

## **IMPLEMENTACIÓN DEL SIMULADOR PhET EN QUÍMICA PARA 10°, CON ESTUDIANTES DE MODALIDAD CICLOS LECTIVOS ESPECIALES INTEGRADOS (CLEI)**

### ***IMPLEMENTATION OF THE PhET SIMULATOR IN THE CHEMISTRY AREA FOR 10 °, WITH STUDENTS OF MODALITY INTEGRATED SPECIAL LECTURE CYCLES (CLEI)***

Luis Guillermo Rodríguez Salcedo  
Institución Educativa las Américas  
Bucaramanga-Santander  
Correo: meyan.auxiliarsocorro@gmail.com  
Código ORCID: **0000.0002.0737.6663**

#### **RESUMEN**

Se presentan los resultados obtenidos de la implementación del simulador PhET para la enseñanza de la Química del grado decimo, a estudiantes que hacen parte de la modalidad de estudio de ciclos lectivos especiales integrados CLEI. El propósito de integrar esta herramienta TIC a las prácticas educativas es apoyar el proceso de transferencia de conocimientos, permitir y mejorar el desempeño académico en todos los estudiantes, especialmente aquellos que presentan mayor dificultad en la comprensión de temas como densidades, ecuaciones químicas y estados de la materia. Se utilizaron técnicas de comparación estadísticas donde se analizó la variabilidad de los datos y los parámetros de tendencia central respecto a los resultados arrojados en las evaluaciones donde no se hizo uso del simulador (pedagogía tradicional) y donde se integró en el proceso de aprendizaje. Del análisis de la investigación se desprende que el simulador PhET es una buena opción que fomenta en los estudiantes: la investigación científica, la interactividad, permite un ambiente de enseñanza aprendizaje favorable y en consecuencia obtener resultados positivos en las calificaciones.

**Descriptores:** Simulador, Química, CLEI, PhET

## ABSTRACT

The obtained results are presented in the implementation of the simulator PhET for teaching Chemistry in tenth grade, to students who are part of the modality integrated studies on special school by cycles (CLEI). The purpose of the addition of this TIC tool into the educational practices it is to support the process of transferring the knowledge, enable and improve the academic performance on every single student, especially those who present bigger difficulty in the comprehension of topics such as density, chemistry equations and states of matter. There were used techniques of statistic comparison where the variability of the data was analyzed and the parameter of central tendency of the results obtained in evaluations where the usage of the simulator wasn't make (traditional pedagogy) and where was integrated the process of learning after the analysis of the investigation is remarkable that the simulator PhET is a good option that encourages students for scientific research, the interactivity, enable a teaching environment, favorable learning in consequence, achieve positive results in the scores.

**Keywords:** Simulator; Chemistry; CLEI; PhET.

## INTRODUCCIÓN

La Institución Educativa las Américas, ofrece el programa de educación semestralizado bajo la modalidad Ciclos Lectivos Especiales Integrados-CLEI, a estudiantes que, por su edad, capacidades cognitivas, obligaciones laborales, situación económica y social no pueden hacer parte de la modalidad tradicional, es decir aprobar un grado académico cada año de estudio. El grado decimo ha contado con un promedio de 20 estudiantes cada semestre, cuyos resultados en las evaluaciones, talleres y actividades que se han aplicado durante los últimos años indican dificultades en el aprendizaje de los conceptos fundamentales de la Química. Se realizó una encuesta diagnóstica para validar el problema planteado en la investigación. Mayoritariamente, a los estudiantes les resulta complicado el estudio de la Química, dado que el lenguaje es complejo; no existen recursos tecnológicos ni espacios de experimentación adecuados; adicionalmente, los hábitos de estudios en los educandos son deficientes y las clases que reciben no integran ningún recurso tecnológico, salvo la proyección de videos.

El propósito del proyecto es la implementación y uso del simulador PhET, el cual es uno de los más completos que se pueden encontrar en la web; es gratuito, permite ser descargado en su totalidad, de fácil uso y al utilizarlo como herramienta innovadora, facilita la comprensión de conceptos propios de la Química. A través del plan de estudio se categorizaron tres temas fundamentales: densidades, ecuaciones químicas y estados de la materia, los conceptos teóricos se integraron con las funciones que ofrece el simulador para potenciar el proceso de enseñanza aprendizaje. Esto ayudó a que los estudiantes se involucrarán en el estudio de la Química a través de la investigación, la exploración y el uso de herramientas virtuales. Se diseñaron evaluaciones, usando y sin usar el simulador PhET, con el fin de obtener datos que validaran la efectividad de esta herramienta TIC; la cual permitió, a los estudiantes, obtener desempeños académicos muy por encima de los obtenidos bajo la modalidad tradicional.

## MARCO TEÓRICO

### Antecedentes investigativos

La investigación debe estar sustentada a partir de fuentes de información actualizadas, con relevancia y de carácter confiable, con el fin de sentar las bases en la elaboración de la propuesta investigativa. Los antecedentes son el resultado de los avances del conocimiento y permiten abrir caminos para futuras investigaciones. Según Arias (2004): “se refieren a todos los trabajos de investigación que anteceden al nuestro” (p.106); es decir, aquellos estudios con objetivos y variables similares. Además, orientan al investigador y le permiten tener puntos de referencia para abordar una situación problema (Ariza, Quevedo y Buena, 2014). Por lo tanto, para esta investigación se han tenido en cuenta las siguientes investigaciones:

### Internacionales

Después de hacer la investigación correspondiente a la literatura y bases teóricas referenciales; en el ámbito internacional se pudo establecer que Valdez (2017) de la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina en el estudio **“Uso didáctico de Phet Simulaciones Interactivas, para la comprensión de los estados de la materia en la Ciencia Físico-Química”**; señala que para el hombre es muy importante conocer los fenómenos que acontecen en el planeta tierra por ser el lugar de residencia de la especie humana, de igual manera la conformación de los elementos y sus reacciones; por esta razón, una de las ciencias que cobra vital relevancia en este sentido es la Química, debido a que estudia la materia, su estructura, propiedades y transformaciones, proporcionando conocimiento para la humanidad que se traduce en avances tecnológicos, desarrollo e implementación de soluciones alternativas a problemas presentados. Por tal razón se utilizó la herramienta Phet de simulaciones interactivas en la materia de Ciencias Físico Química del primer año del ciclo básico de la Escuela Provincial de Educación Secundaria N° 68 de la Ciudad de Formosa Capital. La metodología utilizada fue de tipo Cualitativa – Descriptiva, mediante la observación y el análisis de los hechos, además de utilizar instrumentos como la encuesta y la entrevista.

Las principales conclusiones muestran que la experiencia de incluir herramientas Phet en el primer año del ciclo básico en el proceso de enseñanza-aprendizaje, fue positiva. Por lo tanto, Valdez (2017) señala que “para los alumnos ha representado una alternativa de estudio al libro, a las fotocopias o al pizarrón, ayudándolos a comprender el tema de estudio (cambios de estado de la materia) a través de la representación de estos fenómenos” (p.37). Además, es importante hacer esto mediante una correcta herramienta pedagógica que permita visualizar y simular los procesos, acortando las dificultades de comprensión cuando no se cuenta con los referentes necesarios, habitual en la enseñanza convencional. Por otra parte, los profesores pueden disponer de una alternativa para captar la atención de los estudiantes durante largos periodos, debido a la interfaz y desarrollos multimedia que orientan la atención de los seres humanos.

