



PANORAMA  
ISSN: 1909-7433  
ISSN: 2145-308X  
ednorman@poligran.edu.co  
Politécnico Grancolombiano  
Colombia

# SIMULACIONES EN PHET COMO ESTRATEGIA EN TIEMPOS DE COVID-19 PARA GENERAR APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO AL POTENCIAR LA COMPETENCIA EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS.

Rosero Mellizo, Luz Stella; Rivera Toro, Karol Adriana; Guerrero Julio, Marlene Lucila  
SIMULACIONES EN PHET COMO ESTRATEGIA EN TIEMPOS DE COVID-19 PARA GENERAR APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO AL POTENCIAR LA COMPETENCIA EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS.

PANORAMA, vol. 16, núm. 30, 2022

Politécnico Grancolombiano, Colombia

**Disponible en:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=343969897013>

**DOI:** <https://doi.org/10.15765/pnrm.v16i30.3135>

Politécnico Grancolombiano

Politécnico Grancolombiano



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

# SIMULACIONES EN PHET COMO ESTRATEGIA EN TIEMPOS DE COVID-19 PARA GENERAR APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO AL POTENCIAR LA COMPETENCIA EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS.

Simulations in PhET as a strategy in times of COVID-19 to generate meaningful learning by enhancing the ability to explain phenomena.

Simulações em PhET como estratégia em tempos de COVID-19 para gerar aprendizagem significativa, aumentando a capacidade de explicar fenômenos.

Luz Stella Rosero Mellizo [lstella27@gmail.com](mailto:lstella27@gmail.com)

*I.E. Francisco José de Caldas La Sierra Cauca, Colombia*

Karol Adriana Rivera Toro [karolrivera29@hotmail.com](mailto:karolrivera29@hotmail.com)

*I.E. Francisco José de Caldas La Sierra Cauca, Colombia*

Marlene Lucila Guerrero Julio

[marlene.guerrero@cvudes.edu.co](mailto:marlene.guerrero@cvudes.edu.co)

*Universidad de Santander UDES, Colombia*

PANORAMA, vol. 16, núm. 30, 2022

Politécnico Grancolombiano, Colombia

Recepción: 18 Agosto 2021

Aprobación: 08 Mayo 2022

DOI: <https://doi.org/10.15765/pnrm.v16i30.3135>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=343969897013>

**Resumen:** La Institución Educativa Francisco José de Caldas (IEFJC) del municipio de La Sierra Cauca realizó procesos de adaptación de las tecnologías educativas para enfrentar los efectos provocados por el aislamiento social a causa de la COVID 19. En este sentido, se efectuó una investigación para desarrollar una estrategia pedagógica que contribuyera a la generación de aprendizaje significativo potenciando la competencia explicación de fenómenos en química al implementar simulaciones en PhET. La metodología tuvo un enfoque mixto con un diseño anidado o incrustado concurrente de modelo dominante (DIAC) aplicado a un grupo de 30 estudiantes de once que corresponden a la población y muestra. el procedimiento se ejecutó en cuatro fases con actividades organizadas y estructuradas bajo la modalidad de trabajo en casa durante 20 semanas del año lectivo 2020.

Se planteó como variable dependiente la generación de aprendizaje significativo en química y como variables independientes la implementación de simulaciones en PhET y la estrategia pedagógica. El análisis de datos cuantitativos se hizo con una prueba t-student a partir de los resultados obtenidos en las pruebas pretest y posttest que arrojaron una diferencia significativa en cada subcompetencia antes de aplicar la estrategia (51.2%) y después de aplicarla (66.1%). Por otra parte, los resultados cualitativos se obtuvieron del análisis de lo consignado en el diario de campo y de las encuestas inicial y final evaluadas con la escala Likert en donde los estudiantes manifestaron que el simulador contribuyó en su proceso formativo y motivacional. Los resultados de evaluación del impacto de la estrategia permitieron concluir que la investigación desarrollada cumplió con los objetivos propuestos y permitió validar la hipótesis de investigación, es decir que se genera aprendizaje significativo al potenciar la competencia explicación de fenómenos en sustancias gaseosas al usar simulaciones en PhET.

**Palabras clave:** Aprendizaje, enseñanza a distancia, estrategia de enseñanza, química, recurso educativo.

**Abstract:** The Francisco José de Caldas Educational Institution (IEFJC) of the municipality of La Sierra Cauca carried out adaptation processes of educational technologies to face the effects caused by social isolation due to COVID 19. In this sense, an investigation was carried out to develop a pedagogical strategy that will contribute to the generation of meaningful learning by enhancing the explanation of phenomena in chemistry by implementing simulations in PhET. The methodology had a mixed approach with a dominant model concurrent nested or embedded design (DIAC) applied to a group of 30 students out of eleven corresponding to the population and sample. The procedure was carried out in four phases with organized and structured activities under the modality of work at home during 20 weeks of the 2020 school year.

The generation of significant learning in chemistry was considered as a dependent variable and the implementation of simulations in PhET and the pedagogical strategy as independent variables. The quantitative data analysis was done with a t-student test from the results obtained in the pretest and posttest tests that yielded a significant difference in each subcompetence before applying the strategy (51.2%) and after applying it (66.1%). On the other hand, the qualitative results were obtained from the analysis of what was recorded in the field diary and from the initial and final surveys evaluated with the Likert scale, where the students stated that the simulator contributed to their training and motivational process.

The results of the evaluation of the impact of the strategy allowed to conclude that the research developed fulfilled the proposed objectives and allowed to validate the research hypothesis, that is, significant learning is generated by enhancing the explanation of phenomena in gaseous substances when using simulations in PhET.

**Keywords:** Learning, distance learning, teaching strategy, chemistry, educational resource.

**Resumo:** The Francisco José de Caldas Educational Institution (IEFJC) of the municipality of La Sierra Cauca carried out adaptation processes of educational technologies to face the effects caused by social isolation due to COVID 19. In this sense, an investigation was carried out to develop a pedagogical strategy that will contribute to the generation of meaningful learning by enhancing the explanation of phenomena in chemistry by implementing simulations in PhET. The methodology had a mixed approach with a dominant model concurrent nested or embedded design (DIAC) applied to a group of 30 students out of eleven corresponding to the population and sample. The procedure was carried out in four phases with organized and structured activities under the modality of work at home during 20 weeks of the 2020 school year. The generation of significant learning in chemistry was considered as a dependent variable and the implementation of simulations in PhET and the pedagogical strategy as independent variables. The quantitative data analysis was done with a t-student test from the results obtained in the pretest and posttest tests that yielded a significant difference in each subcompetence before applying the strategy (51.2%) and after applying it (66.1%). On the other hand, the qualitative results were obtained from the analysis of what was recorded in the field diary and from the initial and final surveys evaluated with the Likert scale, where the students stated that the simulator contributed to their training and motivational process.

