Vol. 4, No. 1 | 2024

ARJEAD

ARTÍCULO

Simuladores Virtuales para el Aprendizaje de Soluciones Químicas

Virtual Simulators for Learning Chemical Solutions

Hugo Rómulo Semanate Samboni

Recepción: 04-12-2023 | Aceptación: 19-01-2024

UC UNIVERSIDAD CUAUHTÉMOC AGUASCALIENTES

Recepción: 04-12-2023 | Aceptación: 19-01-2024

Simuladores Virtuales para el Aprendizaje de Soluciones Químicas

Virtual Simulators for Learning Chemical Solutions

Hugo Rómulo Semanate Samboni[1]

[1] Doctorado Ciencias de la Educación, Universidad Cuauhtémoc, Campus en Línea, Plantel Aguascalientes, México, hugosemanate2016@gmail.com

Resumen

El aprendizaje de soluciones químicas es esencial en el estudio de la química, permitiendo comprender cómo las sustancias se disuelven y forman mezclas homogéneas. Estos conocimientos son fundamentales para diversos campos como la agricultura, la industria farmacéutica, alimentaria y ambiental. Desde esta perspectiva el objetivo de la presente investigación es evaluar la influencia de los simuladores virtuales en el aprendizaje de soluciones químicas en estudiantes de grado octavo y noveno de la Institución Educativa el Pescador, del Municipio de la Argentina, Huila. Estos simuladores representan una estrategia educativa relevante ya que permiten transformar la práctica del educador a través de procedimientos significativos e innovadores para subsanar deficiencias de infraestructura en zonas rurales. La población de estudio incluye a 54 estudiantes, conformados en dos grupos: 27 estudiantes de octavo grado y 27 de noveno grado, las edades oscilan entre los 13 y 16 años. Así mismo, se utiliza una metodología cuantitativa preexperimental, transversal, correlacional, de fases de pretest y post test, en instrumentos revisión documental, cuestionario y una escala Likert sobre la aceptación de la estrategia implementada. Los resultados muestran puntajes significativamente altos comparados con la prueba diagnóstica de -16,4201532 en mejora de la comprensión de los conceptos de soluciones químicas, mientras que, la correlación entre variables dependiente e independiente fue menor a 0,05. En conclusión, se confirma la veracidad de la hipótesis (Hi) sobre la influencia positiva de los simuladores virtuales en los procesos de aprendizaje de las temáticas de soluciones químicas en los estudiantes de octavo y noveno.

Palabras clave: Simuladores virtuales, soluciones químicas, secundaria, influencia, estrategia educativa

Abstract

The Learning chemical solutions is essential in the study of chemistry, allowing us to understand how substances dissolve and form homogeneous mixtures. This knowledge is fundamental for various fields such as agriculture and the pharmaceutical food and environmental industries. From this perspective, this research seemed to evaluate the influence of virtual simulators on the learning of chemical solutions in eighth and ninth grade students from El Pescador school, which is locat- ed in La Argentina, Huila. These simulators represent a relevant educational strategy as they allow transforming the educator's practice through significant and innovative procedures to address infrastructure deficiencies in rural areas. The selected samples consisted of 54 students, made up of two groups: 27 eighth grade students and 27 ninth grade students, ages range between 13 and 16 years old. As well as a pre-experimental, transversal, correlational quantitative methodology is used, with pre-test and post-test phases. Instruments like questionnaire and a Likert scale on the acceptance of the implemented strategy were carried out. The results showed better scores compared to the diagnostic test of -16.4201532 improving the understanding of the concepts of chemical solutions, while the tension between dependent and independent variables was less than 0.05. In conclusion, the veracity of hypothesis (Hi) on the positive influence of virtual simulators on the learning processes of chemical solutions topics in eighth and ninth grade students is confirmed.