Asimismo, López y Orozco (2017) del Instituto Politécnico Nacional: Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria de la Ciudad de México, en el estudio **“Clases Interactivas Demostrativas con el uso de simulaciones PhET para Mecánica en Preparatoria”**; señalan que algunas metodologías, innovadoras en su momento, están siendo reemplazadas por simulaciones interactivas PhET, para potenciar el mejoramiento de herramientas en el aula de clase, así como lograr mejorar el aprendizaje conceptual de los estudiantes. La participación se hizo con grupos piloto pertenecientes al tercer semestre del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de la UNAM. Además, se involucró de lleno al cuerpo docente mediante las entrevistas al docente como instrumento de medición del público objeto en la búsqueda de resultados; así como el respectivo análisis narrativo de la implementación.

Por lo tanto, López y Orozco (2017) señalan que “aún falta construir mejores herramientas para la evaluación del aprendizaje y las actitudes de los estudiantes... se observaron buenos resultados en el desenvolvimiento, en las actividades posteriores a la implementación, mejoras en la actitud y en el manejo de conceptos” (p 2322-9). Asimismo, en el aula de clase se pudo notar que las explicaciones se reciben con mayor atención y expectativa, logrando captar la atención de los alumnos en un grado considerable al de las sesiones tradicionales; en el aula, los estudiantes, muestran una actitud más activa y positiva, pero teniendo en cuenta que estas son las etapas iniciales de un proceso que tendrá muchos más adelantos y desarrollos en el futuro; por lo que, hay que darle tiempo a los alumnos de asimilar estos nuevos escenarios.

Por su parte, Reyes (2014) de la Universidad Internacional de La Rioja en España, a través del estudio **“Los laboratorios virtuales como recurso TAC en la secundaria obligatoria. Análisis y propuesta de aplicación de Phet interactive simulations en el aula de 4° de ESO”**; señala que en la era moderna los recursos, elementos y herramientas, utilizadas en diferentes ámbitos de la sociedad, han sufrido actualizaciones permanentes que han obligado a las adaptaciones de nuevos escenarios en las aulas de clase, por lo que se ha hecho, necesario e imprescindible, la incorporación de las Tecnologías de Información y comunicaciones (TIC) dentro del aula de clase y los procesos que allí se desarrollan. Asimismo, esta utilización no debe quedarse solo en la superficialidad de las herramientas como un cambio de recursos didácticos, sino que debe ser un eje trasversal que llegue hasta los espacios más recónditos para permitir la transformación de información en conocimiento.

La metodología utilizada partió de la revisión de archivos bibliográficos, físicos y digitales, para el sustento teórico de la investigación; seguido del trabajo de campo donde se recogen las opiniones de alumnos y profesores sobre las herramientas *Phet* en el aula de clase y la percepción que se tuvo al respecto. Los resultados mostraron que la realidad tecnológica de los jóvenes actuales no se parece en nada a la metodología tradicional utilizada en gran parte de los centros educativos; por lo que, al incorporar la tecnología moderna en los procesos del aula de clase, resulta ser una muy buena herramienta de aprendizaje, tanto para profesores como para alumnos.

Además, Cataldi, Lage y Dominighini (2013) de Argentina, en el artículo **Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza**; señalan los simuladores permiten recrear situaciones que pueden ser estudiadas, son programas que buscan reproducir un fenómeno natural mediante la visualización de los diferentes estados que el mismo puede presentar donde cada estado está definido y descrito por un conjunto de variables que cambian mediante la interacción en el tiempo

con un algoritmo determinado a fin de describir de manera intuitiva el comportamiento del sistema real, dado que operar sobre éste es inaccesible. La simulación tiene relación con las matemáticas con ecuaciones que modelan en forma ideal situaciones del mundo real, ya sea por su dificultad experimental o comprender. Los simuladores son importantes porque permite desarrollar hábitos, destrezas, esquemas mentales, etc. que influyen en la conducta, por lo que hace falta también controlar el tiempo de respuesta del usuario ya que en función de éste y de lo acertado de la decisión solucionará la situación simulada. El artículo está estructurado en las siguientes partes: estado actual del conocimiento sobre el tema, fundamentación y enfoque teórico, aprendizaje “haciendo” y para la comprensión, Enseñando con TICs, simuladores en la enseñanza de las Ciencias, TIC, conflicto cognitivo y transferencia, competencias tecnológicas para la creatividad y la innovación

Se hace énfasis en la importancia del uso de las TIC en el campo de las ciencias y su aporte fundamental para la comprensión de conceptos, así mismo como la integración de estas herramientas permiten estimular la creatividad y la innovación. Contiene argumentos soportados por estudiosos del tema, es útil por abordar las diferentes opiniones de intelectuales acerca de la aplicabilidad de los simuladores en el estudio de las ciencias. El tipo de investigación planteada en el artículo es de tipo cualitativo donde la información recogida se basa en la observación, referentes teóricos, investigaciones y estudios para la posterior interpretación de significados y sustentación del tema planteado. Se puede concluir que el simulador opera con variables que pueden ser modificadas con el fin de observar la variación de los valores y las consecuencias de estas, en este caso los alumnos pueden operar por prueba y error, experimentando de forma segura, sacando conclusiones de las acciones realizadas. El abordaje de las simulaciones como propuesta educativa permite ampliar la comprensión de conceptos complejos e interactuar de forma segura con variables que pueden ser manipuladas para observar un comportamiento que debe ir de la mano de las bases teóricas en el caso de la Química de la rigurosidad de las leyes naturales que comprenden esta ciencia de la naturaleza.

## Nacionales

En el campo nacional, Díaz (2016) de la Universidad Mariana en San Juan de Pasto, Colombia; presenta el estudio **“Aplicación PhET: estrategia de enseñanza-aprendizaje de fracciones equivalentes”**; donde señala que el Internet es considerado, en la actualidad, como uno de los más importantes fenómenos del comienzo del siglo XXI, por lo que se deben aprovechar todas las ventajas y usos que esta moderna herramienta nos provee. En consecuencia, el diseño de sitios web con gran variedad de aplicaciones multimedia y audiovisuales, ofrece a los docentes y estudiantes acceder a nuevos escenarios educativos y ambientes de aprendizaje donde predomina la interactividad; así que las funciones de todas las partes deben cambiar, y el rol del profesor ahora debe ser innovador, facilitando al estudiante la construcción de su propio conocimiento, sirviendo de guía y acompañante donde juntos descubren estos saberes; además, se debe tener claro que estos procesos no dependen solamente de la utilización de una herramienta novedosa, sino de su adecuada integración curricular, es decir, del entorno educativo diseñado por el docente.

La metodología utilizada fue de tipo Experimental – Cuantitativa con una población objeto de estudio constituida por 40 estudiantes de octavo grado de educación secundaria de la Institución Educativa General Santander de Soacha, Cundinamarca. La muestra se tomó en 20 estudiantes (11 hombres y 9 mujeres) y el grupo control por 20 estudiantes (10 hombres y 10 mujeres). Los resultados mostraron un significativo aumento del rendimiento académico en los estudiantes que utilizaron los ambientes virtuales *PhET* para el aprendizaje.

También, Peñata, Camargo y García (2016) de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, Colombia; en el estudio **“Implementación de simulaciones virtuales en la enseñanza de física y química para la educación media en la subregión de Urabá, Antioquia”**; argumentan que las escuelas modernas, a nivel mundial, están apostando por romper los esquemas tradicionales para dar paso a nuevos currículos académicos donde se da prioridad a los aspectos humanos del colectivo educativo, así como a los componentes tecnológicos que puedan aportar en este contexto, sobre todo del aprendizaje de las ciencias como componente para el futuro de cada individuo y la sociedad. La metodología utilizada fue mediante la aplicación de una página web acompañada de

guías y simulaciones virtuales de física y química para recolectar la información; a través de una población compuesta por estudiantes de 10° y 11° de la Institución Educativa Rural Zapata del municipio de Necoclí.