**Palavras-chave:** Aprendizagem, ensino a distância, estratégia de ensino, química, recurso educacional.

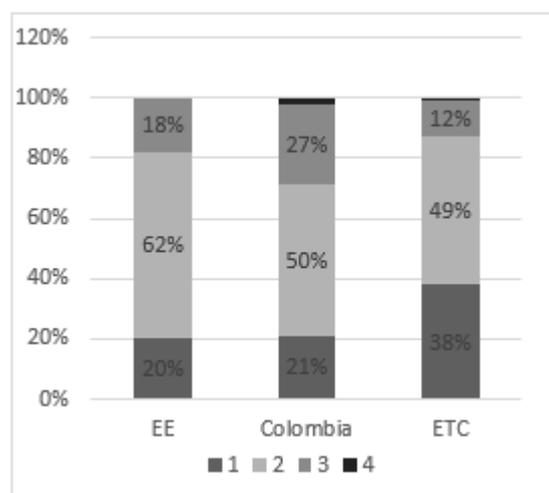
## INTRODUCCIÓN

### Retos en la enseñanza de la química en tiempos de COVID-19

Colombia reconoce la relevancia de las ciencias naturales en el ámbito educativo y su enseñanza es fundamental en el currículo de la educación

básica y media. En consecuencia, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) ha definido los estándares básicos en esta área orientados a que los estudiantes desarrollen habilidades científicas y actitudes para explorar hechos y fenómenos, analizar problemas, evaluar métodos, observar, recoger, organizar información y compartir resultados (MEN, 2004). La importancia del aprendizaje de las ciencias conlleva a la necesidad de identificar dificultades que enfrentan los alumnos en su proceso formativo para generar estrategias pedagógicas pertinentes. Bentivenga, Giorgini y Bombelli (2018 como se cita en Pozo y Gómez, 1998) indican que los estudiantes presentan falencias en el aprendizaje de esta área, tales como: adaptar los conceptos aprendidos a un problema planteado debido a que las situaciones cambian, no hay aprendizaje significativo al obtener un resultado y solo se limitan a continuar una fórmula.

En Colombia se evidencia un bajo nivel académico en ciencias naturales según el reporte de resultados del examen Saber 11° en la aplicación 2019-4 (ICFES, 2019). Los estudiantes a nivel general presentaron un promedio de respuestas incorrectas que oscila entre 47% y 57% en lo concerniente a explicar e identificar las características de algunos fenómenos de la naturaleza, asociar y derivar conclusiones basándose en observaciones, patrones y conceptos propios del conocimiento científico. En los mismos resultados, la Institución Educativa Francisco José de Caldas (IEFJC) presentó un promedio de 47 puntos de 100 y el 62% de estudiantes se ubicó en el nivel de desempeño 2 que arroja puntajes entre 41 y 55 de 100 puntos posibles. La imagen 1 muestra el porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en ciencias naturales para la IEFJC (establecimiento educativo-EE) comparado con las cifras de Colombia en el año 2019 según el ICFES. Los números corresponden a los niveles de desempeño (1, 2, 3 y 4 en diferentes escalas de grises). La sigla ETC significa Entidad Territorial Certificada.



**Imagen 1.**  
Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño en Ciencias Naturales IEFJC.

*Nota.* Adaptado de Reporte de resultados del examen Saber 11° por aplicación 2019-4 (ICFES, 2019).

En la gráfica anterior se muestran resultados bajos para Colombia y para la IEFJC. Según el ICFES (2019) el escenario ideal es aquel en el cual los segmentos de los niveles de desempeño 3 y 4 ocupen la mayor parte de la barra; sin embargo, tanto para el establecimiento educativo (EE) como para Colombia se observan tan solo un 18% y 27% respectivamente en el nivel de desempeño 3, mientras que la mayor cantidad de resultados están ubicados en el nivel 2 con un 62% y 50% respectivamente.

Es de anotar que, a partir de la experiencia de las investigadoras como docentes durante 11 años en la institución educativa, se identificó que una de las causas por las que los estudiantes no aprenden de manera significativa se debe al desinterés en adquirir nuevos conocimientos. Aquello, generalmente es ocasionado por el uso de metodologías tradicionales; escasa capacitación y compromiso del docente; transmisión de conocimiento de forma estandarizada sin tener en cuenta ritmos y estilos de aprendizaje; poca articulación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y escasas prácticas de laboratorios por ausencia de reactivos, materiales e infraestructura. Esta situación, según Pólux y Sevilla (2013 como se cita en Peñaata, Camargo y García, 2016) no permite afianzar y comprender mejor los temas de química porque las tareas que se realizan en laboratorios en la educación básica deben ser una parte esencial en el proceso educativo.

En este contexto se evidencian las grandes dificultades en la enseñanza de química en la cotidianidad y sumado a esto el reto se agudizó con el aislamiento social ocasionado por la COVID-19 que obligó a realizar las actividades académicas desde casa. Esta situación creó una brecha en la educación que la comunidad educativa no estaba preparada para enfrentar, y es así que surge la necesidad de reinventar e innovar las metodologías que se venían implementando, con el ánimo de disminuir la problemática expuesta en el aprendizaje de la química asociado a la explicación de fenómenos, y como una manera de continuar y fortalecer el proceso educativo a través de una estrategia asequible y motivadora para los estudiantes. Por lo anterior, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo generar aprendizaje significativo al potenciar la competencia *explicación de fenómenos* en sustancias gaseosas mediante el uso de simulaciones en PhET en estudiantes de grado once de la Institución Educativa Francisco José de Caldas de La Sierra?

## MÉTODO

La investigación tuvo un enfoque mixto que abordó aspectos cuantitativos y cualitativos. Según Hernández, Fernández y Baptista (2018) los primeros tienen un alcance secuencial y probatorio y los segundos permiten un proceso inductivo e interpretativo. Fue mixta en la medida en que buscaba estimar el impacto del uso del simulador PhET en el rendimiento académico con el fin de establecer e implementar mejores estrategias en el aula desde lo cuantitativo, si se tiene en cuenta que desde este aspecto se permite el manejo de medios matemáticos y estadísticos para evaluar los resultados de modo concluyente. Díaz (2017).

