge - CK)

Es el conocimiento del campo propio de la materia o asignatura de estudio. En este caso se abordó dentro del campo de la química orgánica desde el tópico disciplinar llamado “funciones oxigenadas”, más precisamente los alcoholes, fenoles, aldehídos, cetonas, éteres y ácidos carboxílicos. Precisamente se abordaron sus reglas de nomenclatura IUPAC y se trató de establecer una relación entre la estructura molecular, su nomenclatura y sus propiedades fisicoquímicas. Este tipo de conocimiento permitió acceder a las fichas técnicas de algunas sustancias para sus aplicaciones en la vida cotidiana. Esto de entrada requiere que los estudiantes comprendan fundamentalmente en qué consiste un grupo funcional o función química y la forma en como estos difieren de acuerdo a su estructura molecular.

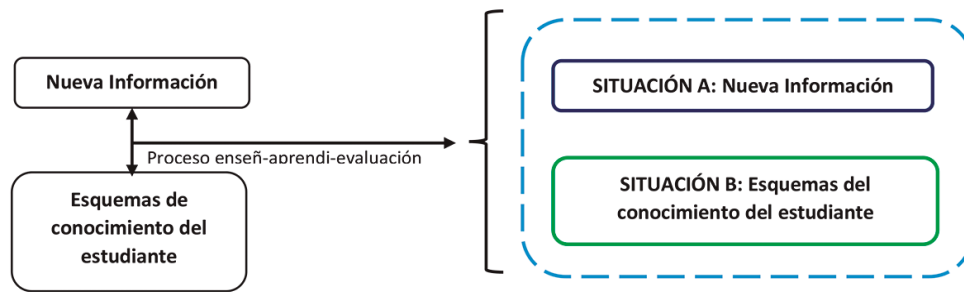
## Conocimiento pedagógico (Pedagogical Knowledge - PK)

Este es el conocimiento propio de los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación. Como se dijo en el apartado anterior, para desarrollar este proceso, fue necesario conocer las ideas que tenían los estudiantes sobre grupo funcional o función química, y si reconocían o tenían algún tipo de experiencia previa con las funciones oxigenadas. Ahora bien, para esto se tomaron los aportes de Rosario Cubero (1989) y sus recomendaciones sobre cómo trabajar con las ideas de los alumnos. Esto se tiene en cuenta desde el presupuesto que para que haya un adecuado aprendizaje significativo, es necesario contar con este tipo de concepciones por su coherencia interna, su estabilidad en el tiempo y sus características comunes entre cada uno de los estudiantes. Teniendo en cuenta el siguiente esquema adaptado de Cubero (1989) (ver Figuras 2, 3 y 4), se analizaron pedagógicamente los cuestionarios exploratorios para saber el nivel de los conocimientos previos de los estudiantes.

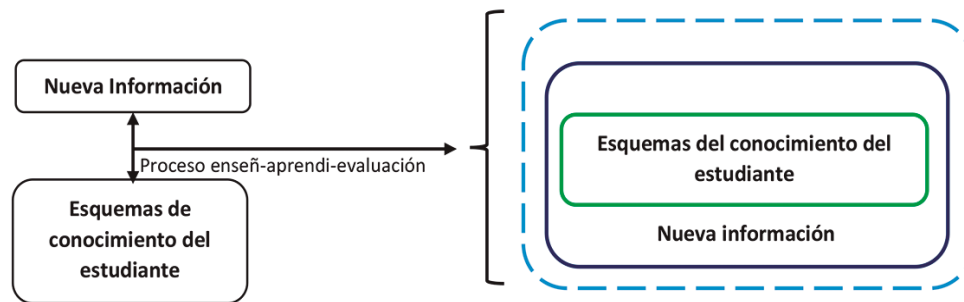


**Figura 2.** Nivel 1 de aprendizaje donde la nueva información no logra integrarse con los esquemas previos de conocimiento del estudiante.

**Fuente:** Elaboración propia.

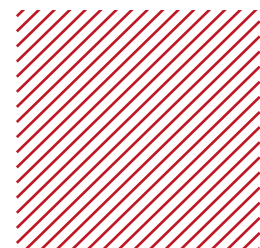


**Figura 3.** Nivel 2 de aprendizaje, donde la nueva información se incorpora en los esquemas de conocimiento de los estudiantes pero sigue estando compartimentada o fragmentada de cierta manera, es decir que podría existir una integración en el mejor de los casos, parcial.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 4.** Nivel 3 de aprendizaje, donde la nueva información se incorpora en los esquemas de conocimiento de los estudiantes de forma integrada de forma completa.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Como puede observarse, en el nivel 1 de aprendizaje (ver Figura 2) la nueva información interactúa con los esquemas de conocimiento que el estudiante posee en ese momento, esto producto de sus interacciones sociales (Lacolla, Meneses Villagrà, y Valeiras, 2013), y después del proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación, la nueva información no logra integrarse de forma consistente a sus esquemas, por tanto esta es temporal, mecánica, fragmentada y carente de significado. Usualmente se disfraza con la memorización de algunos términos técnicos nuevos en el léxico del estudiante, pero no serán un indicador significativo de aprendizaje. En el nivel 2 (ver Figura 3), la nueva información se integra de forma parcial o con cierto tipo de compartimentación, y esto se demuestra cuando ellos deben extrapolarla a situaciones diferentes a las puestas en práctica en la situación A o la situación B, presentando dificultades para inferir de forma significativa al respecto. El nivel 3 de aprendizaje (ver Figura 4) corresponde a una situación donde no existen impedimentos para desarrollar inferencias y resolver situaciones



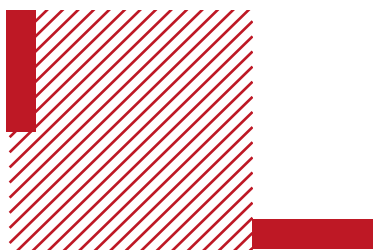
donde se tengan que aplicar los conocimientos aprendidos, ya que se han integrado adecuadamente a sus esquemas de pensamiento. En caso de haber dificultades, los estudiantes tratarán de superarlas siendo conscientes de su existencia. Generalmente, este tipo de aprendizaje es de alguna manera permanente en el tiempo a través de los esquemas mentales (Rodríguez Palmero y Moreira, 2002), y se convertirán en base fundamental para continuar evolucionando conceptualmente a partir de los cambios representacionales en sus futuros aprendizajes (Rodríguez Palmero y Moreira, 2002). Estos niveles de aprendizaje preestablecidos, serán el instrumento pedagógico fundamental para analizar el estado cognitivo de los estudiantes con respecto a la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las funciones oxigenadas. Las decisiones pedagógicas tomadas al respecto frente a este tipo de contenido se especificarán en el siguiente apartado y en otros que se mostrarán más adelante.

### **Conocimiento pedagógico del contenido (Pedagogical Content Knowledge - PCK)**

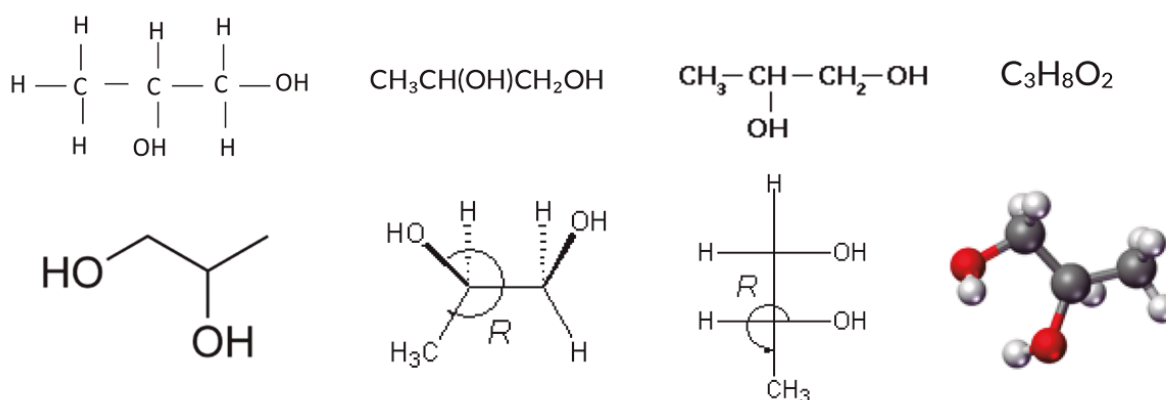
Para este caso en el estudio de las estructuras de las funciones oxigenadas, es importante estudiar la forma como los estudiantes construyen sus representaciones moleculares, de qué manera las usan en contextos de la vida cotidiana, qué procesos mentales están implicados al respecto y cómo son aprovechadas en las diferentes prácticas pedagógicas por lo maestros con el fin de generar procesos de aprendizaje significativo, constituyen la orientación básica de este campo de estudio (Tamayo-Alzate, 2013).