Keywords: virtual simulators, chemical solutions, secondary school, influence, educational strategy

Introducción

La educación actualmente está enfocada a desarrollar procesos dinámicos que permitan obtener resultados óptimos en la enseñanza-aprendizaje con procedimientos significativos (Mauris, 2022). Dichos procesos son constantemente evaluados en busca de mejorar las estrategias y didácticas para que los estudiantes se motiven y apropien los conceptos con facilidad (Ministerio de Educación Nacional, 2020); en este sentido, se propone el uso de simuladores de Tecnología para la Educación de la Física (PhET), como recurso didáctico importante para generar un conocimiento auténtico y relevante en la química, al ofrecer nuevos espacios de interac- ción con los estudiantes, favorecer del quehacer pedagógico y facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Mrani, Hajjami & Khattabi, 2020).

La plataforma virtual de simulación PhET se ha constituido como un software educativo de uso gratuito, que proporciona simulaciones en diversas disciplinas científicas como biología, química, física y matemáticas para desarrollar en los educandos habilidades de investigación toda vez que, inmersos en el entorno virtual, los usuarios tienen la autonomía de explorar y analizar la causa-efecto de los experimentos desarrollados (Diaz, 2018).

La propuesta se ubica en la Institución Educativa El Pescador, debido a que la asignatura de química se imparte actualmente de manera tradicional y memorística mediante el uso de textos, clases magistrales, videos y prácticas de laboratorio sencillas, lo cual lleva a que el estudiante memorice la información y pierda el interés de vincular la teoría con la práctica. Como consecuencia, se evidencian dificultades en el aprendizaje de temas específicos del área, la desvinculación del componente teórico-práctico en la resolución de problemas, el desconocimiento de los equipos y materiales de laboratorio, así como la falta de motivación en la asignatura.

Uno de los temas que registra aprendizajes pendientes en este contexto educativo es lo refer-

Revista ARJEAD Vol. 4 No. 1 ISSN: 3061-7731
marzo - agosto 2024, pp. 54-69

ente a las soluciones químicas, asociadas a dos o más sustancias en las que no se da separación de fases y donde interactúan un soluto y un solvente que pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos (Blanco, Higgins & González, 2022). Este conocimiento incluye el concepto de solución, sus características y propie- dades, los factores que intervienen en la solubilidad y la interpretación de las unidades de concentración, conjunto informativo que permite al estudiante una mejor comprensión del mundo en que se desenvuelve por su aplicación directa en campos como la medicina, aleaciones, la alimentación, las tecnologías de nuevos materiales, cosmetología y las ciencias medioambientales (Muñoz & Muñoz, 2021).

Por tanto, se adelanta una gestión de enseñanza en atención a la necesidad de responder a los desafíos en la formación de jóvenes del sector rural, el cual exige del docente estrategias innovadoras, contextualizadas y activas para lograr aprendizajes significativos, acción mediada en las nuevas tecnologías con la rigurosidad investigativa para evaluar la influencia de los simuladores virtuales en los procesos de aprendizaje de las temáticas soluciones químicas en estudiantes de grado octavo y noveno de la Institución Educativa el Pescador, del Municipio de la Argentina, Huila.

Método

Hernández et al. (2014) explican que el método cuantitativo en la investigación se identifica por un marcado interés de objetividad y precisión en sus datos, de ahí que se apoya en herramientas específicas que le permitan la realización de análisis cuantificables y generación de indicadores en cuanto al objeto de estudio. Además, en relación con la tipología preexperimental, se determina por cumplir con requisitos previos a un experimento verdadero, caracterizado por manipulación de las variables, sin la presencia de los grupos control y experimental para la comparación intergrupal, pero con mediciones en dos momentos claves (pretest/post test) para un solo grupo (Ramos, 2021).

El alcance del presente estudio transversal es correlacional, y según Hernández y Mendoza (2018) busca establecer la relación o asociación entre dos variables, acorde a la línea metodológica trazada en función de esta investigación se ocupa de variable dependiente e independiente, las cuales, desglosadas en el orden enunciado, son la influencia de los simuladores en los procesos de aprendizaje.