De igual manera se buscó determinar la influencia que genera en los alumnos a nivel motivacional el uso de herramientas TIC como el simulador, en el proceso de aprendizaje de las propiedades de los gases, a través del momento cualitativo de esta investigación. Lo anterior se debe a que, las simulaciones fortalecen las ideas de los estudiantes al tener en cuenta situaciones que pueden relacionar con el mundo real, permitiéndoles estimular su aprendizaje al potenciar sus actividades académicas para crear autónomamente sus conocimientos conceptuales y procedimentales. Lopez (2016).

El diseño en el que se enmarcó la investigación fue anidado o incrustado concurrente de modelo dominante (DIAC) para recolectar y analizar simultáneamente datos cuantitativos y cualitativos, a fin de obtener información precisa sobre el efecto del uso del simulador en la estrategia pedagógica y el impacto del uso de las TIC en los estudiantes. El método cuantitativo fue el predominante y tuvo un alcance correlacional, en la medida en que se llevó a cabo una asociación de variables y se cuantificó la relación existente entre estas. Se definieron dos hipótesis de tipo correlacional para establecer si la implementación de la estrategia apoyada con simulaciones en PhET al potenciar la competencia *explicación de fenómenos* tenía influencia en la generación de aprendizaje significativo. La hipótesis de investigación (*H<sub>i</sub>*) planteó que se genera aprendizaje significativo al potenciar la competencia *explicación de fenómenos* en química por medio de simulaciones en PhET en los estudiantes de grado once. La hipótesis nula (*H<sub>0</sub>*) propuso que no se genera aprendizaje significativo al potenciar la competencia *explicación de fenómenos* en química por medio de simulaciones en PhET en los estudiantes de grado once.

La población y muestra participante correspondió a los 30 estudiantes del grado once de la IEFJC quienes oscilaban entre los 15 y 20 años de edad, y pertenecían a comunidades indígenas, campesinas y mestizas, es decir, la mayoría de ellos provenían de zonas rurales. La investigación se llevó a cabo en cuatro fases: análisis, aplicando un pretest; diseño del entorno de aprendizaje; implementación de la estrategia pedagógica y finalmente evaluación del impacto de la estrategia. En cada una de ellas se utilizaron diversos instrumentos y técnicas de recolección de datos como un pretest y encuesta inicial en el primer momento. En un segundo momento, se aplicó un posttest y la encuesta final. Adicionalmente, durante el proceso se realizó un ejercicio de observación a fin de capturar registros en los diarios de campo.

En la fase 1 se utilizó un pretest y una encuesta inicial para obtener información relevante desde lo cuantitativo y cualitativo respectivamente. La encuesta inicial se compuso de 10 preguntas relacionadas con el uso de las TIC en el aula y el pretest de 10 preguntas para determinar el nivel de conocimiento de los estudiantes a partir de sus saberes previos asociados a la competencia *explicación de fenómenos* y al tema gases. Estos dos instrumentos fueron aplicados por medio de formularios de Google debido a las condiciones de distanciamiento social a causa de la COVID-19. Con la información recolectada se procedió por

medio de una hoja de cálculo a la sistematización y análisis de resultados para organizarla, tabularla y graficarla.

El pretest y el postest evaluaron la competencia *explicación de fenómenos*, que fue dividida en tres sub-competencias en donde se tuvieron en cuenta los estándares básicos de competencias de ciencias naturales del MEN (2004) y la competencia *explicación de fenómenos* evaluada por el ICFES como se observa en la tabla 1. La finalidad de los instrumentos, además de determinar el nivel de competencia alcanzado, fue obtener información de tipo motivacional y percepciones de los estudiantes sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química.

Competencia explicación de fenómenos y sub-competencias.

Competencia Explicación de Fenómenos y sub-competencias		
Sub competencias uno	Sub competencia dos	Sub competencia tres
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifica y usa modelos químicos para comprender fenómenos particulares de la naturaleza.</li> <li>▪ Identifica variables que influyen en los resultados de un experimento.</li> <li>▪ Establece relaciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para predecir cambios físicos y químicos y las expresa matemáticamente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reconoce los atributos que definen ciertos procesos fisicoquímicos simples (separación de mezclas, solubilidad, gases ideales, cambios de fase) y da razón de la manera en que ocurren.</li> <li>▪ Compara los modelos que explican el comportamiento de gases ideales y reales.</li> <li>▪ Formula hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reconoce las razones por las cuales la materia se puede diferenciar según su estructura y propiedades, y justifica las diferencias existentes entre distintos elementos, compuestos y mezclas.</li> </ul>

Tabla 1.

Competencia explicación de fenómenos y sub-competencias. Adaptado de (Men, 2004, GUÍAS No 7 Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales) ICFES. (2019).

Marco de Referencia para la Evaluación, ICFES. Bogotá, D.C.

En la fase 2, correspondiente al diseño del entorno de aprendizaje, se realizaron pruebas de funcionalidad al simulador para corroborar que se pudiera cumplir técnicamente con lo planteado en las actividades. El distanciamiento ocasionado por la COVID-19 hizo difícil llevar a cabo lo inicialmente planeado ya que la mayoría de los estudiantes vivían en zonas rurales, no contaban con computadores, dispositivos móviles, conexión a internet o dinero para realizar recargas de datos. Con el objetivo de mitigar dichos inconvenientes se gestionó que la Institución facilitara computadores portátiles a los alumnos, y las investigadoras realizaron por su cuenta recargas de datos a los estudiantes que no contaban con este recurso para el desarrollo de las actividades de aprendizaje. Por su parte, aquellos que vivían en lugares en donde la señal para datos era escasa se comprometieron a desplazarse hacia un lugar donde tuvieran acceso a esta. Algunos incluso debían caminar hasta una hora para lograrlo.

En la fase 3, los estudiantes realizaron seis actividades de aprendizaje desde el trabajo en casa apoyados en sesiones virtuales por Google Meet, video tutoriales, asesorías a través de WhatsApp y llamadas telefónicas. De esta manera, tuvieron la oportunidad de experimentar, analizar,

reflexionar y hacer uso de simulaciones en PhET, con el fin de desarrollar conocimientos y habilidades para alcanzar competencias en la explicación de fenómenos en sustancias gaseosas y generar así aprendizaje significativo (ver imagen 2). Esto se logró a través de actividades contextualizadas apoyadas con simulaciones virtuales y referentes científicos. Para Ausubel (1963 como se cita en Moreira, 2017) el aprendizaje debe contener un sentido para la persona que aprende, si no es así, ni el proceso, ni el resultado, serán posiblemente significativos aun con una buena actitud de aprendizaje.