La principal conclusión que señalan Peñata, et al. (2016) es que “se observó que la utilización de las simulaciones virtuales como herramienta didáctica en física y química genera interés en los estudiantes”. (p30) Además, recomiendan implementar estos ambientes en otras asignaturas y áreas del conocimiento en la educación secundaria, junto con la capacitación a docentes y directivos en procura de una adecuación con lineamientos curriculares y estándares académicos vigentes en Colombia y reglamentados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN).

Asimismo, Montoya (2015) de la Universidad EAFIT de Medellín, en la **“Propuesta para la implementación de laboratorios virtuales en la enseñanza del curso de química inorgánica del grado 10 de la institución educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Itagüí”**; señalan que, en la actualidad, los ambientes y espacios digitales como los laboratorios virtuales de aprendizaje, son una de las herramientas más completas y actualizadas en la generación de conocimiento e identificación de conceptos en el área de química inorgánica; demostrado en la aplicación mundial con éxito en diversas culturas y lugares debido al componente tecnológico con que cuentan estos espacios interactivos bastante llamativos para las nuevas generaciones de jóvenes estudiantes. La población objeto de estudio fueron los estudiantes del grado 10 de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Itagüí, por presentar problemas en el planteamiento y resolución de temas y ejercicios en el área de química inorgánica.

Uno de los diferentes *Moodles* que se mencionan como referentes, son los ambientes PhET y su grado de actualidad tecnológica y diseños llamativos para los estudiantes. Las conclusiones hacen cuenta de la conectividad a internet y el ancho de banda para trabajar en línea, como un factor negativo sino se cuenta con los recursos necesarios en la institución. Además, Montoya (2015) argumenta que: “se hace necesario la implementación de los laboratorios virtuales de manera conjunta con el laboratorio físico, buscando obtener resultados positivos en los niveles de apropiación conceptual y en las habilidades experimentales del estudiante” (p 53). Es decir, que la integralidad y adaptabilidad de los componentes tradicionales, no genera un desplazamiento, sino una potencialidad de lo ya existente.

## REFERENTE TEÓRICO

La importancia de conocer los orígenes y adaptaciones que ha sufrido nuestro planeta tierra, así como la funcionalidad de nuestro organismo humano con las fortalezas y debilidades que ello implica; es un deber de cada individuo que nace en el mundo, direccionado y teorizado, principalmente, por la escuela, a través de la enseñanza de la química, como un medio para la consecución del conocimiento necesario en pro de un correcto desempeño en la adultez y en la interacción con lo demás seres humanos dentro de la sociedad. Así lo señala la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2011):

*Nuestra comprensión del mundo material depende de nuestro conocimiento de la química, así como de nuestra capacidad para controlar los descubrimientos de esta ciencia. Los elementos químicos tienen una presencia fundamental en toda la materia conocida y, además, intervienen en todos los procesos de la vida. A la química moderna le debemos la mayoría de los avances terapéuticos, los progresos alimentarios y los adelantos tecnológicos conseguidos en el siglo XX. Esta ciencia no sólo ha revolucionado la fabricación de medicamentos, vestidos y cosméticos, sino también la difusión de la energía y la producción de aparatos tecnológicos. Es fundamental conocer mejor la química para utilizarla mejor, ya que está omnipresente en nuestra vida diaria. (p5)*

Es decir, que los conceptos básicos y elementales nos harán entender, en cierta medida, los adelantos y componentes tecnológicos que han permeado la sociedad moderna. Así, la ciencia ha permitido al hombre la producción de ideas y conocimientos acerca de los fenómenos asociados con la vida. Asensi y Parra (2002), hablando sobre la ciencia afirman que esta “crece a partir del conocimiento común. El sentido común no puede juzgar el contenido de la ciencia, porque ésta elabora sus propios cánones. Falsación, paradigma, son conceptos que han marcado el historicismo científico de buena parte del siglo veinte” (p.2). A partir de esta idea se puede entender que el conocimiento hoy considerado como verdadero, posiblemente en el futuro se demostrará que es falso y no se ajusta a las nuevas leyes descubiertas. Sin embargo, la observación ha sido el punto de partida de todo proceso investigativo, sin este recurso de nuestra realidad biológica es casi imposible crear conocimiento, el uso de los sentidos nos permite interactuar con la realidad natural del universo, plantear posible respuesta y llegar a soluciones y descubrimientos que permitan entender los fenómenos de la vida.

Por su parte, para Martínez, Galindo y Galindo (2013), en la actualidad, los ambientes virtuales de aprendizaje nos han planteado todo un sinnúmero de posibilidades para la evolución y desarrollo de las sociedades, con mayor énfasis en la educación como motor y generador del conocimiento; por lo que plantean que la sociedad moderna tiene grandes posibilidades de desarrollo y comprensión en el aprendizaje si se adaptan las nuevas Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) en los procesos de enseñanza y actividad común en la cotidianidad de los seres humanos. De esta manera Martínez et al. (2013) expresan que:

*Un hecho trascendental es que la aparición de las nuevas tecnologías ha propiciado a su vez, la aparición de nuevos entornos educativos basados totalmente en las TIC, como los llamados entornos virtuales de aprendizaje. En este sentido, el entorno digital, ha permitido replantear las nuevas formas de aprender, al igual que “los escenarios del espacio para aprender y de las actividades de los estudiantes para acceder, apropiar y procesar información. (p3)*

Además, señalan que estos espacios han cobrado gran interés y relevancia en las actividades modernas; por lo que “los ambientes virtuales o a distancia se presentan como espacios abiertos, en la que los procesos de aprendizaje se llevan conforme al ritmo de los estudiantes, con una comunicación asincrónica y sin tiempos de estudio rígidamente preestablecidos”. (p4) Es decir, que los educandos, igualmente, han debido replantear los métodos tradicionales y adaptarse a los nuevos escenarios y herramientas como acompañantes de procesos y, en ocasiones, uno más del grupo en el aprendizaje.

### **El profesor y su rol en la enseñanza de la Química**

Según Brown, Lemay y Bursten (1998): “La experiencia nos ha enseñado, que a medida que los estudiantes adquieren conciencia de la importancia de la Química para sus propias metas e intereses, se entusiasman más por aprenderla” (p.23). A partir de estas ideas se deben introducir aplicaciones interesantes e importantes para reforzar los temas estudiados haciendo uso de las herramientas que proporcionan la tecnología. Asimismo, los educadores deben proporcionar a los estudiantes conocimientos suficientes de Química moderna donde se resalte la aplicabilidad y se expliquen casos concretos que lleven al estudiante a despertar el interés por investigar y comprender a profundidad las leyes naturales que estudia esta ciencia. El docente ha de estar preparado para enseñar con claridad, objetividad y pasión, es decir contagiar emoción y crear la conciencia de la importancia de la Química como ciencia vital en constante desarrollo. Es así, como logra captar la atención de los estudiantes y su posterior aprendizaje académico y formación personal y profesional para la vida.