El muestreo es de población total, que acorde a Guerra (2009) es un tipo de técnica de muestreo intencional, el cual implica examinar en equivalencia al número total registrado por el conjunto poblacional e identificado por características singulares que les hace funcionales a los propósitos investigativos. Así, el grupo de participantes son los estudiantes matriculados en los grados 8° (27) y 9° (27) durante el año 2023, para un total de 54 educandos de ambos sexos. Los instrumentos implementados incluyen revisión documental, cuestionario de selección múltiple (11 preguntas de selección múltiple), en fase pretest y post test, además una escala Likert (14 ítems) diseñada para evaluar el uso de simuladores virtuales desde el criterio de los participantes. Tanto el cuestionario como la escala fueron validados por expertos en química y en investigación. Por otra parte, el aspecto de confiabilidad se realizó mediante una prueba piloto con 25 estudiantes para identificar aspectos como claridad, precisión y comentarios o sugerencias sobre las preguntas, la exactitud de las respuestas esperadas y la objetividad de los criterios de calificación. Los resultados mostraron un coeficiente Alfa de Cronbach de 0,818 para el cuestionario y 0,819 para la escala Likert, indicando una alta confiabilidad de acuerdo con los intervalos propuestos por Ruiz (2002).

El procesamiento de datos se hace mediante software S.P.S.S versión 27.0.1 que permite realizar la estadística descriptiva de: media, moda, mediana, límites máximo y mínimo y la desviación estándar. De igual forma, realizar la estadística inferencial a través de la prueba z como medio para evaluar si la incorporación de los simuladores genera un impacto estadísticamente significativo en el aprendizaje de soluciones químicas y la aplicación la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, para determinar si una muestra de datos sigue una distribución normal. Además, en cumplimiento de las consideraciones éticas se socializó la investigación con las figuras adultas y se clarificó su clasificación de riesgo mínimo según Resolución número 8430 de 1993 en Colombia, se aseguró la confidencialidad del material aportado por los partícipes, así mismo se diligenció un consentimiento informado con padres y los jóvenes.

Resultados

En primer lugar, se muestran los datos sociodemográficos de la población objeto de estudio. A continuación, se detalla el cuestionario de selección múltiple única respuesta utilizado en las fases pre y post test. Posteriormente, se presentan los resultados que incluyen medias, varianzas y correlaciones entre las variables. Finalmente, se describe la escala tipo Likert utilizada para medir la influencia de los simuladores virtuales como estrategia didáctica en los procesos de aprendizaje de las temáticas de soluciones químicas en estudiantes de grado octavo y noveno de la institución el Pescador del Municipio de la Argentina, Huila.

Caracterización

A partir de la revisión documental del Sistema de matrícula estudiantil (SIMAT), el Proyecto Educativo Institucional (PEI) y el Proyecto de orientación escolar de grupo (POEG), se obtuvieron los siguientes datos sociodemográficos: sexo, edad, nivel socioeconómico, zona de residencia, religión y el grupo étnico. Para proporcionar una medida más detallada de estos datos, se ha elaborado la siguiente tabla

Tabla 1

Datos sociodemográficos estudiantes octavo y noveno. Institución Educativa El Pescador

Indicador	Descripción	Valor	Porcentaje
Sexo	Masculino	21	38,88
	Femenino	39	72,22
Edad promedio	13 años	14	25,92
	14 años	11	20,37
	15 años	25	46,30
	16 años	4	7,41
Nivel socioeconómico	Estrato 1	42	77.78
	Estrato 2	12	22,22

Indicador	Descripción	Valor	Porcentaje
Zona de residencia	Urbana	3	5,56
	Rural	51	94,44
Religión	Católica	48	88,89
	Evangélica	6	11,11
Grupo étnico	No pertenece a un grupo étnico	54	100