La tendencia a construir representaciones del mundo natural o el que los rodea es una característica innata de los seres humanos. Para el caso de la escuela, los maestros en su intento de comunicar de la mejor manera determinados mensajes que en muchas ocasiones son abstractos y exigen un mínimo de conocimientos previos para ser comprendidos significativamente, interpretan de forma teórica a través de modelos los fenómenos de la naturaleza, los cuales tienen un doble propósito, primero recuperar las ideas principales, y segundo construir una explicación consistente (Gómez-Galindo, 2013). Para el caso de los estudiantes, las acciones que se movilizan en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación a través del uso de las representaciones tienen que ver

con la abstracción e idealización de fenómenos o sistemas, sus relaciones y propiedades, la descripción y análisis de su estructura interna, el conocimiento de su composición y la predicción de eventuales sucesos (Gómez-Galindo, 2013). Sin embargo, utilizar las representaciones puede implicar que los maestros sean conscientes de las dificultades que puede conllevar su uso, por ejemplo, aquellas relacionadas



con la exigencia de conocimientos previos, con los múltiples modelos existentes para un mismo concepto-fenómeno o estructura, la ausencia de convenciones y escalas, y sus cambios al momento de la explicación (Gómez-Galindo, 2013). Un ejemplo de esto se muestra a continuación con la molécula 1,2 propanodiol (ver Figura 5), donde se puede observar diferentes clases de representaciones, en las que cada una corresponde a subsistemas de conocimientos requeridos que, al integrarse en el estudio de algún fenómeno, formarán un complejo sistema de conocimientos propios de la química orgánica.



**Figura 5.** Conjunto de representaciones para la molécula 1,2 propanodiol.

## Conocimiento tecnológico (TK)

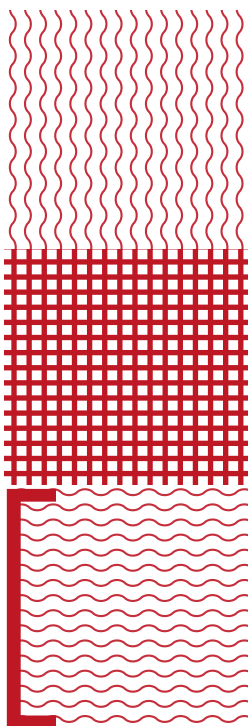
Es el conocimiento necesario para la utilización de diferentes tipos de tecnología, desde la más convencional como tiza, tablero y marcador, hasta la más innovadora y actualizada. Hace referencia a las habilidades necesarias para manejar tecnologías particulares como el uso de artefactos, equipos y tecnología digital (Internet, navegadores especializados, software, hardware etc) (Chai, Koh, & Tsai, 2013). También implica su visión integral y un respectivo criterio de uso actualizado. De acuerdo a la propuesta pedagógica desarrollada, los conocimientos tecnológicos requeridos para el desarrollo de todo el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación, fueron: dominio de un paquete de office, en este caso, la que proporciona Microsoft: Word, Power Point, Publisher. Utilización de diferentes formatos de imágenes como: Joint Photographic Experts Group (JPEG o JPG); Portable Network Graphics (PNG); Graphics Interchange Format (GIF). Acceso y descarga de información en plataformas con Lenguaje de Marcas de Hipertexto (HTML). Instalación y manejo de video proyector o video bem de tecnología de cristal LCD que permite conectar bajo cualquier sistema operativo de última tecnología la proyección de imágenes, textos y videos con sonido incorporado en los formatos anteriormente mencionados u otros.



## Conocimiento tecnológico del contenido (TCK)

Los modeladores moleculares en química orgánica constituyen una herramienta potencial para construir las diferentes representaciones estudiadas. Estos tipos de programas se conocen como editores de moléculas. Su propósito es facilitar el ingreso de moléculas al sistema digital de los computadores a

través del uso del hardware (Teclado, mouse etc), y actualmente también mediante el uso de la pantalla táctil. Los editores de moléculas se usan para crear representaciones químicas, principalmente moléculas que se buscan en bases de datos químicas para calcular sus propiedades físicas y químicas (Ertl y Bienfait, 2013). Para este caso se utilizó el editor molecular JSME el cual es libre y está escrito en un lenguaje programático de JavaScript. JSME es una versión mejorada de la versión anterior llamada JME, el cual estaba escrito en Java.



## Conocimiento pedagógico tecnológico (TPK)

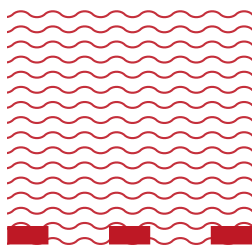
El uso de las tecnologías de la informática y la comunicación (TIC) siempre estarán precedidas por propósitos pedagógicos que sean tendientes a mejorar la calidad educativa de los procesos pedagógicos. La razón de ser de las TIC tiene que ver con la posibilidad de solventar algunas necesidades que desde el mundo concreto se configuran como una dificultad. Esto le abre paso a una concepción emergente a los objetos de aprendizaje utilizados en el aula y fuera de ella: los Objetos Virtuales de Aprendizaje. Algunas investigaciones y diversos autores omiten el término virtual, llamándolos sólo “Objetos de Aprendizaje (OA)” o “Learning Object (LO)”. Los OVA son unidades de contenidos o temáticas, que se componen de materiales digitales interactivos con propósitos pedagógicos específicos a partir de la estructuración estratégica de actividades (Feria-Marrugo y Zúñiga-López, 2016). Los OVA son herramientas mediadoras del conocimiento que permiten una exposición y uso didáctico de los contenidos, teniendo en cuenta diferentes formas representativas de sus recursos audiovisuales interactivos (Feria-Marrugo y Zúñiga-López, 2016). Para este proceso investigativo, sí es importante incluir dicho término, debido a que al pasar de lo concreto (tangible) a lo digital (intangible), los procesos imaginativos, las ideas del mundo físico, la espacialidad y la temporalidad tienen una transformación significativa (Martínez, Cecenas, y Ontiveros, 2014). No es lo mismo construir una molécula orgánica utilizando objetos concretos y palpables que tener una interfaz digital

con un conjunto de iconografías a disposición para interpretar e interiorizar su funcionamiento. Por tanto, lo virtual se caracteriza por proporcionar nuevas posibilidades comunicativas, replantear las relaciones individuo-conocimiento, construir una nueva concepción de lo real, redimensionar las potencialidades o posibilidades de impacto con respecto a lo físico o concreto (Hermansen-Leiva y Olguín-Vilches, 2017).