Durante el uso de las simulaciones las investigadoras realizaron un registro en el diario de campo dónde se plasmó el avance en los procesos cognitivos, las actitudes y acciones de los estudiantes de cara a las simulaciones. Con esta información y la obtenida de los medios de comunicación utilizados en la interacción con estudiantes y los informes que ellos entregaban, se establecieron los puntos que indicaron pérdida de interés y bajo desempeño hacia la práctica educativa, para realizar ajustes durante las intervenciones.

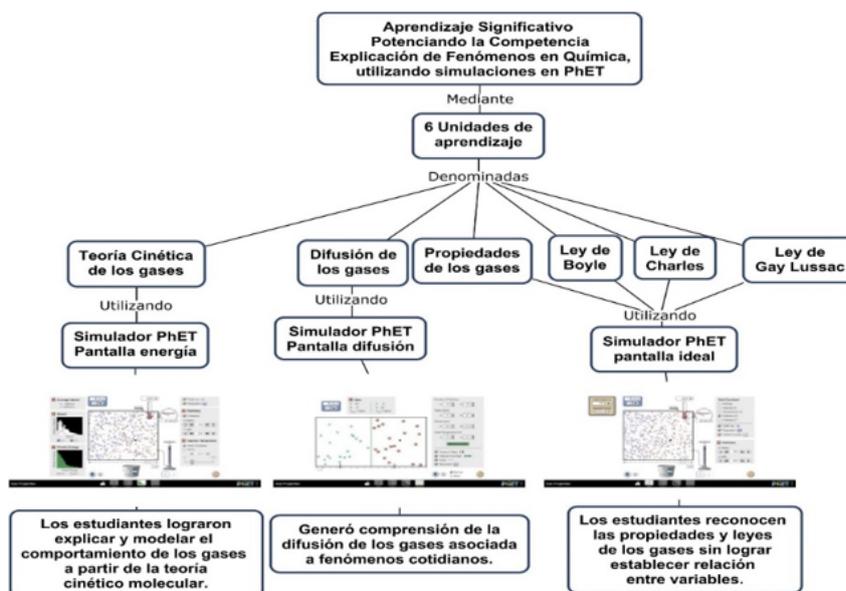


Imagen 2.

Estructura propuesta pedagógica.

*Nota.* Adaptado de Rivera y Rosero (2021). Aprendizaje significativo potenciando la competencia explicación de fenómenos en química utilizando simulaciones en PhET en estudiantes de grado once (Tesis de maestría). Universidad de Santander.

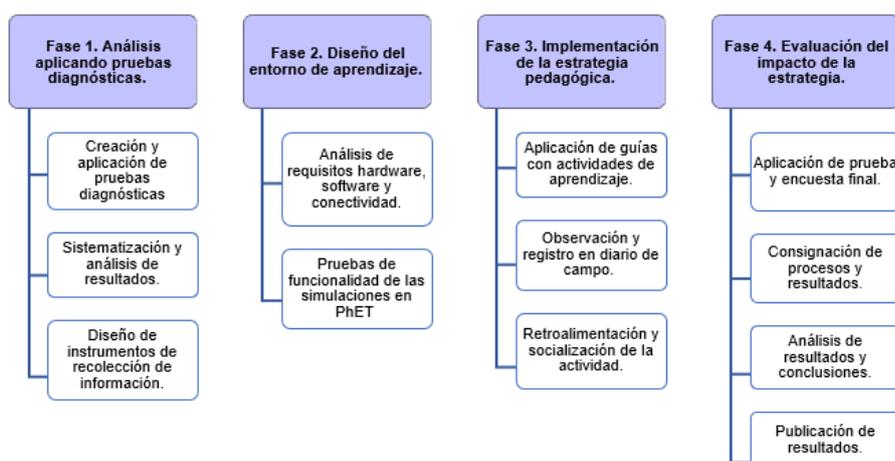
En la fase 4, se aplicaron a través de formularios de Google el postest compuesto por 10 preguntas relacionadas con el desarrollo del tema propiedades de los gases y una encuesta final con 5 preguntas sobre el uso de las TIC después de la intervención con el simulador. El postest evaluó las mismas competencias que el pretest, con preguntas similares para identificar el estado cognitivo y actitudinal de los estudiantes una vez realizada la intervención. A su vez, se aplicó la encuesta final que

permitió obtener información sobre la experiencia personal y académica con relación al uso de las TIC en la estrategia pedagógica vivenciada por los estudiantes, con el ánimo de hacer uso de ella para fortalecer futuros procesos.

La retroalimentación se constituyó en un momento fundamental de la práctica pedagógica, pues permitió aclarar dudas, evidenciar y corregir errores, así como también una participación activa de los estudiantes. Esta actividad se realizó al culminar el desarrollo de las guías de trabajo y una vez los estudiantes hicieron entrega de sus informes. Se llevó a cabo por medio de sesiones en Google Meet, donde los participantes socializaron su experiencia y en conjunto se analizó el proceso, se hicieron recomendaciones y correcciones. Esto en coherencia con lo expuesto por Lozano y Tamez (2014), Holmes y Papageorgiou (2009), y Lipnevich y Smith (2009 como se cita en Zaragoza et al. 2017) quienes manifiestan que, la retroalimentación favorece la asimilación de conocimientos y contribuye al logro de objetivos por parte de los estudiantes.

Una vez fueron aplicados los diferentes instrumentos de recolección de datos, se procedió al análisis de los mismos, a la luz de las sub-competencias, las cuales a su vez funcionaron como categorías, esto permitió evaluar el impacto de la estrategia en los estudiantes y en las prácticas pedagógicas.

La *imagen 3* muestra las diferentes etapas que se implementaron en cada fase a fin de ofrecer una mejor representación de las mismas.



**Imagen 3**

Fases del desarrollo de la investigación.

*Nota.*Elaboración propia.

## RESULTADOS

Se consiguieron resultados importantes a nivel cuantitativo y cualitativo. Los primeros se obtuvieron a partir del pretest y postest al evaluar los 3 subgrupos de competencias y los segundos se extrajeron con el análisis de la información de las encuestas inicial y final y de la observación

registrada en el diario de campo. Se presentarán en un primer momento los resultados cuantitativos y en un segundo momento los cualitativos.

### Resultados cuantitativos

De manera cuantitativa en la imagen 3 se comparan las respuestas obtenidas en los dos test aplicados. Cada pregunta hace parte de un subgrupo de competencias. Las barras de color gris oscuro indican el nivel de respuestas acertadas en el pretest y las de color gris claro los aciertos en el postest.