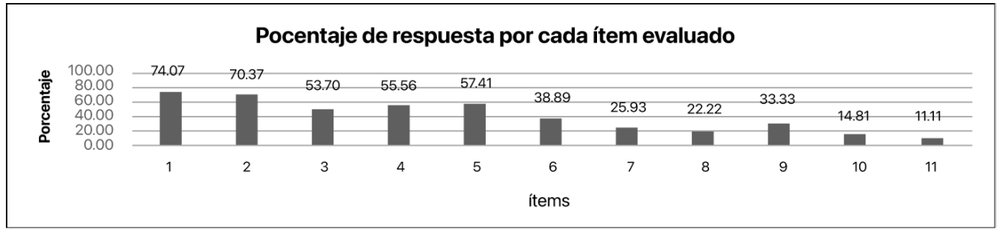
Da acuerdo a la tabla 1, se observa que en grado octavo y noveno de la Institución Educativa El Pescador, hay 21 estudiantes hombres y 39 mujeres. En cuanto al nivel socioeconómico de sus familias, la mayoría pertenece a los estratos 1 y 2, representando familias de bajos ingresos, cuya principal fuente de trabajo es la agricultura. La religión predominante entre los estudiantes es la católica. Además, es importante destacar que el 95% de la muestra investigativa está compuesta por estudiantes que viven en la vereda El Pescador. Es relevante señalar que dentro de esta muestra no se encuentra la presencia de minorías como indígenas, afros, inmigrantes, raizales, palenqueros o ROM

Resultados pretest en aprendizaje de soluciones químicas

Los resultados del pretest con base en el cuestionario de selección múltiple tiene 11 interrogantes se exponen a continuación. El ítem 1 corresponde a concepto de solución, el ítem 2 clasificación de las soluciones, el ítem 3 concentraciones de las soluciones, el ítem 4 pH en productos comerciales, el ítem 5 pH en el cuerpo humano, el ítem 6 neutralización, el ítem 7 indicadores naturales, el ítem 8 indicadores ácido-base, el ítem 9 titulación ácido-base, el ítem 10 curva de titulación y el ítem 11 pH en el suelo.

Figura 1

Conocimientos iniciales del grupo objeto de estudio en soluciones químicas



Nota. La figura muestra el porcentaje de respuesta por cada ítem evaluado en el pretest.

La Figura 1 ilustra el nivel de comprensión de los estudiantes sobre el concepto de solución química. El 74,07% de los participantes, equivalente a 40 estudi- antes, demuestran en el ítem 1 tener claridad sobre el concepto de solución química, relacionándolo con los preconceptos de mezclas homogéneas y heterogéneas, así como sustancias puras, desarrollados de acuerdo con los estándares establecidos para el nivel de sexto y séptimo. Además, el 70,73 % de los estudiantes muestra comprensión en la diferenciación entre soluciones saturadas, sobresaturadas e insaturadas en el ítem 2, es decir, entienden que una solución saturada contiene la máxima cantidad de soluto que puede disolverse a una determinada temperatura, una solución sobresaturada contiene más soluto del que teóricamente puede disolverse a esa temperatura, y una solución insaturada contiene menos soluto del que podría disolverse a esa temperatura.

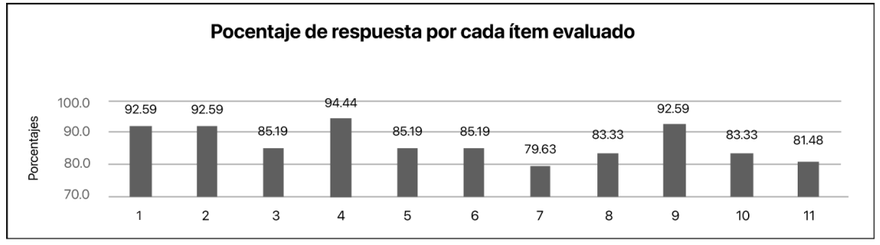
En cuanto a la comprensión de la concentración en una solución en alusión a la cantidad de soluto presente en una determinada cantidad de solvente alcanzó el 53,70% de los estudiantes quienes responden correctamente al ítem 3 planeado. En lo relacionado al ítem 4, la identificación de la escala de pH en productos comerciales, solo el 55,56% de los estudiantes tiene claridad en dicho aspecto. Por otra parte, el 51,41% de los estudiantes de grado octavo y noveno, logran interpretar que el pH del cuerpo humano genera acidosis por el exceso de alimentos como bebidas gaseosas, la leche y el café (ítem 5). Así mismo, sólo el 38,39 % de los estudiantes interpretan correctamente la concentración de hidronio (H+) cuando se hace reaccionar con un ácido o una base, en este sentido, hay poca claridad en el concepto de neutralización de acuerdo al ítem 6. Además, sobre la solución de repollo morado que sirve como indicador natural en el ítem 7, se obtuvo que solo el 25,93% de los estudiantes responden de forma correcta. En tanto que, el ítem 8, el cambio de coloración del repollo que depende exclusivamente de la naturaleza química de la sustancia, solo el 22,22% de los estudiantes acierta en su interpretación.