### **Sobre el diseño metodológico investigativo utilizado en la construcción y ejecución de la propuesta pedagógica**

Para este caso se trabajó a través de un método de investigación mixto que permitió hacer análisis de datos cualitativos y cuantitativos transformándolos en información valiosa para la implementación de los OVA en el aula de clases. Específicamente es un método cuasi experimental o aplicado de tipo longitudinal (Bono, Núñez, y Arnau, 2017). Es decir, se desarrolló un esquema de trabajo en el que se estudió el impacto de las estrategias pedagógicas implementadas con la ayuda de los OVA. Dicho impacto fue medido con la aplicación de dos instrumentos al principio y al final, analizando al mismo tiempo, la forma como fueron ocurriendo los cambios durante el proceso en un grupo de estudiantes de grado 11° de la modalidad técnico ambiental. Dichas mediciones se realizaron con el fin de saber las concepciones de los estudiantes con respecto al estudio de la estructura de las moléculas orgánicas y sus diferenciaciones, que para este caso correspondieron a las funciones oxigenadas. Es de conocimiento del investigador que los estudiantes hasta antes de la aplicación del pre-test no habían interactuado con ningún tipo de objeto virtual de aprendizaje. Los datos obtenidos se procesaron en Microsoft Excel. Se presume que, en este caso, la incorporación de las tecnologías de la informática y la comunicación enunciadas anteriormente, permitieron realizar una movilización cognitiva a partir de la utilización de modelos representacionales que favorecieron el aprendizaje significativo al respecto (Romero-Ariza y Quesada-Armenteros, 2014). Al final, los estudiantes debieron construir una infografía digital en la que expusieron las sustancias que forman parte de algún producto de uso cotidiano analizando sus atributos y restricciones. Cabe aclarar que, para construir esta producción, los estudiantes debieron conocer los sistemas representacionales y los grupos funcionales trabajando en esta unidad.

Tanto para el pre-test y el pos-test en las preguntas 1 y 4 (ver Anexo 1), se aplicó una prueba de bondad y ajuste de una sola muestra (Chi cuadrado  $X^2$ . Ver Figura 6 - ecuación), en dos pruebas idénticas e independientes con un número  $k$  de resultados posibles en cada una (Monge y Juan-Pérez, 2003).



$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(F_{o_i} - F_{e_i})^2}{F_{e_i}}$$

**Figura 6.** Estadístico utilizado para la prueba de bondad y ajuste con K-1 grados de libertad a un 95% de confianza.

En la pregunta 2 se quiso poner a prueba la capacidad que tienen los estudiantes para identificar los grupos funcionales presentes en ella. No se les solicitó escribir el nombre de la molécula, ni mucho menos que referenciaran de qué tipo era (azúcar simple, compleja, hidrocarburos etc.). En la pregunta 3 se deseaba identificar el nivel de comprensión que tienen los estudiantes sobre las diferentes formas representacionales en la química orgánica, y sobre todo sus conexiones, ya que estas forman parte de un sistema más complejo en el cual está inserto el lenguaje sistemático de la nomenclatura orgánica.

### El problema de investigación y la hipótesis

Con respecto a la enseñanza de la química orgánica, una de las grandes dificultades que tiene su enseñanza y aprendizaje, es la comprensión significativa de sus algoritmos para la caracterización y diferenciación de diversas moléculas y sus propiedades dependiendo de los grupos funcionales que las conforman. En ese sentido, se llevó a cabo un proceso pedagógico en el aula que permitió encontrar las semejanzas y diferencias entre los alcoholes, fenoles, aldehídos, cetonas, éteres y ácidos carboxílicos, con la ayuda de algunos objetos virtuales de aprendizaje, para esto el problema de investigación abordado en el aula fue:

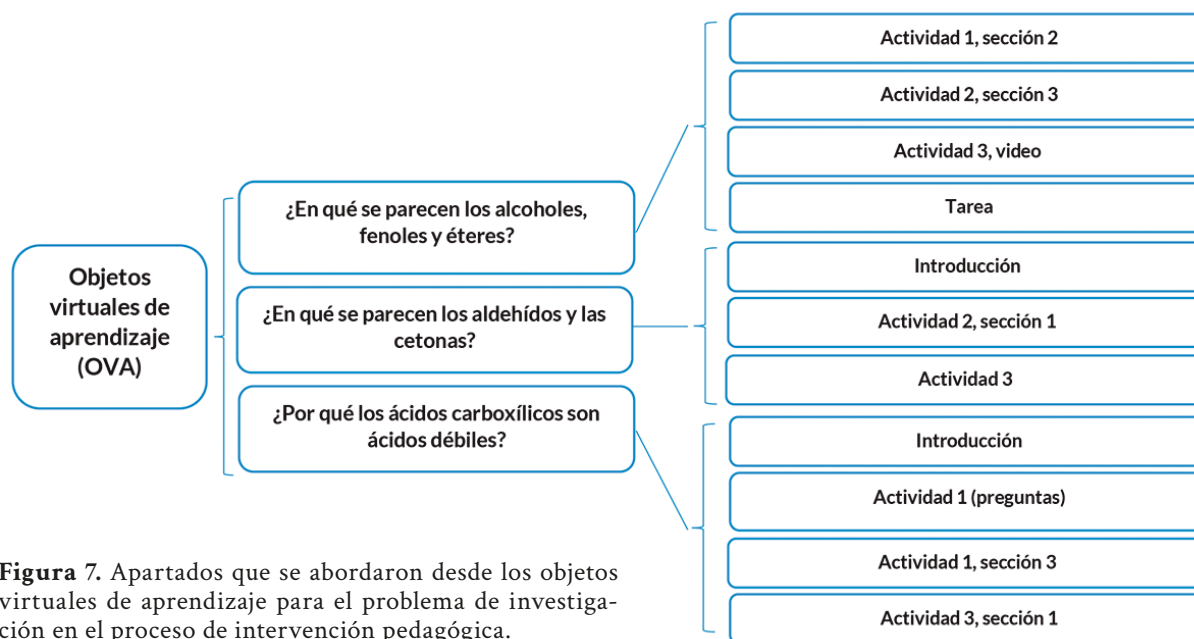
¿De qué forma los objetos virtuales de aprendizaje utilizados en este proceso contribuyen al desarrollo significativo del aprendizaje de la química orgánica a través de la determinación de las diferencias y semejanzas entre cada una de las funciones oxigenadas, teniendo en cuenta su estructura molecular y su relación directa con las propiedades físicas y químicas?



Con respecto a la pregunta de investigación, la hipótesis de trabajo consistió en que en la medida que se favoreciera la interacción modelativa o representacional con diversas herramientas concretas y digitales, los estudiantes comprenderían sus semejanzas y diferencias, lo cual contribuiría al relacionamiento directo de la estructura molecular con sus propiedades físicas y químicas.

## Resultados obtenidos del proceso de intervención pedagógica y su respectivo análisis

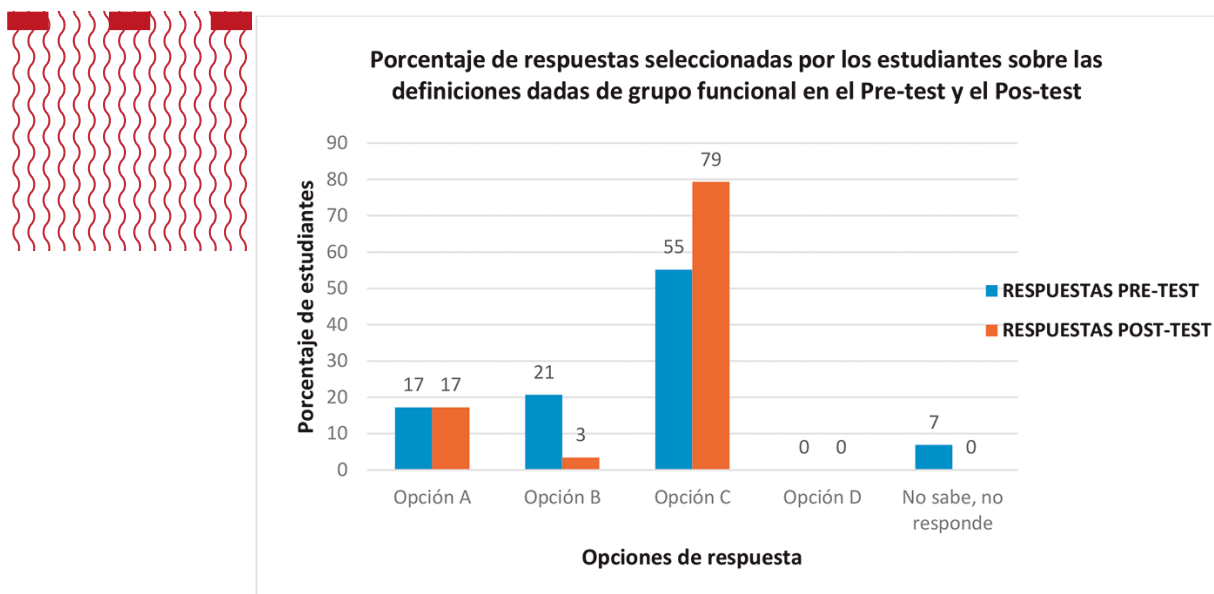
En el siguiente esquema (ver Figura 7) se muestran los apartados de los OVA que para el propósito de esta investigación contribuyeron a trabajar sobre el problema planteado, aportando posibilidades pedagógicas de desarrollar actividades de enseñanza, aprendizaje y evaluación en el aula:



**Figura 7.** Apartados que se abordaron desde los objetos virtuales de aprendizaje para el problema de investigación en el proceso de intervención pedagógica.