## Modelos químicos para simular

Los últimos 20 años de investigación en educación en ciencias y particularmente en Química, han conducido de una u otra manera a la conclusión de que los procesos actuales de enseñanza de estos campos deberían ser más eficientes. Aun se da mucha preferencia a la memorización de conceptos y a la aplicación mecánica de fórmulas. Consciente de la problemática anterior y ante la necesidad de una sólida formación de los estudiantes, en las áreas de ciencias, la comunidad científica internacional ha puesto al servicio de los estudiantes y los docentes nuevas estrategias didácticas (Cárdenas y Gélvez, 2002). Los contenidos temáticos de la Química generalmente abarcan varios capítulos de estudio, en el proyecto se va a tener en cuenta tres temas: ecuaciones Químicas, densidad y estados de la materia, los cuales se van a estudiar apoyados con el uso sistemático del simulador PhET y fuentes bibliográficas.

## Densidades

Es una propiedad de la materia, la cual relaciona unidades de masa sobre unidades de volumen ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ). La densidad depende de la temperatura. Al informar densidades, se debe especificar la temperatura. Por lo regular se supone que la temperatura es de  $25^\circ\text{C}$ , la temperatura ambiente normal. A veces se confunden los términos densidad y peso. Una persona que dice que el hierro pesa más que el aire generalmente se refiere a que el hierro tiene una densidad mayor que la del aire; 1 kg de aire tiene la misma masa que 1 kg de hierro, pero el hierro ocupa un volumen más pequeño, lo que le confiere una densidad mayor. Brown *et al* (1998) establecen que “si juntamos dos líquidos que no se mezclan, el menos denso flotará sobre el más denso” (p.17-18).

## Ecuaciones Químicas y la Ley de la Conservación de la Masa

Las reacciones Químicas se presentan en forma concisa mediante ecuaciones Químicas. Por ejemplo, cuando el hidrogeno,  $\text{H}_2$ , arde, reacciona con oxígeno,  $\text{O}_2$ , del aire para formar agua,  $\text{H}_2\text{O}$ . La ecuación Química para esta reacción se escribe:



Se lee el signo + como “reacciona con” y la flecha como “producen”. Las fórmulas Químicas que están a la izquierda de la flecha representan los reactivos. Las sustancias que se producen en la reacción se llaman productos aparecen a la derecha de la flecha. Los números antepuestos a las formula se llaman coeficientes. Según la Ley de la Conservación de la Materia, en ninguna reacción se crean ni se destruyen los átomos; una ecuación Química debe tener número iguales de cada elemento a cada lado de la flecha. Si se satisface esta condición se dice que la ecuación esta balanceada (Brown, et al., 1998).

## Estados de la materia

Una muestra de materia puede ser un gas, un líquido o un sólido. Estas tres formas de la materia se denominan estados de la materia. Los estados de la materia difieren en algunas de sus propiedades observables. Un gas no tiene volumen ni forma fijos; más bien, se ajusta al volumen y la forma de su recipiente. Un líquido tiene un volumen definido independiente de su recipiente, pero no tienen forma específica; toma la forma de la porción del recipiente que ocupa. Brown et al. (1998) establecen que “un sólido tiene forma y volumen definido; es rígido” (p.5).

## Referente conceptual

Los **Laboratorios virtuales**, son simulaciones en las que se utilizan elementos virtuales, por lo que son apropiados para situaciones de riesgo, de imposibilidad de contar con los elementos necesarios o de espera prolongada para ver los resultados. Entonces, Pósito (2012) establece que “su uso posibilita que los alumnos indaguen las relaciones existentes entre las variables del modelo y manipulen los valores de las variables para resolver un problema” (p. 27).

Por su parte, Acevedo, Acevedo y Ortiz (2015) señalan que los **CLEI, (Ciclos Lectivos Especiales Integrados)**, son referenciados como conjuntos de procesos y acciones curriculares organizados de manera que se puedan integrar las diferentes áreas del conocimiento junto a los proyectos pedagógicos, teniendo una particularidad fundamental: que la duración es menor a la dispuesta para los ciclos regulares del servicio público educativo. Sin embargo, estos también permiten alcanzar los fines, metas y objetivos de la educación básica y media, dirigida a las necesidades y condiciones de la población adulta.

El **PhET (Physics Education Technology)** por sus siglas originales en inglés; en la actualidad, es un espacio interactivo con recursos multimedia a través de la web, para ayudar con el estudio y aprendizaje de las ciencias en todo el mundo. Por lo tanto, Díaz (2016) establecen que “está diseñado para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de investigación científica mediante la exploración de las relaciones de causa y efecto” (p 101). Con lo que presenta gran cantidad de connotaciones en el contexto educativo y la vida diaria del hombre.

También, Fullana y Urquía (2009), señalan que la **Simulación**, son espacios o medios mediante los cuales se pueden llevar a cabo procesos existentes, proyectarse unos nuevos, evaluarse y contemplarse, sin correr el riesgo asociado a experiencias llevadas a cabo en un sistema real. Es decir, que permite a las empresas, instituciones u organizaciones, estudiar los procesos desde una perspectiva sistemática, procurando una mejor comprensión de las variables, además de permitir una mejor predicción de ciertas situaciones.

### **Principios del simulador PhET**

Para ayudar a que los estudiantes se involucren en ciencias y matemáticas a través de la investigación, las simulaciones PhET fueron desarrolladas con base en los siguientes principios: fomentar la investigación científica, proveer interactividad, hacer visible lo invisible, ilustrar modelos mentales, incluir varias imágenes (por ejemplo, objetos en movimiento, gráficos, números, etc.), usar ejemplos de la vida real, guiar de manera implícita a los usuarios (por ejemplo, limitando los controles) en la exploración productiva y crear una simulación que se pueda usar en varias situaciones educativas.

### **METODOLOGÍA O PROCEDIMIENTOS**

#### **Tipo de investigación**

El enfoque del presente trabajo está basado en los principios de investigación Cuantitativa. La herramienta para la recolección de los resultados numéricos del desempeño de los estudiantes va a ser la evaluación diagnóstica, y los datos obtenidos se organizarán aplicando técnicas de estadística comparativa.

#### **Variable independiente**

Estrategia pedagógica utilizada por el docente en la enseñanza de la Química, haciendo uso del simulador PhET. Esta herramienta tecnológica va a ser integrada a las prácticas pedagógicas y a partir de los resultados obtenidos validar lo planteado en la hipótesis.

#### **Variables dependientes**

Potencialidades de estudiar Química integrando el uso del simulador como estrategia pedagógica. Se estudiaron a través de esta variable tres temas fundamentales en Química del grado décimo: densidades, ecuaciones Químicas y estados de la materia, integrando los fundamentos teóricos con las animaciones y contenidos interactivos diseñados en el simulador. Esto, con el fin de validar la importancia de esta herramienta TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Comprensión de los conceptos básicos de la Química. Se estudiaron, a través de esta variable, los conceptos fundamentales que sustentan los temas que se van a simular haciendo uso de bibliografía especializada e integrándola con los contenidos del simulador; esta variable permite medir la capacidad de comprensión en los estudiantes.

Estrategias didácticas en la enseñanza de la Química. Se estudiaron, a través de esta variable, la importancia de integrar el simulador PhET en el aula de clase, la receptividad y comprensión que tienen los estudiantes cuando exploran, hacen uso y modifican las variables que componen los ambientes de simulación. El progreso en los resultados académicos de los estudiantes se hizo a partir de la integración del uso del simulador en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química.

### **Hipótesis**

Los estudiantes del grado décimo de la institución educativa Las Américas, que aprenden bajo la modalidad CLEI, han experimentado, explorado e integrado a su proceso de aprendizaje el uso del simulador PhET, alcanzando las competencias básicas de la materia Química del grado décimo, demostrando mayor comprensión y resultados positivos en las calificaciones.