Respecto al proceso de titulación, es un procedimiento de laboratorio que involucra materiales y reactivos con los que la sede principal no cuenta. Al analizar el ítem 8 y 9 que evalúan estos aspectos, sólo el 33,33% y el 14,81% respectivamente, responden de forma correcta. Aunado a que, sólo el 14,81% de los estudiantes pueden interpretar cambios de pH de una solución resultante, a medida que se adiciona una base fuerte como hidróxido de sodio (NaOH) a un ácido fuerte como el ácido clorhídrico (HCl) de acuerdo al resultado del ítem 10. Y, por último, el 11,11% de los estudiantes comprenden el efecto de la ceniza en el pH del suelo, lo cual demuestra una falta de conocimiento sobre la interacción de sustancias químicas con su entorno.

Resultados fase post test sobre aprendizaje de soluciones químicas

Figura 2

Conocimientos finales del grupo objeto de estudio en soluciones químicas



Nota. La figura muestra el porcentaje de respuesta por cada ítem evaluado en el post test

La figura 2, expone que, el indicador del concepto de solución química es el 92,59%, es decir, que la mayoría de los estudiantes comprenden que una solución química es una mezcla de dos o más sustancias que forman una fase única y estable de acuerdo al ítem 1. De forma idéntica se registra un 92,59% sobre los estudiantes que diferencian las soluciones saturadas, sobre-saturadas e insaturadas de acuerdo al ítem 2. En tanto, que sobre concentración química el dominio temático alcanzó un 85,19% según el ítem 3 y en el caso de comprender que una sustancia tiene pH bajo (por debajo de 7) es ácida, mientras que una sustancia con un pH alto (por encima de 7) es básica, arrojó un 94,44% a partir del ítem 4.

Adicionalmente, en el ítem 5, el 85,19% de los estudiantes de grado octavo y noveno, logran interpretar que el pH del cuerpo humano genera acidosis por el exceso de alimentos como bebidas gaseosas, la leche y el café. Así mismo, el 85,19 % de los estudiantes interpretan correctamente la concentración de hidronio (H+) cuando se hace reaccionar cierta sustancia con un ácido o una base en el ítem 6. Además, referente a los ítems 7 y 8 que se relacionan por una práctica experimental con un indicador natural obtenido del repollo morado, evidencian que 79,63% y el 83, 33 % de los estudiantes responden de forma clara respecto al viraje de color de morado a rojo en soluciones ácidas y de morado a verde en soluciones alcalinas.

Respecto al proceso de titulación, como procedimiento de laboratorio implementado mediante la estrategia PhET de trabajo, en el ítem 9 obtuvo un porcentaje de acierto del 92, 59 %. Mientras que, el 83, 33 % de los estudiantes pudieron interpretar cambios de pH de una solución resultante, a medida que se adiciona una base fuerte como hidróxido de sodio (NaOH) a un ácido fuerte como el ácido clorhídrico (HCl). Y finalmente, el 81,48 % de los participantes entienden el efecto de la ceniza sobre el pH del suelo en el ítem 11. Estas estadísticas demuestran que la mayoría de los estudiantes tiene un buen entendimiento de hidronio y el efecto de la ceniza sobre el pH del suelo.