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo a la concepción de grupo funcional, se puede observar en la Figura 8 una tendencia por seleccionar la opción C, la cual es la correcta y describe que un grupo funcional es un átomo o conjunto de átomos unidos a una respectiva molécula, siendo responsables de la reactividad y propiedades químicas de los compuestos orgánicos. Esto muestra que más de la mitad de los estudiantes, es decir el 55%, en el momento de la aplicación del pre-test, tenían las nociones conceptuales necesarias para distinguir el significado de grupo funcional. Al final del micro proceso, se pudo evidenciar un avance donde el 79% distingue de forma adecuada la connotación de los grupos funcional.

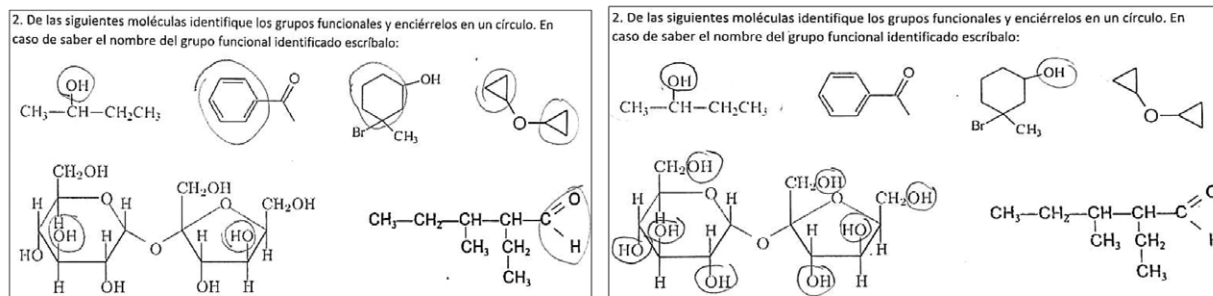


**Figura 8.** Respuestas seleccionadas por los estudiantes sobre las definiciones dadas de grupo funcional en el Pre-test y el Pos-test  
**Fuente:** Elaboración propia.

Adicionalmente a los datos obtenidos en la anterior gráfica, se aplicó una prueba de bondad y ajuste (Monge y Juan-Pérez, 2003) para corroborar que efectivamente no correspondían a una distribución normal y que como al tener una sola opción correcta, se esperaba que los estudiantes en su gran mayoría escogieran la opción C. Frente a esto se trabajó con una significancia de 0,05 y 3 grados de libertad, lo que arrojó un  $X^2$  teórico de 7,8147, para un total de 29 estudiantes. En comparación con el un  $X^2$  calculado en el pre-test que fue de 19,9630, se puede observar una diferencia significativa, por tanto, se comprueba la hipótesis alternativa mencionada anteriormente. Se puede observar que para el caso del pos-test, el  $X^2$  calculado aumentó significativamente arrojando un resultado de 47,5517 como se puede ver más adelante en la Tabla 1.

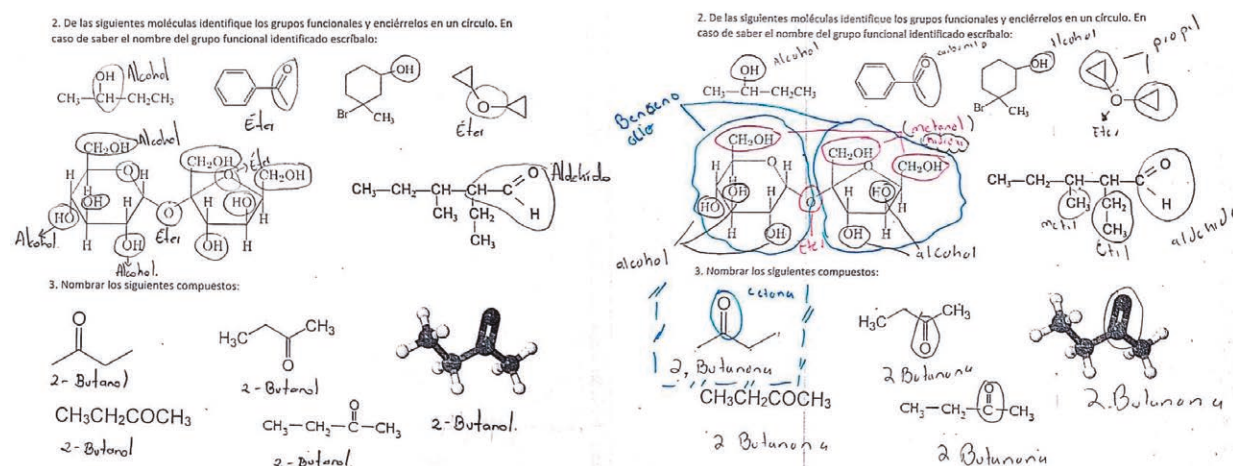
Sin embargo, pese a la tendencia de los resultados anteriores, se realizó una comparación entre aquellos estudiantes que seleccionaron la opción correcta sobre la definición de grupo funcional en la primera pregunta y la respectiva identificación estructural exigida en la segunda pregunta del instrumento, tanto para el pre-test como para el pos-test. Este análisis se hizo de forma cualitativa, y se pudo constatar que lo solicitado en la segunda pregunta constituyó un nivel mayor de complejidad, por tanto para el caso del pre-test, si bien el grupo funcional que más fácil identificaron algunos estudiantes fue el alcohol, muchos tuvieron dificultades para remarcarlo dentro de una molécula polifuncional, y después de una revisión detallada se pudo comprobar que no existen diferencias

significativas en la identificación estructural de los grupos funcionales entre los que respondieron correcta e incorrectamente la pregunta 1 como se muestra en el siguiente ejemplo (ver Figura 9):

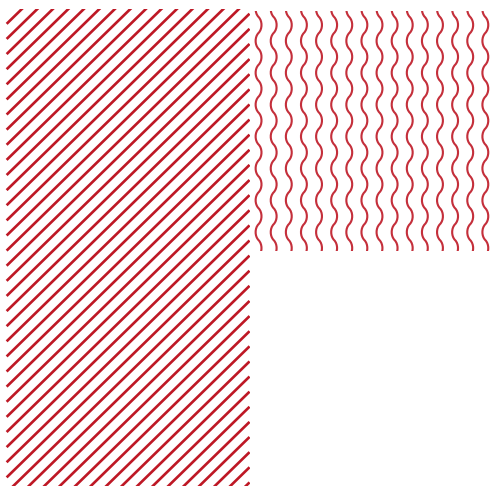


**Figura 9.** Ejemplos de respuesta de la pregunta 2 en estudiantes que respondieron de forma incorrecta (lado izquierdo) y correcta (Lado derecho) la pregunta 1.