### **Población**

La población es una gran colección de individuos u objetos que tienen ciertas características similares, en efecto son el foco principal de una investigación; a partir de ellos se diseñan los instrumentos de recolección de información, para finalmente analizar los resultados obtenidos e incorporarlos en beneficio de las personas que integran los grupos de estudio. Las investigaciones se realizan en beneficio de una población determinada; sin embargo, debido a los grandes tamaños de estas, los investigadores a menudo no pueden probar a cada individuo de la población, ya que consume mucho dinero y tiempo. Por esta razón, los investigadores confían en las técnicas de muestreo.

La institución educativa Las Américas cuenta con más de dos mil cincuenta estudiantes, un rector, cuatro coordinadoras, personal administrativo, personal de servicios generales y más de setenta docentes en todas las áreas, donde se incluyen los grados de preescolar, básica primaria, secundaria y educación para adultos o CLEI. Esta última modalidad cuenta con ciento cincuenta y cuatro estudiantes distribuidos en siete grupos que van desde primaria hasta el grado undécimo, la muestra de estudio en la investigación es el grado décimo que cuenta en promedio con 20 estudiantes cada semestre académico.

### **Muestra**

El grado décimo, modalidad de CLEI en promedio cuenta con 20 estudiantes cada semestre académico. La materia de Química hace parte del programa de estudio, presentando el mayor porcentaje de pérdida respecto a otras materias. Según la encuesta realizada la dificultad radica en el lenguaje de estas ciencias, en la falta de espacios de experimentación y en los hábitos de estudios, los cuales, en ciertos casos, son inadecuados. La muestra se compone de estudiantes que tienen entre 15 y 45 años, es decir, personas que vienen con cierto ritmo de estudio y otras que desde hace años hicieron una pausa en su formación académica y emprendieron nuevamente el camino de obtener su titulación como bachiller.

La situación económica es difícil, la mayoría de los integrantes del grupo son trabajadores informales que no cuentan con recursos suficientes, algunos argumentan no contar con dinero para el transporte y en ocasiones el ausentismo es reiterado. Sin embargo, demuestran tener deseo de salir adelante y continuar con su formación, a pesar de las desventajas económicas que tienen. Los estudiantes provienen en su mayoría del barrio Morrónico, de la zona norte y la zona central de la ciudad de Bucaramanga, así como de municipios que pertenecen al área metropolitana como Piedecuesta, Floridablanca y Girón.

## Procedimientos

### a. Fase inicial o de diseño

El uso del simulador PhET integrado en el aula de clase en la materia de Química, busca fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes del grado décimo, ya que los resultados a la hora de aplicar las evaluaciones y comprobar la eficiencia en la asimilación de conceptos fundamentales no son satisfactorios, cuestión que se deriva inicialmente por la carencia de recursos didácticos, dado que la institución no cuenta con los espacios físicos adecuados para las prácticas experimentales, el material bibliográfico es insuficiente y desactualizado, no hay evidencias de uso de software para la enseñanza de la Química y los recursos tecnológicos como computadores son limitados para ciertas materias. Por otro lado, algunos estudiantes han dejado periodos largos sin educarse y al ingresar se encuentran con materias que difícilmente aprueban por falta de disciplina y ritmo de estudio.

Se realizó una encuesta diagnóstica para validar el problema planteado en la investigación, y los resultados mostraron que, mayoritariamente, a los estudiantes les resulta complicado el estudio de la Química, dado que el lenguaje es complejo, no existen recursos tecnológicos ni espacios de experimentación adecuados. Adicionalmente los hábitos de estudios en los educandos son deficientes, las clases que reciben no integran ningún recurso tecnológico, salvo la proyección de videos, porque, generalmente, las explicaciones son teóricas donde se hace uso del pizarrón.

El uso de los simuladores diseñados por PhET permiten experimentar a través de ambientes virtuales leyes y conceptos asociados a las ciencias naturales de una manera innovadora e interesante, atrayente para los estudiantes quienes pueden aprender haciendo uso de esta importante herramienta de aprendizaje, para aprovecharla se planea realizar las siguientes actividades; análisis de los procesos químicos que se van a simular, explicación del marco teórico de los procesos a simular, evaluación de los conceptos teóricos explicados sin usar el simulador, integración de los conceptos teóricos con las aplicaciones del simulador PhET, exposición con el simulador PhET, experimentación con los simuladores, aplicación de evaluación haciendo uso del simulador y validación de los resultados.

### b. Fase de desarrollo o implementación

En la segunda etapa de la investigación se definen las actividades o acciones que van a determinar el desarrollo del proyecto, inicialmente se contempla el análisis de tres procesos químicos que se van a simular en este caso: densidades, ecuaciones Químicas y estados de la materia. Con el estudio de las bases teóricas de estos temas se desarrollan 3 clases magistrales bajo el modelo tradicional, sin hacer uso del simulador, con el fin de evaluar de forma escrita la comprensión de los temas tratados. A continuación, se realiza la presentación del simulador PhET haciendo referencia a las implicaciones en la enseñanza de la Química. Posteriormente se hace uso de las aplicaciones y herramientas que contiene para la comprensión de los temas propuestos; y finalmente, después de ejecutar tres secciones haciendo uso del simulador, realizar la evaluación escrita con el fin de comparar las implicaciones de implementar esta herramienta TIC en el aula de clase. Durante las actividades de esta fase el instrumento de recolección de datos va a ser la evaluación diagnóstica. Lo anterior se puede resumir en la tabla 1.

**Tabla 1.**

*Actividades para desarrollar en la implementación del proyecto.*

ACTIVIDADES	CARACTERÍSTICAS DE LOS ENTREGABLES	RESPONSABLE	DURACIÓN
Análisis de los procesos químicos que se van a simular	Estudio de los siguientes procesos químicos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecuaciones Químicas y la ley de la conservación de la Masa</li> <li>• Densidad</li> <li>• Estados de la materia</li> </ul>	Docente investigador	2 semana
Explicación del marco teórico de los procesos a simular	Preparación de 3 clases magistrales que abarque los temas de estudio analizados.	Docente Investigador	3 semanas
Evaluación de los conceptos teóricos explicados sin usar el simulador	Ejecución de tres evaluaciones diagnosticas de los temas vistos.	Docente Investigador	3 semana
Integración de los conceptos teóricos con las aplicaciones del simulador PhET	Preparación de una presentación donde se hagan referencia la importancia de la integración del simulador en las clases de Química	Docente Investigador	1 semana
Exposición de los simuladores en clase	Presentación y demostración del simulador PhET, haciendo uso de las aplicaciones y herramientas que contienen para la comprensión de los temas propuestos e integración de los conceptos teóricos	Docente Investigador	1 semanas
experimentación con los simuladores	Uso de los simuladores en la sala de informática de la institución educativa durante tres secciones	Docente Investigador	3 semanas
Evaluación del uso del simulador	Se plantean tres evaluaciones diagnosticas haciendo uso de la herramienta del simulador.	Docente Investigado	3 semana
Evaluación de resultados	Análisis de resultados a partir de las evaluaciones diagnosticas con y sin simulador	Docente Investigador	1 semana

*Nota.* Fuente elaboración del autor.

**c. Fase de evaluación de validación**

En esta fase del proyecto se validaron los resultados que dan respuesta al objetivo planteado en la investigación, es decir con el uso del simulador PhET fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Química del grado décimo a los estudiantes que hacen parte de la modalidad de estudio CLEI. A partir de los resultados obtenidos en la investigación el aporte a la institución educativa es integrar los hallazgos a las prácticas pedagógicas con el fin de potencializar en los estudiantes la comprensión de los conceptos básicos de Química haciendo uso y aplicaciones del simulador PhET.