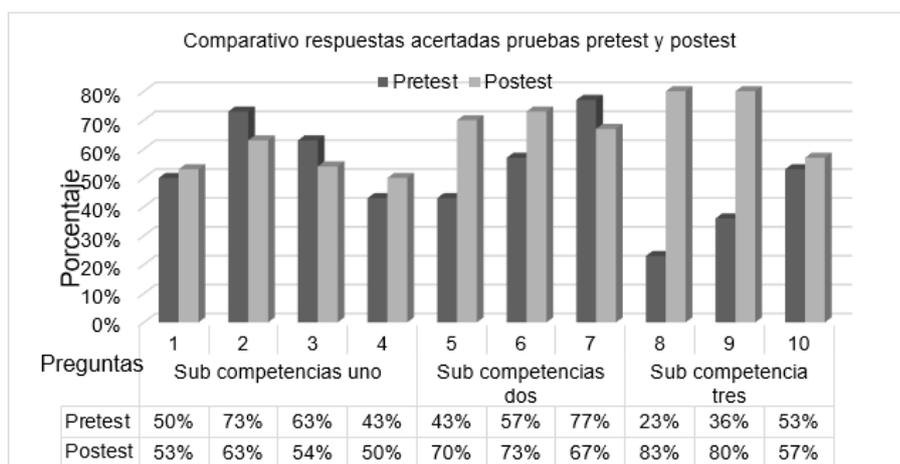


Imagen 3.

Comparativo de respuestas acertadas en las pruebas pretest y postest.

*Nota.* Adaptado de Rivera y Rosero (2021). Aprendizaje significativo potenciando la competencia explicación de fenómenos en química utilizando simulaciones en PhET en estudiantes de grado once (Tesis de maestría). Universidad de Santander.

En la tabla 2, se puede apreciar la mejora en el desarrollo de competencias de los estudiantes entre el pre y postest. Al aplicar una prueba t-student, se pudo evidenciar que existe una diferencia significativa en cada sub-competencia antes de aplicar la estrategia (51.2%) y después de aplicar la estrategia (66.1%), esto demuestra que la hipótesis planteada es correcta, es decir que se pueden generar aprendizajes significativos al potenciar la competencia explicación de fenómenos a través del desarrollo de una estrategia mediada con simuladores en PhET ( $t=2.91$ ;  $p=0.31487$ ). Resultado que guarda relación con investigaciones previas como la realizada por Carrión-Paredes, García-Herrera, Erazo-Álvarez & Erazo-Álvarez (2020) y Pacheco, Lorduy, & Páez (2021), en las que se logró demostrar que PhET potencia el desarrollo de competencias en el área de la química, cuando se acompaña de estrategias pedagógicas en las que se propicien escenarios de aprendizaje que permitan que el estudiante se enfrente a situaciones reales mediante procesos de simulación.

Competencia explicación de fenómenos y sub-competencias.

<b>Competencia Explicación de Fenómenos y sub-competencias</b>				
<b>Sub-competencias</b>	<b>Resultados Pretest</b>		<b>Resultados postest</b>	
<b>Sub competencias uno Preguntas 1,2,3,4</b>	Porcentaje respuestas acertadas	57.25%	Porcentaje respuestas acertadas	55%
	Porcentaje respuestas incorrectas.	42.75%	Porcentaje respuestas incorrectas.	45%
<b>Sub-competencias dos Preguntas 5,6 y 7</b>	<b>Resultados Pretest</b>		<b>Resultados postest</b>	
	Porcentaje respuestas acertadas	59%	Porcentaje respuestas acertadas	70%
<b>Sub-competencias tres Preguntas 8, 9 y 10</b>	Porcentaje respuestas incorrectas.	41%	Porcentaje respuestas incorrectas.	30%
	<b>Resultados Pretest</b>		<b>Resultados Postest</b>	
	Porcentaje respuestas acertadas	37,3%	Porcentaje respuestas acertadas	73,3%
	Porcentaje respuestas incorrectas.	62,7%	Porcentaje respuestas incorrectas.	26,7%

Tabla 2.

Competencia explicación de fenómenos y sub-competencias. Adaptado de Rivera y Rosero (2021). Aprendizaje significativo potenciando la competencia explicación de fenómenos en química utilizando simulaciones en PhET en estudiantes de grado once (Tesis de maestría). Universidad de Santander.

Al analizar la primera sub-competencia en la cual se pretendía determinar si el estudiante además de identificar las variables de estado que rigen las leyes de los gases ideales, estaba en capacidad de relacionarlas e interpretarlas para explicar eventos cotidianos como la respiración humana, no se evidenció una mejora en el número de respuestas acertadas, pero sí en el proceso de aprendizaje, en el que inicialmente se reflejaron dificultades con la relación de las variables abstractas al momento de interpretar la situación planteada. Lo anterior, se abordó a través del diseño de situaciones contextualizadas que ayudaron a relacionar los conocimientos previos con los nuevos, para seguir fortaleciéndose a través de auto cuestionamiento, investigación y trabajo en equipo. Lo anterior, se relaciona con los hallazgos encontrados por Del Rocío, Carranza, Alcántar y Montes (2018), en los cuales se encontró que una planificación adecuada y a largo plazo de las estrategias que incorporan tecnologías digitales contribuye con la mejora de la práctica educativa y por lo tanto al desarrollo de competencias de los estudiantes. En este punto, el papel del profesor es sumamente fundamental, para generar las oportunidades de aprendizaje de los participantes de acuerdo con sus necesidades de aprendizaje específicas.

En cuanto a la segunda sub-competencia, en la que se pretendía determinar el nivel de desempeño de los estudiantes con relación a las propiedades y teoría cinética de los gases en eventos que hacen parte del diario vivir, se evidenció una mejora significativa entre el pretest (59%) y el postest (70%). Se demuestra que la mayoría de ellos lograron