Las representaciones estructurales forman parte de los fundamentos sistemáticos de la química orgánica, en este caso, se buscaba estimar la comprensión de esta característica en las concepciones de los estudiantes, sin embargo, como se puede observar en la Figura 9, de manera general los estudiantes presentaban falencias en el reconocimiento estructural de las diferentes funciones oxigenadas en moléculas simples y medianamente complejas como los carbohidratos utilizados en el instrumento. El ejemplo mostrado en la Figura 10, fue tomado del pos-test de dos estudiantes que se han caracterizado por un alto desempeño académico a lo largo del año escolar y durante todo su bachillerato. Como se puede observar aquí, a pesar de dicha condición estos estudiantes siguen presentando algunas confusiones sistemáticas para la identificación de los grupos funcionales en moléculas simples y complejas, sobre todo cuando las representaciones se alternan en sus diversas modalidades (líneas y ángulos, semidesarrollada, varillas y esferas, condensada, etc).



**Figura 10.** Ejemplos tomados de estudiantes con un alto rendimiento académico a lo largo del año escolar.



En la pregunta número 3 de la primera aplicación del cuestionario (Pre-test), 11 de los 29 estudiantes pudieron identificar al menos la cadena principal de carbonos al utilizar el prefijo But, pero presentaron falencias significativas al identificar el grupo sustituyente de la cadena principal y su respectiva ubicación. Las fallas principales consistieron en la confusión del doble enlace del oxígeno y el carbono del grupo carbonilo ( $C=O$ ), con un doble enlace carbono-carbono ( $C=C$ ) asignándole al nombre sistemático de la molécula el sufijo propio de los alquenos (-eno). Los 18 estudiantes restantes no respondieron nada en dicho punto. Como se estableció en el diseño del cuestionario, las 5 representaciones son diferentes pero son la misma molécula (2-butanona), por tanto, si se identificaba de forma consistente el nombre de la molécula de una de esas 5, bastaba con traducir la estructura de las demás a esa misma representación con la que se identificó de forma correcta dicho nombre sistemático. En la segunda aplicación del cuestionario (Pos-test), como puede observarse en el lado izquierdo de Figura 10, a pesar de que el estudiante identificó de forma adecuada la cadena principal y la ubicación del grupo carbonilo, confundió los grupos sustituyentes aldehído y cetona. Sin embargo, en cuanto a la comprensión de las diferentes representaciones dentro de un mismo sistema de conocimientos, se puede ver que reconoce que todas las 5 moléculas son equivalentes a las cuales les asignó el mismo nombre. Esta forma de proceder resultó muy frecuente en las respuestas a la pregunta 3 encontradas en la aplicación del pos-test. El estudiante del lado derecho de la Figura 10, responde de forma correcta la pregunta número 3 y es un poco más descriptivo en la segunda pregunta a pesar de presentar algunas imprecisiones al respecto, por ejemplo, confunde los anillos del benceno con la hexosa y pentosa que conforman el carbohidrato plasmado allí.

Al final, 10 estudiantes respondieron de forma correcta la tercera pregunta, 12 identificaron que se trataba de la misma molécula pero respondieron de forma incorrecta, 4 estudiantes no lograron identificar que se trataba de la misma molécula y sus respuestas fueron incorrectas, y 3 estudiantes no respondieron nada en dicho punto.

TIPO DE OPCIÓN	AFIRMACIÓN SOBRE GRUPO FUNCIONAL	CHI CUADRADO PRE-TEST				CHI CUADRADO POS-TEST			
		RESPUESTAS PRE-TEST	% RESP	Frecuencia Esperada	(Fo-Fe)2/Fe	RESPUESTAS POST-TEST	% RESP	Frecuencia Esperada	(Fo-Fe)2/Fe
Opción A	El grupo funcional es un tipo de átomo unido a una respectiva molécula, siendo responsables de la reactividad y propiedades químicas de los compuestos orgánicos.	5	17	6,75	0,454	5	17	7,25	0,698
Opción B	El grupo funcional es un átomo o conjunto de átomos unidos a una respectiva molécula, que no tiene relación con la reactividad y propiedades químicas de los compuestos orgánicos.	6	21	6,75	0,083	1	3	7,25	5,388
Opción C	El grupo funcional es un átomo o conjunto de átomos unidos a una respectiva molécula, siendo responsables de la reactividad y propiedades químicas de los compuestos orgánicos.	16	55	6,75	12,676	23	79	7,25	34,216
Opción D	El grupo funcional es un tipo de átomo unido a una respectiva molécula, que no tiene relación con la reactividad y propiedades químicas de los compuestos orgánicos	0	0	6,75	6,750	0	0	7,25	7,250
No sabe, no responde	No tienen ninguna marca de selección de alguna de las opciones. Este caso sólo se dio en el pre-test	2	7	X <sup>2</sup> Calculado	19,9630	0	0	X <sup>2</sup> Calculado	47,5517

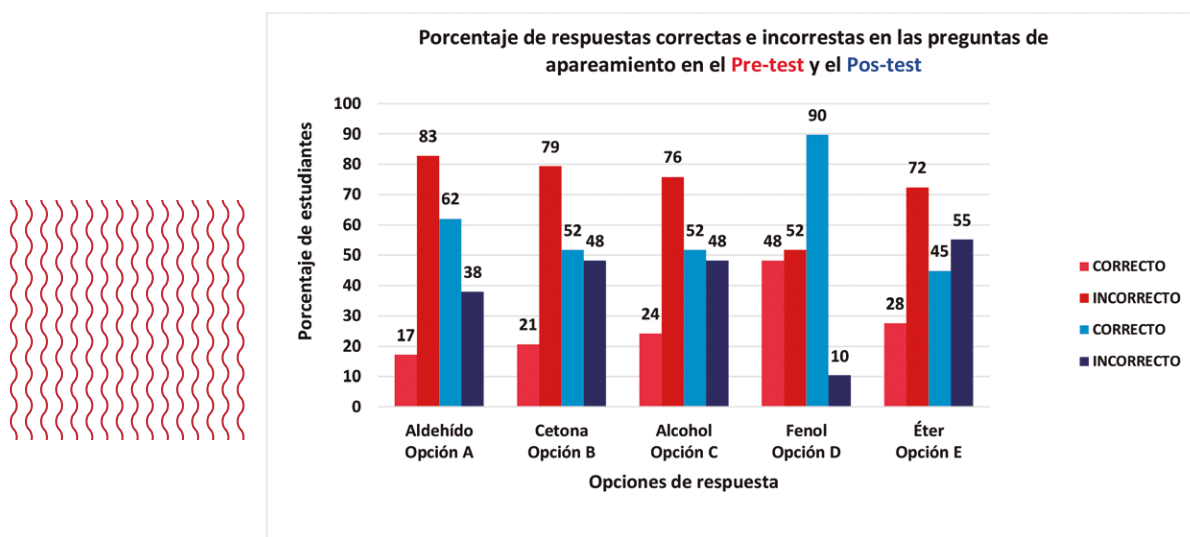
**Tabla 1.** Consolidado de la prueba de chi cuadrado (X<sup>2</sup>) de bondad y ajuste para el pre-test y pos-test.

**Fuente:** Elaboración propia.





De acuerdo a los resultados de la Figura 11, se puede observar que las diferencias entre los apareamientos correctos e incorrectos de los estudiantes en el pre-test, disminuyeron considerablemente al final del proceso de intervención. Por ejemplo, al principio del proceso, el 17% de los estudiantes identificó de forma correcta la descripción estructural de la molécula genérica del grupo funcional aldehído, y el 83% lo hizo de forma incorrecta. Posteriormente esta brecha se cerró significativamente, cuando al aplicar el instrumento por segunda vez, el 62% contestó de forma correcta y el 30% lo realizó de forma incorrecta. Así sucesivamente, para cada uno de los ítems, se puede observar un progreso en el reconocimiento estructural de las moléculas que forman parte de las funciones oxigenadas y su relación con el lenguaje descriptivo utilizado en la química orgánica.