Para alcanzar lo anterior se propuso la aplicación de evaluaciones diagnósticas, antes y después del uso del simulador PhET, con el fin de tener un panorama comparativo en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la Química respecto a las prácticas pedagógicas tradicionales y la integración de las TIC en las actividades de la materia. Los datos recogidos se analizaron y se presentaron haciendo uso de herramientas estadísticas con el fin de visualizar las tendencias halladas en la investigación. Finalmente, se describen las conclusiones, recomendaciones y limitaciones que se presentan en el desarrollo del proyecto.

### **Instrumentos de recolección de información**

La recolección de información en el proyecto se fundamentó en la evaluación diagnóstica, esto con el fin de validar los resultados del proceso de enseñanza de temas básicos en Química como densidades, ecuaciones químicas y estados de la materia. La idea es explicar las temáticas de forma tradicional, es decir, haciendo uso del tablero, libro y marcador e integrar al final el simulador PhET como herramienta educativa TIC en las clases de Química.

### **Técnicas de análisis de datos**

El análisis se va a realizar a través de técnicas de comparación estadísticas, ya que se está ensayando con dos métodos distintos en la enseñanza de la Química; estas comparaciones se pueden realizar a partir de la variabilidad y las medidas de tendencia central de los datos por ejemplo las medias muestrales y los porcentajes de alumnos con notas en superior (47-50), alto (40-46), básico (35- 39) y bajo (10-34) correspondientes a los rangos numéricos de valoración institucional y los niveles de desempeño en la escala de valoración nacional.

### **Caracterización de la población**

La Institución Educativa las Américas está ubicada en la ciudad de Bucaramanga Santander en la calle 33# 36- 16 barrio El Prado. Fundada en 1954; cuenta con calendario A; es de género mixto con carácter académico y modelo educativo tradicional; las actividades se realizan en las jornadas de la mañana, tarde y fin de semana; cuenta con los grados de transición, básica primaria, básica secundaria y media; así como primaria, secundaria y media para Adultos. Su misión, como lo señala Las Américas (2017) es *“brindar una formación académica y tecnológica, ética y moral a niños, jóvenes y adultos, a través de la orientación en pensamiento dinámico, analítico, crítico de los conocimientos y destrezas necesarios para el cuidado y transformación de su contexto”* (p.2).

Su ubicación estratégica, en el barrio El Prado, tiene carácter privilegiado por la cercanía al centro de la ciudad, las zonas universitarias UIS, Santo Tomás, UDI, UCC, Hospital Universitario, UNAB, el sector exclusivo de cabecera y los barrios Álvarez, Albania y Morrónico; de este último, proceden la mayoría de estudiantes que pertenecen al CLEI. Se cuentan con un promedio de 150 estudiantes cada semestre académico los cuales están distribuidos en siete grupos que van desde primaria hasta el grado undécimo.

La población objeto de estudio en la investigación son los estudiantes del grado décimo cuyas edades oscilan entre los 15 y 45 años; la mayoría de los educandos presentan condiciones socioeconómicas difíciles a causa de la carencia de recursos económicos, el empleo informal de los padres de familia, abandono, consumo de sustancias alucinógenas y problemas judiciales. A pesar de estos agravantes es importante destacar el deseo de salir adelante de muchos que no quieren quedarse en la pobreza y manifiestan su intención de aprender.

### **RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

En la Tabla 2 se encuentra registrada la información estadística (análisis de tendencia central y de variabilidad) estudiada en el proceso de evaluación; sin usar y usando el simulador PhET.

**Tabla 2.**  
*Resumen de los resultados de análisis de tendencia central y variabilidad en las evaluaciones aplicadas sin usar y usando el simulador PhET*

HERRAMIENTA ESTADÍSTICA	TIPO DE EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA						
	SIN USAR EL SIMULADOR			USANDO EL SIMULADOR PhET			
		Densidad	Ecuaciones químicas	Estados de la materia	Densidad	Ecuaciones químicas	Estados de la materia
Análisis de tendencia central	Promedio	26.25	26.9	31.5	39.65	39	42.7
	Media	21	27	30	39	38	43.5
	Moda	17	27	35	35	37	48
Análisis de variabilidad	Valor máximo	47	48	50	50	50	50
	Valor mínimo	12	12	10	30	30	30
	Rango	35	36	40	20	20	20
	Desviación estándar	10.70	11.96	10.1	5.96	4.71	4.93
	Coefficiente de variabilidad	41%	44%	32%	15%	12%	12%

Nota. Fuente elaboración del autor.

El objetivo fundamental del proyecto de investigación fue la implementación del simulador PhET en las clases de Química del grado décimo, con el fin de fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje y de este modo mejorar el rendimiento académico reflejado en los resultados cuantitativos que se obtienen por medio de las evaluaciones. A través del plan de estudio de Química se categorizaron tres temas fundamentales: densidades, ecuaciones Químicas y estados de la materia. Los conceptos teóricos se integraron con las funciones que ofrece el simulador con el fin de potenciar el proceso.

En cuanto al tema de densidades se puede analizar que, usando el simulador PhET el promedio en las notas obtenidas de los 20 estudiantes pasó de 26.25 (sin usar simulador) a 39.65M; es decir, mejoró el rendimiento académico, que pasó de un nivel de desempeño bajo a un nivel de desempeño básico muy cercano al desempeño alto según la escala de valoración nacional. También, se puede ver respecto a la moda, una tendencia de repetición que pasó de 17, desempeño bajo, a 35, desempeño básico. Igualmente, el coeficiente de variabilidad disminuye de 41% a 15%; esto refleja la eficiencia del simulador y menor dispersión en los resultados cuantitativos.

En la valoración de ecuaciones Químicas se puede analizar que, usando el simulador PhET el promedio de notas obtenidas de los 20 estudiantes paso de 26.90 (sin usar simulador) a 39.00; es decir, mejoró el rendimiento que pasó de un nivel de desempeño bajo a un nivel de desempeño básico muy cercano al desempeño alto según la escala de valoración nacional. También se puede ver, respecto a la moda, una tendencia de repetición que pasó de 27, desempeño bajo, a 37 desempeño básico. Igualmente, el coeficiente de variabilidad disminuye de 44% al 12%, esto refleja la eficiencia del simulador y menor dispersión en los resultados cuantitativos, esta reducción determina que la tendencia de las notas fue positiva en cuanto a los buenos resultados del uso del simulador.

En la valoración de los estados de la materia se puede analizar que usando el simulador PhET el promedio de notas obtenidas de los 20 estudiantes paso de 31.50 (sin usar simulador) a 42.7; es decir, mejoró el rendimiento que pasó de un nivel de desempeño bajo a un nivel de desempeño alto según la escala de valoración nacional. Esto indica que el tema en su mayoría quedó claro y los resultados respecto a densidades y ecuaciones Químicas fueron los mejores.

También se puede ver, respecto a la moda, una tendencia de repetición que pasó de 35, desempeño básico, a 48 desempeño superior. Igualmente, el coeficiente de variabilidad disminuye de 32% al 12%, esto refleja la eficiencia del simulador y menor dispersión en los resultados cuantitativos. Esta reducción determina que la tendencia de las notas fue positiva en cuanto a los buenos resultados del uso del simulador.

Finalmente, estados de la materia fue el tema de Química donde los estudiantes obtuvieron los mejores resultados haciendo uso del simulador PhET. En la tabla 3 se muestra el número de estudiantes (#) y su respectivo porcentaje (%) respecto a los resultados obtenidos en los tres temas vistos, basados en la escala de valoración nacional.