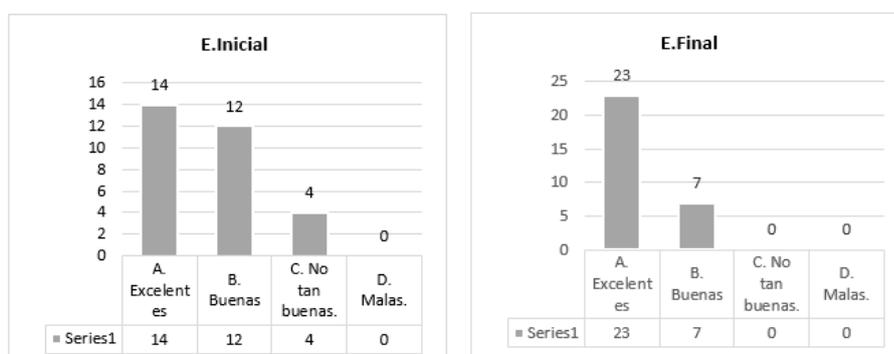
alcanzar los objetivos pedagógicos planteados, al utilizar simulaciones en PhET, ya que a través de la simulación de situaciones reales pudieron comprender mejor los aspectos relacionados con la teoría cinética. En concordancia con lo anterior, autores como Carrión-Paredes, García-Herrera, Erazo-Álvarez & Erazo-Álvarez (2020), concluyen que, la simulación de fenómenos químicos propicia un acercamiento de la teoría con la realidad, lo que impacta significativamente en el proceso formativo de los estudiantes. Ahora bien, aunque la mayoría de los estudiantes logró una mejora significativa en esta competencia, otros no la alcanzaron. Una causa importante de ello fue que debido a la modalidad de trabajo en casa en el marco del aislamiento social ocasionado por la COVID-19, ya que algunos estudiantes no realizaban plenamente sus actividades académicas y dejaron sus estudios en un segundo plano, dando mayor relevancia a la ayuda que debían brindar en sus hogares con trabajos relacionados con el sector agropecuario. Al respecto, Romero (2009), argumenta que un factor fundamental para que el aprendizaje sea significativo, es que la disposición del alumno para aprender sea favorable, si esto no sucede, no se podrán lograr los resultados esperados en el proceso de aprendizaje.

En relación con la sub-competencia 3 que pretendía que los estudiantes reconocieran las razones por las cuales los gases se distinguen de acuerdo con su estructura y propiedades y justificar las diferencias que existen entre distintos elementos, compuestos y mezclas, los resultados evidencian una mejora importante entre el pretest (37,3%) y el posttest (73,3%). El uso de simulaciones apoyado de una estrategia pedagógica ofreció a los estudiantes elementos acertados que permitieron alcanzar buenos resultados a saber: guías de estudio intuitivas, diversos medios para socializar y realimentar el proceso, diferentes medios posibles de conexión, acompañamiento docente e instrumentos diseñados con el fin de generar un aporte importante en la construcción del conocimiento. A este respecto, investigaciones como la realizada por Jong y Joolingen (1998 como se cita en Amadeu y Leal, 2013) explican que las actividades de apoyo productivas para el aprendizaje basado en la simulación deben: enlazar los conocimientos previos; asistir a los alumnos a formular hipótesis; incluir el desarrollo de experimentos; analizar e interpretar datos y regular el proceso de aprendizaje. Así mismo, Gómez (2012), argumenta que para que el aprendizaje tome sentido se requiere del diseño de instrumentos que permitan identificar pre-saberes que conlleven a la construcción de material educativo potencialmente significativo.

### **Resultados cualitativos**

Para el caso de los datos cualitativos la información se obtuvo a partir del análisis de las encuestas inicial y final y de lo consignado en el diario de campo a fin de establecer el impacto del uso de las TIC en la aplicación de la estrategia pedagógica. Las preguntas fueron implementadas utilizando opciones de respuesta en escala Likert y tuvieron en cuenta la percepción de los estudiantes sobre las metodologías empleadas por los docentes y sobre el uso de las TIC como herramientas de apoyo al proceso de enseñanza.

Con relación a la metodología empleada en la enseñanza de la química los resultados de la encuesta inicial evidenciaron una percepción positiva por parte de los estudiantes, toda vez que motivaba y despertaba el interés por el aprendizaje. No obstante, al establecer una comparación de estas respuestas con las de la encuesta final, se evidencia que para los estudiantes la metodología que involucra el uso del simulador como herramienta de ayuda en el proceso de enseñanza es más efectiva para su aprendizaje y motivación y para el desarrollo del pensamiento científico. En concordancia con estos resultados, Delgado, Kiauzowa & Escobar (2021), evidenciaron que la actividad experimental que proporciona PhET propicia una mejor asimilación y fijación del conocimiento, a la vez que se pasa de una presentación memorística de contenidos químicos a una perspectiva crítica que relaciona los contenidos con la realidad motivando a los estudiantes hacia el aprendizaje.



**Imagen 4.**

Comparativo de las respuestas de la encuesta inicial y final sobre el uso de las TIC como herramientas de apoyo.

*Nota.* Adaptado de Rivera y Rosero (2021). Aprendizaje significativo potenciando la competencia explicación de fenómenos en química utilizando simulaciones en PhET en estudiantes de grado once (Tesis de maestría). Universidad de Santander.

Sobre el uso de las TIC como herramientas de apoyo en la estrategia de enseñanza, se confirmó que los estudiantes a partir de su experiencia con el uso del simulador requieren que los docentes de la institución incluyan las TIC con un sentido pedagógico en sus prácticas para mejorar los procesos educativos. Según Bringué y Sádaba (2009 como se cita en Viñals y Cuenca (2016) los jóvenes nativos viven en un espacio tecnológico e inestable, pero en la era digital es necesario ser competente. Ellos requieren de manera urgente que sus demandas educativas de acuerdo a estos tiempos sean solucionadas, para lo que es necesario repensar los procesos educativos.

La imagen 5, muestra las respuestas de los estudiantes sobre la inclusión de las TIC en las prácticas de aula antes y después de la intervención pedagógica. En la encuesta inicial, 17 estudiantes estuvieron totalmente de acuerdo con la importancia de las TIC en las prácticas de aula, y en la encuesta final ese número aumento a 23, a partir de la inclusión del simulador en la estrategia pedagógica.

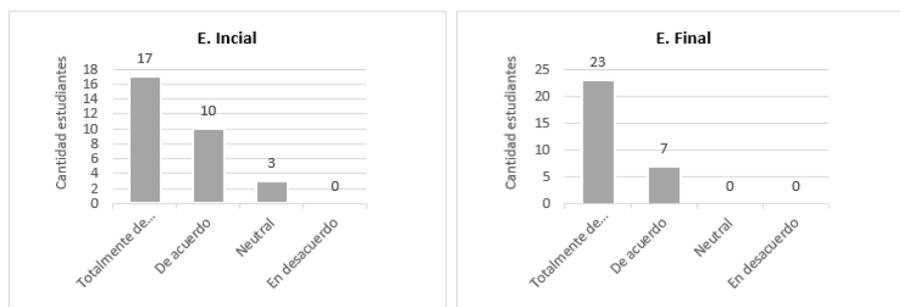


Imagen 5.