**Figura 11.** Respuestas del cuarto punto del instrumento antes y después del proceso.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Los resultados obtenidos tanto para el pre-test como para el pos-test se procesaron mediante una prueba de chi cuadrado de bondad y ajuste, para saber si la capacidad que tenían los estudiantes en el momento de traducir el lenguaje descriptivo de las estructuras moleculares de las funciones oxigenadas con su representación estructural genérica correspondía a una distribución normal, o no. Los resultados obtenidos fueron los siguientes (ver Tablas 2 y 3):

PRE-TEST			
% Global respuestas correctas	27,59	X <sup>2</sup> Calculado	6,2500
Grados Libertad	4	X <sup>2</sup> Teórico	9,4877
Error (Significancia)	0,05	Estudiantes	29

**Tabla 2.** Estadísticos para la prueba de bondad y ajuste en el pre-test

**Fuente:** Elaboración propia.

POST-TEST			
% Global respuestas correctas	60,00	X <sup>2</sup> Calculado	6,0460
Grados Libertad	4	X <sup>2</sup> Teórico	9,4877
Error (Significancia)	0,05	Estudiantes	29

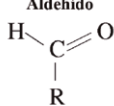
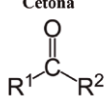

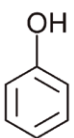

**Tabla 3.** Estadísticos para la prueba de bondad y ajuste en el pos-test

**Fuente:** Elaboración propia.

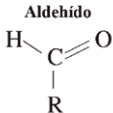
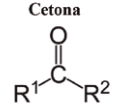
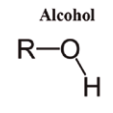
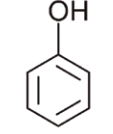
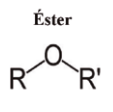
Ambos X<sup>2</sup> calculados arrojaron como resultado 6,25 y 6,04 respectivamente (Pre-test y pos-test), y como puede observarse son menores que el X<sup>2</sup> teórico, lo cual demostraría que una cantidad significativa de los estudiantes comprendieron el sistema representacional básico de la química orgánica al arrojar que los datos sí corresponden a una distribución normal, y que en su defecto, si no entienden dicho sistema representacional, cometerían errores sistemáticos casi en la totalidad de todas las opciones de apareamiento. Por tanto, también se esperaba en caso de responder equivocadamente, una distribución normal, sin embargo, frente a esto, se calculó el porcentaje global de las respuestas correctas, y se puede ver un progreso significativo ya que en el pre-test el porcentaje de acierto fue del 27,59%, y al final del microproceso subió al 60%. Según esto, lo que la lógica indicó es que no se observó la escogencia de una opción correcta o incorrecta de forma atípica. Si esto hubiese sucedido, indicaría también algún tipo de consistencia interna en el instrumento, o errores sistemáticos en el proceso pedagógico de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

Los niveles de confusión disminuyeron también de forma considerable, por ejemplo, en el pre-test, la mayoría de los estudiantes confundían los aldehídos con las cetonas (8 estudiantes) y los alcoholes (10 estudiantes). Esto es coherente cuando se analiza la forma como respondieron el ítem de las cetonas y los alcoholes. En la Tabla 3 se puede ver que el sustituyente con el que más confunden las cetonas es con los aldehídos, y lo mismo para el caso del alcohol, lo cual permite establecer que dichas confusiones entre estos 3 grupos funcionales son sistemáticas. Para saber el origen y tratamiento adecuado de estas confusiones

habría que hacer un estudio más profundo al respecto que cuente con una mayor cantidad de tiempo, pero según los resultados obtenidos después del proceso de intervención, estas confusiones se redujeron a la mitad de las cifras, así se puede observar para el caso de cada una de las funciones oxigenadas evaluadas, incluso para aquellas opciones donde los estudiantes manifestaban al principio que no sabían, o que no podían responder (NS, NR) (ver Tabla 4).

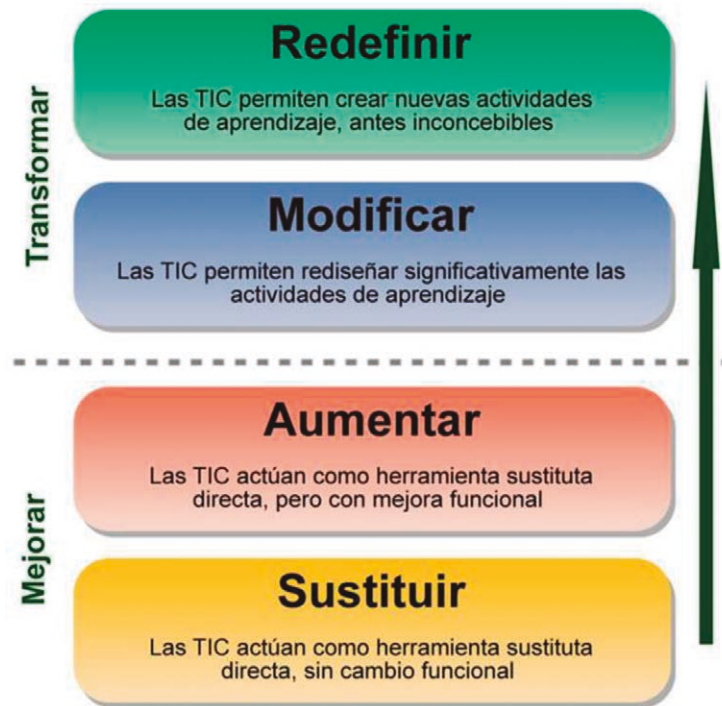
		PRE-TEST							
GRUPO FUNCIONAL	DESCRIPCIÓN	CORREC	% CORR	IN-CORR	% INCO	CONFUSIONES	Fo	Fe	(Fo-Fe)2/Fe
<p>Aldehído</p> 	<p><b>Aldehído</b> Opción A</p> <p>Compuesto orgánico formado por la unión de un hidrocarburo cualquiera (R) a uno o varios Grupos Carbonilo.</p>	5	17	24	83	B=8C=10D=1E=3NS NR=2	5	8	1,125
<p>Cetona</p> 	<p><b>Cetona</b> Opción B</p> <p>Compuesto orgánico caracterizado por poseer un grupo funcional carbonilo unido a dos átomos de carbono.</p>	6	21	23	79	A=8C=3D=2E=7NS NR=3	6	8	0,500
<p>Alcohol</p> 	<p><b>Alcohol</b> Opción C</p> <p>Compuesto orgánico que contiene un grupo hidroxilo en sustitución de un átomo de hidrógeno, de un alcano, enlazado de forma covalente a un átomo de carbono.</p>	7	24	22	76	A=9B=3D=5E=3NS NR=2	7	8	0,125
	<p><b>Fenol</b> Opción D</p> <p>Compuestos que resultan de reemplazar un hidrógeno o más de su anillo aromático por uno o más OH.</p>	14	48	15	52	A=1B=4C=4E=4NS NR=2	14	8	4,500
<p>Éster</p> 	<p><b>Éter</b> Opción E</p> <p>Compuesto que resulta de la unión de dos radicales alquílicos o aromáticos a través de un puente de oxígeno. Tienen un átomo de oxígeno unido a dos radicales hidrocarbonados.</p>	8	28	21	72	A=6B=6C=4D=4NS NR=1	8	8	0,000

**Tabla 4.** Datos consolidados y procesados obtenidos a partir de la pregunta 4 del cuestionario (Pre-test y pos-test).**Fuente:** Elaboración propia.