**Tabla 3**

*Resumen del desempeño de los estudiantes según la escala nacional en las evaluaciones aplicadas sin usar y usando el simulador PhET*

RANGO ESCALA INSTITUCIONAL	TIPO DE EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA											
	SIN USAR EL SIMULADOR						USANDO EL SIMULADOR PhET					
	Densidad		Ecuaciones químicas		Estados de la materia		Densidad		Ecuaciones químicas		Estados de la materia	
#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	
Desempeño superior	1	5	2	10	3	15	4	20	2	10	5	25
Desempeño Alto	3	15	2	10	0	0	6	30	6	30	11	55
Desempeño Básico	2	10	3	15	6	30	8	40	11	55	3	15
Desempeño Bajo	14	70	13	65	11	55	2	10	1	5	1	5

*Nota.* Fuente elaboración del autor.

Según la Tabla 3, en el tema de densidades sin el uso del simulador, el 70% de la población (14 estudiantes) obtuvieron un desempeño bajo, en ecuaciones Químicas el 65% (13 estudiantes) y en estados de la materia el 55% (11 estudiantes); estos resultados son notoriamente negativos, a pesar de que las explicaciones en el aula se realizaron con claridad, esfuerzo y coherencia, dedicando el tiempo para aclarar dudas y hacer las respectivas retroalimentaciones. En este punto se presenta la necesidad de implementar una nueva estrategia que permita mejorar el desempeño de los estudiantes; en este caso el simulador PhET fue una opción verdaderamente buena ya que en densidades solo el 10% de los estudiantes (2 estudiantes) obtuvieron un desempeño bajo con una nota de 30 que en realidad no está lejana al desempeño básico; en ecuaciones Químicas y estados de la materia solo el 5% correspondiente a un solo estudiante obtuvo desempeño bajo con una nota de 30.

Esto quiere decir que en el tema de las densidades aprobaron la evaluación dieciocho (18) estudiantes correspondientes al 90% de los integrantes del grado décimo, de los cuales cuatro se destacaron con desempeño superior. En ecuaciones Químicas aprobaron la evaluación diecinueve (19) estudiantes que corresponde al 95%, de los cuales dos (2) obtuvieron desempeño superior, y en estados de la materia, igualmente, diecinueve (19) estudiantes que corresponde al 95% del grupo,

aprobaron la evaluación de los cuales cinco (5) obtuvieron desempeño superior.

En la Gráfica 1, se puede ver que los resultados cuantitativos en el tema de densidades haciendo uso del simulador PhET fueron notablemente positivos respecto a los obtenidos en la clase donde no se hizo uso de ninguna herramienta tecnológica. Se pasó de catorce estudiantes en desempeño bajo a solo dos; de dos estudiantes en desempeño básico a ocho; de tres estudiantes en desempeño alto a seis y de un estudiante en desempeño superior a cuatro que lograron los mejores resultados.



*Grafica 1.* Comparación del desempeño de los estudiantes sin usar y haciendo uso del simulador PhET, teniendo en cuenta la escala de valoración nacional en el tema de densidades.

En la Gráfica 2 se puede decir que los resultados cuantitativos, en el tema de ecuaciones químicas usando el simulador, fueron igualmente positivos respecto a los obtenidos en la clase donde no se hizo uso de ninguna herramienta tecnológica. Se pasó de trece estudiantes en desempeño bajo a solo uno; de tres estudiantes en desempeño básico a once; de dos estudiantes en desempeño alto a seis y se mantuvo la misma proporción de dos estudiantes en desempeño superior.



*Grafica 2.* Comparación del desempeño de los estudiantes sin usar y haciendo uso del simulador PhET, teniendo en cuenta la escala de valoración nacional en el tema de ecuaciones químicas.

Finalmente, En la Gráfica 3, se puede ver que los resultados cuantitativos en el tema de estados de la materia usando el simulador, fueron igualmente positivos respecto a los obtenidos en la clase donde no se hizo uso de ninguna herramienta tecnológica. Se pasó de once estudiantes en desempeño bajo a solo uno; de seis estudiantes en desempeño básico a tres; de seis estudiantes en desempeño alto a once; y de tres estudiantes en desempeño superior a cinco. Este fue el tema con mejores calificaciones obtenidas.

### Desempeño de los estudiantes según la escala de valoración nacional en el tema de Estados de la Materia



*Gráfica 3.* Comparación del desempeño de los estudiantes sin usar y haciendo uso del simulador PhET, teniendo en cuenta la escala de valoración nacional en el tema de estados de la materia

## CONCLUSIONES

Al categorizar los contenidos de la asignatura para adecuarlos al simulador se pudo establecer que los contenidos, interfaz y desarrollo de gráficos de la página principal PhET contemplan la mayoría de las temáticas abordadas en el grado 10 de acuerdo con los lineamientos del MEN. Por lo tanto, al seleccionar los recursos didácticos y pedagógicos para realizar las evaluaciones, se pudo observar que en la Institución Educativa hace falta acondicionar espacios y adquirir herramientas de última tecnología para facilitar este tipo de procesos. Asimismo, se pudo observar una mejor comprensión de los estudiantes en cuanto a los temas y evaluaciones referentes a la química proyectada para el décimo grado de educación media; después de referir las actividades y temáticas mediante el simulador PhET. En consecuencia, los niveles de rendimiento académico global mejoraron notablemente y la comprensión de alumnos con dificultades de aprendizaje se afianzó. Finalmente, se ha decidido incorporar esta herramienta TIC en las clases de química para 10° de los Ciclos Lectivos Especiales Integrados (CLEI) como un elemento facilitador del aprendizaje y la comprensión de las temáticas propias, del área, en los estudiantes.

Además, el proyecto de investigación se centró en implementar el simulador PhET con el fin de fortalecer el proceso de enseñanza de la asignatura de Química del grado décimo en la Institución Educativa Las Américas en la modalidad de estudio Ciclos Lectivos Especiales Integrados - CLEI. Para guiar este trabajo se realizó una encuesta diagnóstica con el fin de validar el problema planteado en la investigación, obteniendo como resultado que, mayoritariamente a los estudiantes les resulta complicado el estudio de la Química, dado que el lenguaje es complejo, no existen recursos

tecnológicos ni espacios de experimentación adecuados, adicionalmente los hábitos de estudios en los educandos son deficientes, las clases que reciben no integran ningún recurso tecnológico salvo la proyección de videos, y generalmente las explicaciones son teóricas donde se hace uso del pizarrón.

A través del plan de estudio de Química se categorizaron tres temas fundamentales: densidades, ecuaciones Químicas y estados de la materia; los conceptos teóricos se integraron con las funciones que ofrece el simulador para potenciar el proceso de enseñanza. Esto ayuda a que los estudiantes se involucren al estudio de la Química a través de la investigación, la exploración y el uso de herramientas virtuales.

Las simulaciones PhET fueron desarrolladas con base en los siguientes principios: fomentar la investigación científica, proveer interactividad, hacer visible lo invisible, ilustrar modelos mentales, incluir varias imágenes (por ejemplo, objetos en movimiento, gráficos, números, etc.), usar ejemplos de la vida real, guiar de manera implícita a los usuarios (por ejemplo, limitando los controles) en la exploración productiva y crear una simulación que se pueda usar en varias situaciones educativas.