Comparativo de las respuestas de la encuesta inicial y final sobre inclusión de las TIC.

*Nota.* Adaptado de Rivera y Rosero (2021). Aprendizaje significativo potenciando la competencia explicación de fenómenos en química utilizando simulaciones en PhET en estudiantes de grado once (Tesis de maestría). Universidad de Santander.

A partir de la experiencia con el uso del simulador que resultó ser significativa para el aprendizaje de los estudiantes, se hace referencia entonces a Kolb (1984), quien indica que para que se genere conocimiento debe existir la observación reflexiva “aprender sintiendo” que tiene que ver con la experiencia concreta, y se forma por medio de la observación de las experiencias de otros o al observar las propias. Se determina, por tanto, que el uso del simulador PhET ofreció a los estudiantes un aprendizaje a partir del ensayo y error que permitió crear experiencias propias para su estructura cognoscitiva.

También se demostró que la mayoría de los estudiantes consideran que las TIC aportan en su proceso de aprendizaje autónomo, pero que necesitan de la orientación docente, lo cual se hizo mucho más evidente a raíz de la forma en que se trabajó desde casa, por el aislamiento social que impidió que estudiantes y docentes se encontraran en un espacio físico. Para Marinelli et al. (2020) el cierre prolongado de los centros educativos a causa de la pandemia por la COVID-19, traerá consecuencias negativas en los aprendizajes, en la escolarización a tiempo, en la deserción y en la aprobación del año lectivo. Lo anterior afecta con mayor fuerza a estudiantes de escasos recursos económicos, a indígenas, migrantes y estudiantes con necesidades educativas especiales. Si a esto se le suma la dificultad para que el docente guíe a los estudiantes de manera más efectiva, se afectará directamente el proceso de aprendizaje, situación que sin duda se refleja en esta investigación.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

A partir de la pregunta de investigación se puede determinar, que, una vez concluida esta investigación, *si es posible la generación de aprendizaje significativo cuando se potencia la competencia explicación de fenómenos en sustancias gaseosas al hacer uso de simulaciones en PhET en estudiantes de grado once de la IEFJC de La Sierra.* Se confirma entonces la hipótesis de investigación (*Hi*) planteada. Las pruebas que apoyan esta respuesta

son los resultados expuestos previamente y que evidencian que hubo un aprendizaje significativo con relación a la identificación e interpretación de las propiedades y teoría cinética de los gases ideales.

Se generó también una correlación entre las variables que intervienen en los procesos fisicoquímicos de los gases para así hacer predicciones y dar conclusiones de experimentos con términos propios del conocimiento científico. Se evidenció una mejora en la explicación de fenómenos desde el punto de vista de las propiedades y teoría cinética de los gases en eventos que hacen parte del diario vivir. Lo anterior se puede soportar en que los estudiantes lograron identificarlas en situaciones contextualizadas sencillas, así como establecer la relación de las leyes de los gases cuando se encuentran inmersas en situaciones problema y de su contexto.

Los datos detallados en los resultados indican que una correcta implementación de una estrategia pedagógica que usa el simulador para plantear situaciones contextualizadas a los estudiantes, sumado al diseño de instrumentos que permitan hacer uso de los presaberes para construir material educativo potencialmente significativo y asistir a los alumnos a formular hipótesis mediante el desarrollo de experimentos, permiten un buen análisis e interpretación de datos.

Al determinar que los estudiantes relacionaron sus presaberes con los nuevos, se hace referencia entonces a la generación de aprendizaje significativo. Se establece que, ellos asocian sus esquemas cognitivos ya existentes con nuevos conocimientos y experiencias de interés reestructurándolos y se potencia el aprendizaje para que sea aplicable a su contexto y su cultura, haciendo así que cobre sentido el conocimiento. (Ausubel, 2002).

La inclusión del simulador PhET en la metodología de enseñanza acompañada con una correcta estrategia de aprendizaje, generó mayor efectividad que la metodología tradicional a la que los estudiantes estaban acostumbrados. De igual manera relacionar situaciones reales en la estrategia pedagógica favoreció su aprendizaje. Esta apreciación se apoya en Pavón (2014) quien, con su investigación, pretendió determinar si las herramientas digitales son apropiadas para hacerle frente a las dificultades de comprensión de la temática de fenómenos en física y química al usar los simuladores PhET. El uso de estos en contenidos académicos muy extensos mejora la comprensión en especial de los temas más complejos, y por ende se confirma la eficacia de los simuladores como herramienta didáctica.

Por otra parte, a partir de los datos obtenidos en las encuestas se puede determinar que los estudiantes mejoraron sus resultados de aprendizaje. Lo anterior se debe, a que las herramientas TIC son familiares para ellos y despiertan su interés por aprender y explorar, en la medida en que les permite relacionar los conocimientos que adquieren con el contexto, gracias a su uso. Por tanto, se recomienda que las prácticas educativas de los docentes se encaminen hacia la inclusión de las TIC. Se confirma así lo concluido por Bentivenga, Giorgini y Bombelli (2018) para quienes la incorporación de simulaciones en el aprendizaje de las leyes de Newton impactó positivamente en la mejora de las calificaciones de los estudiantes

y demostró grandes diferencias entre un método tradicional y el uso de simuladores.

Otro aspecto relevante, producto de la investigación, fue el incremento de la motivación e interés de los estudiantes hacia su formación académica, mejorando a su vez la comunicación asertiva entre docentes y estudiantes. La selección de una correcta estrategia didáctica y de un simulador apropiado que sea coherente con el tema a desarrollar a partir de la estrategia, es de importancia en un proceso de formación, a fin de facilitar y mantener la atención de los estudiantes durante toda su ejecución.