GRUPO FUNCIONAL	DESCRIPCIÓN	POS-TEST								
		CORREC	% CORR	INCO-RR	% INCO	CONFUSIONES	Fo	Fe	(Fo-Fe) <sup>2</sup> /Fe	
<b>Aldehído</b> Opción A	Compuesto orgánico formado por la unión de un hidrocarburo cualquiera (R) a uno o varios Grupos Carbonilo.	18	62	11	38	B=3C=5D=0E=3NS NR=0	18	17,4	0,021	
<b>Cetona</b> Opción B	Compuesto orgánico caracterizado por poseer un grupo funcional carbonilo unido a dos átomos de carbono.	15	52	14	48	A=4C=4D=0E=6NS NR=0	15	17,4	0,331	
<b>Alcohol</b> Opción C	Compuesto orgánico que contiene un grupo hidroxilo en sustitución de un átomo de hidrógeno, de un alcano, enlazado de forma covalente a un átomo de carbono.	15	52	14	48	A=6B=2D=1E=5NS NR=0	15	17,4	0,331	
<b>Fenol</b> Opción D	Compuestos que resultan de reemplazar un hidrógeno o más de su anillo aromático por uno o más OH.	26	90	3	10	A=0B=0C=0E=3NS NR=0	26	17,4	4,251	
<b>Éter</b> Opción E	Compuesto que resulta de la unión de dos radicales alquílicos o aromáticos a través de un puente de oxígeno. Tienen un átomo de oxígeno unido a dos radicales hidrocarbonados.	13	45	16	55	A=3B=7C=5D=1NS NR=0	13	17,4	1,113	

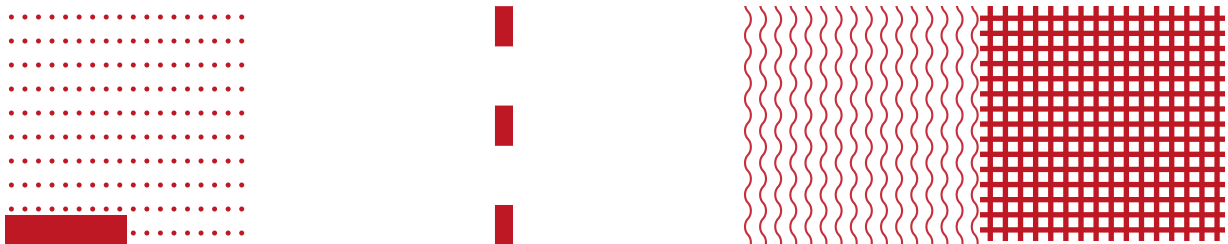
## Conclusiones

Los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) utilizados en esta ocasión, contribuyeron al avance del proceso de intervención pedagógica desde la perspectiva de un material educativo convencional. De acuerdo a lo planteado por García y Esquivel (2014), este tipo de tecnologías cumplió la función de sustituir una herramienta por otra sin que exista un cambio metodológico en su uso. Por ejemplo, en vez de usar papel y lápiz, se escribió en un procesador de texto como Microsoft Word, sin hacer uso alguno de sus demás funcionalidades. Este nivel de incorporación y usabilidad dentro del aula de clase se denomina “**Sustitución**”, y es el más básico en una escala de 4 como se muestra en la Figura 12.



**Figura 12.** Escala del modelo SAMR que estima el nivel de inclusión de las TIC en el aula.

**Fuente:** Tomada de <http://hippasus.com/resources/tte/>



Esto sucede en parte, porque en el diseño y producción de los OVA no se tuvo en cuenta el conocimiento pedagógico de contenido (CPC) requerido para su composición con el fin de abordar procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación (EAE) de la química orgánica de forma significativa, y más puntualmente, aquel CPC que aprovecha el formato digital como oportunidad potencial de los OVA para enriquecer los modelos representativos, facilitar la comprensión de la nomenclatura sistemática y su relación con las propiedades físicas y químicas al respecto. De igual forma, la proposición de una secuencia de EAE desde herramientas digitales como los OVA requiere de la existencia implícita y explícita de una coherencia interna de tipo horizontal (intra actividades), y una coherencia vertical (inter actividades) de acuerdo a la concepción asumida de Feria-Marrugo y Zúñiga-López (2016), aspectos en los cuales los OVA trabajados presentan falencias significativas, y una causa de ello es la orientación pedagógica del tipo de enseñanza que sugieren el diseño de sus actividades en este caso, las cuales son de tipo transmisionista, por lo tanto, exigen al maestro una gran capacidad interpretativa para proponer mediaciones pedagógicas que usualmente se realizan con Objetos Concretos de Aprendizaje (OCA) -libros, maquetas, póster, moléculas 3D, etc-.

Frente a los niveles de aprendizaje de los estudiantes adaptados de la propuesta de Rosario Cubero (1997), se pudo constatar que oscilan entre el 1 y el 2 en el mejor de los casos (ver Figura 3). A pesar de los avances logrados en el marco del proceso vivido, en el caso de los estudiantes que tienen un nivel de aprendizaje 1, la nueva información sí interactuó con los esquemas de conocimiento que ellos poseían en ese momento, pero de acuerdo a la evaluación realizada durante y después del proceso de enseñanza y aprendizaje, esta no logró integrarse de forma consistente a sus esquemas de conocimiento, por tanto es temporal, mecánica, fragmentada y carente de significado, disfrazándose usualmente con la memorización de algunos términos técnicos nuevos de la química orgánica en el léxico del estudiante, sin configurar un indicador significativo de aprendizaje. Para el caso de estudiantes que desarrollaron un nivel 2, la nueva información se integró de forma parcial, o con cierto tipo de compartimentación. A pesar de que los estudiantes tuvieron dificultades para la extrapolación en el marco de las preguntas del cuestionario, lograron demostrar algunas destrezas pragmáticas en el desarrollo del trabajo final, lo que en términos del modelo presentado aquí sería la integración de una situación A con una situación B (ver Figura 3). Para confrontar de manera integral el problema de investigación aquí planteado, se requería que los estudiantes en su mayoría hubiesen avanzado hasta el nivel 3 de aprendizaje, pero no se pudo llegar hasta este punto, ya que todos poseen dificultades para desarrollar inferencias y resolver situaciones donde se tengan que aplicar los conocimientos de la química orgánica desde el punto de vista estructural sistemático y relacional, con las propiedades físicas y químicas, esto

es porque los nuevos conocimientos no se han integrado adecuadamente a sus esquemas de pensamiento de lo cual ellos no fueron conscientes.

Sin embargo, el proceso fue muy enriquecedor porque plantea cuestionamientos a los retos de la enseñanza y aprendizaje de la química orgánica y el papel de las tecnologías de la informática y la comunicación al respecto. Por ejemplo, a continuación se plantean interrogantes derivados del proceso de intervención sobre los cuales se considera que los OVA deberían tener en cuenta:

- ¿Cómo la semiótica es tenida en cuenta en la construcción de elementos representacionales de tipo digital para promover el aprendizaje significativo de la química orgánica?
- ¿Cómo desde el punto de vista de la virtualidad se pueden generar diversas formas de interacción con fenómenos del orden microscópico y macroscópico para comprender la relación de las estructuras moleculares de los compuestos orgánicos con sus propiedades físicas y químicas?
- ¿De qué manera las diversas producciones o composiciones digitales podrían ayudar a superar las limitaciones que pueden tener los estudiantes ante la imposibilidad de acceder a prácticas experimentales por la falta de recursos?
- ¿Cómo los diferentes documentos curriculares propios de las políticas públicas nacionales e internacionales como son: los Lineamientos Curriculares, los Estándares Básicos de Competencias, los Derechos Básicos de Aprendizaje, Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible, los programas transversales en la escuela<sup>2</sup>, realizan contribuciones significativas y estas son tenidas en cuenta para el diseño y secuenciación de actividades de EAE en la composición de un OVA?

De acuerdo a la investigación realizada aquí, se puede concluir que si se tienen en cuenta de forma integral las apreciaciones hechas y los cuatro interrogantes planteados, la incorporación y usabilidad en el aula de los OVA tendrían pertinencia y eficacia en la escuela.

## Referencias bibliográficas

- Bono, R., Núñez, M. I., y Arnau, J. *Diseños de investigación en psicología*. Obtenido de: Diseños experimentales y cuasi-experimentales: <http://www.ub.edu/disin/category/conocimientos-te%C3%B3ricos/dise%C3%B1os-experimentales-y-cuasi-experimentales>
- Chai, S. C., Koh, H. L., y Tsai, C.-C. (2013). A Review of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Educational Technology & Society*, 16(2), 31-51.