Al aplicar las evaluaciones diagnosticas sin hacer uso del simulador PhET los resultados fueron mayoritariamente negativos en densidades el promedio de notas fue de 26.25, la moda o nota recurrente fue 17; la nota más baja fue 12, el coeficiente de variabilidad fue de 41% valor alto que indica que la dispersión de los datos es elevada y el 70 % de la población obtuvo desempeño bajo (14 estudiantes). En ecuaciones químicas el promedio de notas fue de 26.90, las notas más recurrentes fueron 27 y 15, la nota más baja fue de 12, el coeficiente de variabilidad es del 44 % valor alto, el 65% de los estudiantes obtuvieron desempeño bajo (13 estudiantes). En estados de la materia el promedio de notas fue de 31.5, la nota más recurrente fue de 35 desempeño básico, la nota más baja fue de 10, el coeficiente de variabilidad fue de 32% valor alto, el 55% de la población obtuvo desempeño bajo (11 estudiantes).

Cuando se implementó el simulador PhET los resultados mejoraron considerablemente: en el tema de densidades el promedio de notas fue de 39.65 valor que en la escala de valoración institucional indica un desempeño básico, muy cercano al desempeño alto la diferencia es tan solo de 0.35, la moda o nota recurrente fue de 35, la nota más baja fue de 30, el coeficiente de variabilidad fue del 15 % lo cual demuestra que la dispersión en los resultados disminuyó, el 10 % de la población obtuvo desempeño bajo (2 estudiantes) con nota de 30. En ecuaciones químicas el promedio de notas fue de 39, la nota recurrente 37, el coeficiente de variabilidad fue 12% y el 5% de la población obtuvo desempeño bajo (un estudiante) con 30; en estados de la materia el promedio fue de 42.7 indicando un desempeño alto, la nota recurrente fue de 48 desempeño superior, el coeficiente de variabilidad fue del 12% y el 5% de la población obtuvo desempeño bajo (un estudiante) con 30. Finalmente, en el tema de densidades aprobaron la evaluación 18 estudiantes correspondiente al 90% de los integrantes del grado décimo, de los cuales cuatro se destacaron con desempeño superior. En ecuaciones Químicas aprobaron la evaluación 19 estudiantes que corresponde al 95%, de los cuales dos obtuvieron desempeño superior y en estados de la materia igualmente 19 estudiantes que corresponde al 95% del grupo aprobaron la evaluación de los cuales 5 obtuvieron desempeño superior. Esto indica que haciendo uso del simulador PhET los resultados mejoraron considerablemente confirmando la hipótesis y objetivos planteados en el proyecto, ya que la mayoría de las estudiantes exploraron e integraron a su proceso de aprendizaje el simulador PhET, alcanzado las competencias básicas de la materia, demostrando mayor comprensión y resultados positivos en las calificaciones.

## REFERENCIAS

- Acevedo, L.; Acevedo, A. y Ortiz, L. (2015). *Lineamientos Pedagógicos y Curriculares de educación para jóvenes y adultos en el Distrito*. Secretaría de Educación Distrital SED-Dirección de Inclusión e Integración de Poblaciones DIIP. Alcaldía de Bogotá D.C. <http://www.renovacionmagisterial.org/portada/sites/default/files/Lineamientos%20SED.pdf>
- Arias, F. (2004). *El proyecto de investigación*. 4ta edición, Episteme Venezuela.
- Ariza, T.; Quevedo R. y Buela, G. (2014). *Satisfaction of Social and Legal Sciences with the introduction of the European Higher Education Area*. The European Journal of Psychol
- Asensi, V. y Parra, A. (2002) *El método científico y la nueva filosofía de la ciencia*. Anales de Documentación, 5(1) 9–19. <https://revistas.um.es/analesdoc/article/view/2251>
- Brown, T.; LeMay, H. y Bursten, B. (1998). *Química la ciencia central*. 9a Edición, Pearson Prentice Hall, México.
- Cárdenas, F y Gélvez, C. (2002). *Química y ambiente 2*. Mc Graw Hill.
- Cataldi, Z.; Lage, F. y Dominighini, C. (2013). *Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza*. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*. 10(17) 8-16. <http://laboratorios.fi.uba.ar/lie/Revista/Articulos/101017/A2mar2013.pdf>
- Díaz, J. (2016). *Aplicación PhET: estrategia de enseñanza-aprendizaje de fracciones equivalentes*. *Revista Criterios*, 23 (1) 99-111. <file:///C:/Documents%20and%20Settings/MSI/Mis%20documentos/Downloads/1193-2615-1-PB.pdf>
- Fullana, C. y Urquía, E. (2009). *Los modelos de simulación: una herramienta multidisciplinar de investigación*. *Encuentros Multidisciplinares*, 32(1) 1-11. [http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%C2%BA32/Carmen\\_Fullana\\_Belda\\_y\\_Elena\\_Urqu%C3%ADa\\_Grande.pdf](http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%C2%BA32/Carmen_Fullana_Belda_y_Elena_Urqu%C3%ADa_Grande.pdf)
- Las Américas I.E (2017). *Manual de convivencia y prevención de la violencia escolar*. Bucaramanga, Colombia.
- López, D. y Orozco, J. (2017). *Clases Interactivas Demostrativas con el uso de simulaciones PhET para Mecánica en Preparatoria*. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 11(2), 2322-1/2322-10. [http://www.lajpe.org/jun17/2322\\_AAPT\\_2017.pdf](http://www.lajpe.org/jun17/2322_AAPT_2017.pdf)
- Martínez, N.; Galindo, R. y Galindo, L. (2013). *Entornos virtuales de aprendizaje abiertos; y sus aportes a la educación*. XXI Encuentro Internacional de Educación a Distancia, Educación virtual en los cinco continentes. Universidad de Guadalajara, México. [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25265w/Entornos\\_virtuales](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25265w/Entornos_virtuales)
- Montoya, J. (2015). *Propuesta para la implementación de laboratorios virtuales en la enseñanza del curso de química inorgánica del grado 10 de la institución educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Itagüí*. [Tesis de maestría, Universidad EAFIT]. [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8023/JorgeEliecer\\_MontoyaMartinez\\_2015.pdf;sequence=2](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8023/JorgeEliecer_MontoyaMartinez_2015.pdf;sequence=2)
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura-UNESCO (2011). *La química y la vida*. UNESCO. <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001906/190645s.pdf>

Peñata, A.; Camargo, E. y García, L. (2016). *Implementación de simulaciones virtuales en la enseñanza de física y química para la educación media en la subregión de Urabá, Antioquia*. [Tesis de maestría, Universidad Pontificia Bolivariana] <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/2589/Trabajo%20de%20Grado%20de%20Alberto%20Pe%C3%B1ata%20Ervin%20Camargo%20y%20Luis%20Felipe%20Garc%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pósito, R. (2012). *El problema de enseñar y aprender ciencias naturales en los nuevos ambientes educativos*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de La Plata]. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18190/Documento\\_completo.pdf?sequence=3](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18190/Documento_completo.pdf?sequence=3)

Reyes, M. (2014). *Los laboratorios virtuales como recurso TAC en la secundaria obligatoria. Análisis y propuesta de aplicación de Phet interactive simulations en el aula de 4° de ESO*. [Tesis de maestría, Universidad Internacional de La Rioja]. <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/2671/reyes%20macias.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Valdez, D. (2017). *“Uso didáctico de Phet Simulaciones Interactivas, para la comprensión de los estados de la materia en la Ciencia Físico-Química”*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Nacional]. [https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/1836/LTE\\_Valdez%20David.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/1836/LTE_Valdez%20David.pdf?sequence=1&isAllowed=y)