Por último, se deja abierta la posibilidad de continuar con esta investigación al incluir las TIC en la enseñanza de la química como herramientas de apoyo, de manera que se impacte positivamente en los resultados de las pruebas Saber 11°. Es importante tener en cuenta el contexto y los saberes previos en las diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje, a fin de que se logre encontrar el sentido a la química y su importancia en la vida cotidiana.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amadeu, X., Rute, X., y Leal, J. (2013). *Ventajas del uso de simulaciones por ordenador en el aprendizaje de la física*. Enseñanza de la Ciencia. Revista de Investigación y experiencias didácticas, 31 (3), p. 177-188.
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós Ibérica, S.A ed.
- Bentivenga, M., Giorgini, D., y Bombelli, E. (2018). *Uso de simuladores como recurso educativo para facilitar la enseñanza y aprendizaje de las leyes de Newton. Análisis descriptivo preliminar*. VI Jornadas Nacionales. IV Jornadas Latinoamericanas de Investigadores/as en Formación en Educación. Buenos Aires, Argentina.
- Carrión-Paredes, F. A., García-Herrera, D. G., Erazo-Álvarez, C. A., & Erazo-Álvarez, J. C. (2020). Simulador virtual PhET como estrategia metodológica para el aprendizaje de Química. CIENCIAMATRIA, 6(3), 193–216. <https://doi.org/10.35381/cm.v6i3.396>
- Crespo, E. (2013). *El uso de las simulaciones educativas en la enseñanza de conceptos de ciencias y su importancia desde la perspectiva de los estudiantes candidatos a maestros. (Tesis de doctorado)*. Recuperado de [https://gurabo.uagm.edu/sites/default/files/uploads/Centro-Estudio-s-Doctorales/Tesis\\_Doctorales/2013/ECrespo.pdf](https://gurabo.uagm.edu/sites/default/files/uploads/Centro-Estudio-s-Doctorales/Tesis_Doctorales/2013/ECrespo.pdf)
- Del Rocío, M. y Montes, J. (2018). *Perception of students on meaningful learning and teaching strategies in blended learning. [Percepción de los Estudiantes sobre el Aprendizaje Significativo y Estrategias de Enseñanza en el Blended Learning]* REICE.Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educacion, 16(1), p. 73-88. doi:10.15366/reice2018.16.1.005
- Delgado Pérez, N., Kiauzowa, M., & Escobar Hernández, A. (2021). Simulador virtual PhET para aprender Química en época de COVID-19. Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i3.2641>

- Díaz, J. (Mayo de 2017). *Importancia de la simulación Phet en la enseñanza y el aprendizaje de fracciones equivalente*. doi:<http://dx.doi.org/10.18359/red.s.2011>
- Gómez, A. (2006). *Construcción de explicaciones científicas escolares*. Revista Educación y Pedagogía, XVIII, (45), p. 73-83.
- Gómez, Ja (2012). *Diseño de una unidad didáctica como estrategia para abordar la enseñanza - aprendizaje de las leyes de los gases ideales en el grado 11 de la I.E INEM "José Félix Restrepo"*. (tesis de maestría) Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10402/71745797.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P.(2018). *Metodología de la Investigación* (6ta Ed.).México: McGraw-Hill Interamericana.
- ICFES (2019). *Reporte de resultados del examen saber 11° por aplicación 2019-4*. Bogotá, Colombia.
- ICFES. (2019). *Marco de Referencia para la Evaluación*. Bogotá, Colombia.
- Jorba, J., Gómez, I. y Part, A. (2000). *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*.Barcelona: Síntesis.
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. New Jersey: Prentice Hall.
- Lopez B, A. (2016). *LA SIMULACIÓN, UNA HERRAMIENTA PARA EL APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS FÍSICOS* (trabajo Maestría). Medellín, Colombia.
- Marinelli, H., Ortiz, E., Bergamaschi, A., Sánchez, Á., Noli, A., Guerrero, M., Alfaro, M., Aubourg, S., Rivera, M., Scannone, R., Vásquez, M., Viteri, A. (2020). *La educación en tiempos del coronavirus. Los sistemas educativos de América Latina y el Caribe ante COVID-19*. (IDB-DP-00768). Banco Interamericano de Desarrollo.
- Moreira, M. (2012). *¿Al final, qué es aprendizaje significativo?* Qurriculum, p. 29-56.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2004). *GUÍAS No 7 Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. (1era Ed.) Bogotá: Taller espantapajaros.
- Pacheco, A. R., Lorduy, D. J., & Páez, J. C . (2021). Criterios de una secuencia didáctica utilizando simuladores PhET asociados a experiencias de laboratorio para la enseñanza de la química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (Número Extraordinario), 727-733. Recuperado a partir de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15181>
- Pavón, C. (2014). *Medida de la eficacia de las simulaciones digitales como facilitadores del aprendizaje de Física y Química en 2° de bachillerato*. (Trabajo de maestría). Huelva, España. Recuperado de <https://reunir.unir.net/handle/123456789/2668>
- Peñata, A., Camargo, E., y Garcia, L. (2016). *Implementación de simulaciones virtuales en la enseñanza de física y química para la educación media en la subregión del Urabá, Antioquia*. (Trabajo de maestría). Medellín, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2589/Trabajo%20de%20Grado%20de%20Alberto%20Pe%20c3%b1ata%20Ervin%20Camargo%20y%20Luis%20Felipe%20Garc%20c3%ada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Rivera, K., y Rosero, L. (2021). *Aprendizaje significativo potenciando la competencia explicación de fenómenos en química utilizando simulaciones en PhET en estudiantes de grado once.* (Trabajo de maestría). Popayán, Cauca.
- Romero, F. (2009). *Aprendizaje significativo y constructivismo.* Temas para la educación. Revista digital para profesionales de la enseñanza.
- Rosas, R. y Sebastián, C. (2008). *Piaget, vigotski y maturana.co/constructivismo a tres voces* (1era ed.). Argentina: Aique.
- Saldarriaga, P., Bravo, G., y Loo-Rivadeneira, M. (2016). *La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea.* Revista científica Dominio de las Ciencias, 2 (3), p.127-137.
- Triana, M. (2012). *Propuesta experimental aplicada al aula para la enseñanza del tema de gases.* (Tesis de Maestría). Bogotá. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/8872/1/mauriciotrianamora.2012.pdf>
- Vásquez, I. (s.f). *Aportaciones del « constructivismo » de vygotsky a la enseñanza de español como lengua extranjera.* Recuperado de [https://psaprendizaje.weebly.com/uploads/6/3/5/7/6357007/aportes\\_vigotzky\\_espaol\\_como\\_lengua\\_extranjera.pdf](https://psaprendizaje.weebly.com/uploads/6/3/5/7/6357007/aportes_vigotzky_espaol_como_lengua_extranjera.pdf)
- Viñals, A. y Cuenca, J. (2016). *El rol del docente en la era digital.* Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 30 (2), p. 103-114
- Zaragoza, E., Freitas, R., Díaz, S., Hernández, D., Villalobos, R., Olmos, L., Orozco E., González R., villalobos, C., Ocegueda, M. (2017). *Estrategias didácticas en la enseñanza-aprendizaje: lúdica y retroalimentación en el estudio de Química conceptual en alumnos de la Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco.* Amazonia. Revista de Educação em Ciências e Matemática, 13 (26), p.69-81.