- Cubero, R. (1997). *Cómo trabajar con las ideas previas de los alumnos*. Sevilla: Diada Editora.
- Ertl, P., y Bienfait, B. (2013). JSME: a free molecule editor in JavaScript. *Journal of Cheminformatics*, 5(24), 1-6. Recuperado de: <https://jcheminf.springeropen.com/track/pdf/10.1186/1758-2946-5-24?site=jcheminf.springeropen.com>
- Feria-Marrugo, I. M., y Zúñiga-López, K. S. (2016). Objetos virtuales de aprendizaje y el desarrollo de aprendizaje autónomo en el área de inglés. *Revista Praxis*, 12, 63-77.
- Gómez-Galindo, A. A. (2013). Explicaciones narrativas y modelización en la enseñanza de la biología. *Enseñanza de las ciencias, revista de investigación y experiencias didácticas*, 1(31), 11-28.
- Hermansen-Leiva, A., y Olguín-Vilches, N. (14 de 10 de 2017). *Los Organizadores Gráficos Interactivos: un recurso didáctico para estimular la Comprensión Lectora*. Obtenido de Revista Intercambio: <http://2014.revistainter-cambio.net.br/24h/pessoa/temp/anexo/1/1173/1823.pdf>
- Lacolla, L., Meneses Villagrà, J. A., y Valeiras, N. (2013). Reacciones químicas y representaciones sociales de los estudiantes. *Enseñanza de las ciencias*, 32(3), 89-109.
- Martínez, L., Cecenas, P. y Ontiveros, V. (2014). Concepto de virtualidad. En L. Martínez, M. Leyva, L. Félix, P. Cecenas, V. Ontiveros, & A. C. Red Durango de Investigadores Educativos (Ed.), *Virtualidad, ciberespacio y comunidades virtuales* (pp. 6-38).
- Mishra, P., y Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Mishra, P., y Koehler, M. J. (2008). Introducing Technological Pedagogical Content Knowledge. *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, (pp. 1-16).
- Monge, J. F., y Juan-Pérez, Á. (2003). Estadística no paramétrica: prueba chi cuadrado. Catalunya: Proyecto e-Math: Financiado por la Secretaría de Estado de Educación y Universidades (MECD). Recuperado el 03 de 06 de 2018, de [https://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Chi\\_cuadrado.pdf](https://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Chi_cuadrado.pdf)
- Rodriguez-Palmero, M. L., y Moreira, M. A. (2002). Modelos mentales vs esquemas de la célula. *Investigaciones en enseñanza de las ciencias*, 7(1), 77-103.
- Romero-Ariza, M., y Quesada-Armenteros, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 32(1), 101-115.
- Tamayo-Alzate, Ó. E. (2013). *Modelos y modelización en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 3484-3487.



## Notas

<sup>1</sup> Mg. en Enseñanza de las Ciencias exactas y naturales, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. Docente de biología y química, Institución Educativa INEM Jorge Isaacs, Cali, Colombia. Correo electrónico: asesor-prae@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0005-5664>

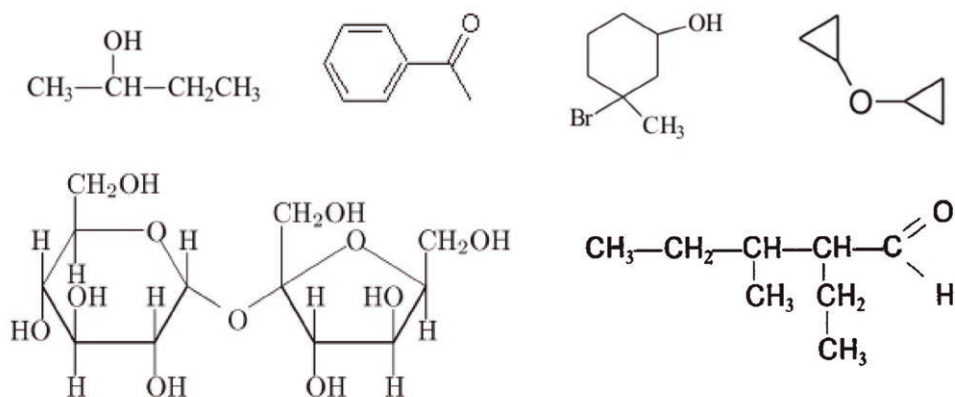
<sup>2</sup> PRAE: Proyecto Ambiental Escolar; PEGR: Plan Escolar de Gestión del Riesgo; PESCC: Proyecto de Educación para la Sexualidad y Construcción de Ciudadanía; Proyecto de Democracia, entre otros.

## Anexo1

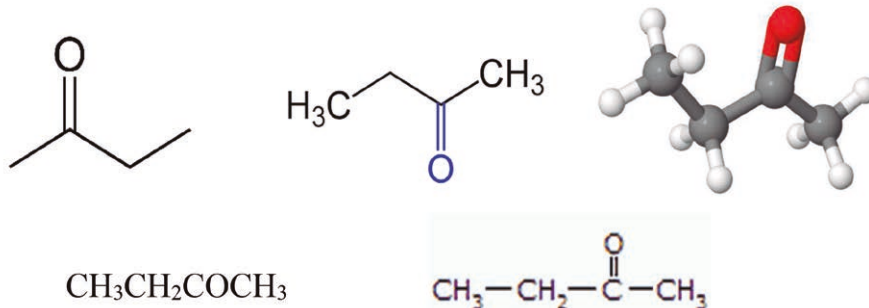
### Diagnóstico sobre conocimiento sobre funciones oxigenadas

1. Con respecto a las siguientes afirmaciones sobre el concepto de “Grupo funcional”, ¿cuál crees que es la correcta?

- El grupo funcional es un tipo de átomo unido a una respectiva molécula, siendo responsables de la reactividad y propiedades químicas de los compuestos orgánicos.
- El grupo funcional es un átomo o conjunto de átomos unidos a una respectiva molécula, que no tiene relación con la reactividad y propiedades químicas de los compuestos orgánicos.
- El grupo funcional es un átomo o conjunto de átomos unidos a una respectiva molécula, siendo responsables de la reactividad y propiedades químicas de los compuestos orgánicos.
- El grupo funcional es un tipo de átomo unido a una respectiva molécula, que no tiene relación con la reactividad y propiedades químicas de los compuestos orgánicos.

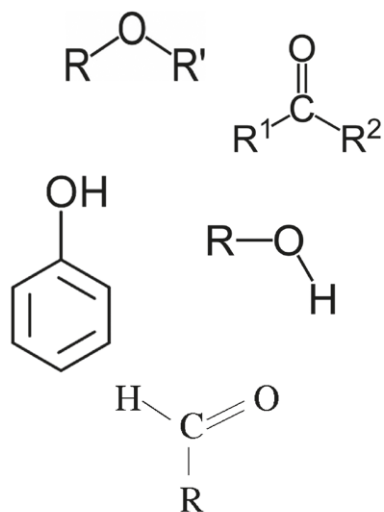


2. De las siguientes moléculas identifique los grupos funcionales y enciérrelos en un círculo. En caso de saber el nombre del grupo funcional identificado escríbalo:



3. Nombrar los siguientes compuestos:

Unir las siguientes definiciones de algunos grupos funcionales con su respectivo modelo molecular:



- Compuesto orgánico formado por la unión de un hidrocarburo cualquiera (R) a uno o varios Grupos Carbonilo.
- Compuesto orgánico caracterizado por poseer un grupo funcional carbonilo unido a dos átomos de carbono.
- Compuesto orgánico que contiene un grupo hidroxilo en sustitución de un átomo de hidrógeno, de un alcano, enlazado de forma covalente a un átomo de carbono.
- Compuestos que resultan de reemplazar un hidrógeno o más de su anillo aromático por uno o más OH.
- Compuesto que resulta de la unión de dos radicales alquílicos o aromáticos a través de un puente de oxígeno. Tienen un átomo de oxígeno unido a dos radicales hidrocarbonados.