Desde los datos obtenidos del pretest, así como del post test y para realizar el análisis estadístico de efectividad de los simuladores PhET en el aprendizaje de las solución químicas como contenidos propios de la asignatura con el mismo nombre, se calcularon la media y la desviación estándar de los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica inicial y en el post test. Resultados que sintetizados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2

Medias y varianzas pre y post test

Participantes (54)	Pretest	Postest
Medias	4,57	9,56
Varianzas	2,54	2,43

Nota. Resultados Consolidados

Los datos de la tabla 2 reflejan que, en promedio, los participantes en la prueba pretest obtuvieron una puntuación de 4,57 puntos, con una variabilidad de 2,54 puntos. En el post test, los participantes obtuvieron una puntuación promedio de 9,56 puntos, con una variabilidad de 2,43 puntos. Estos datos indican que, en general, hubo una mejora en el rendimiento de los participantes entre el pretest y el post test, ya que la puntuación promedio aumentó en aproximadamente 5 puntos. La variabilidad también disminuyó ligeramente en el post test, indicando que los participantes en general fueron más consistentes en su rendimiento en comparación con el pretest.

A partir de estos datos, se aplica la prueba Z para determinar si existe una diferencia significativa entre ambas medias. Desde esta perspectiva, la hipótesis nula (H0) consiste en que no hay diferencia significativa entre las medias de los resultados de la prueba diagnóstica y del post test. La hipótesis alternativa (H1) sería que sí hay una diferencia significativa. Al respecto, se expone la siguiente tabla:

Tabla 3

Prueba z para medias de dos muestras

		Variable 1	Variable 2
Media		4,57407407	9,55555556
Varianza (conocida)		2,54	2,43
Observaciones		54	54
Diferencia hipotética de las medias		0	
Z		-16,4201532	
P(Z<=z) una cola		0	
Valor crítico de z (una cola)	1,64485363		
Valor crítico de z (dos colas)	0		
Valor crítico de z (dos colas)	1,95996398		

Nota. Valor sobre el impacto de la estrategia implementada

Los resultados de la prueba Z en la tabla 3 muestran que, el grado octavo y noveno después de realizarse una intervención didáctica con simuladores virtuales obtuvieron puntajes significativamente altos comparados con la prueba diagnóstica. Es así como la diferencia entre los dos grupos de datos es de -16,4201532, lo que es una diferencia significativa y muestra que la intervención tuvo un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes en los procesos de aprendizaje de las temáticas soluciones químicas.

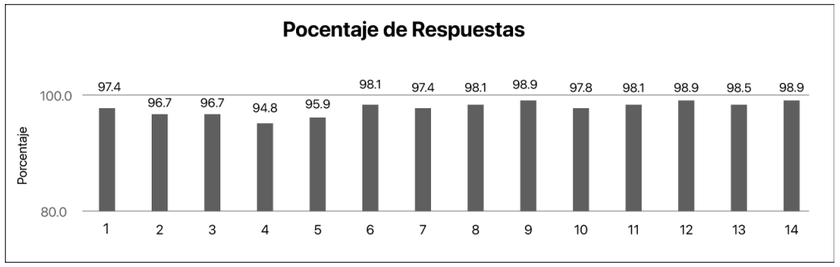
Estos resultados son prometedores y sugieren que los simuladores virtuales podrían ser una herramienta eficaz para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en otras temáticas complejas y que requieren el uso de los laboratorios.

Resultados influencia de los simuladores virtuales como estrategia didáctica en el aprendizaje en soluciones químicas

El instrumento es una escala Likert con 14 ítems para las siguientes dimensiones: innovación en las prácticas de enseñanza (5 ítems), dominio instruccional tecnológico (3 ítems), instrucciones orientadas al aprendizaje de soluciones químicas (3 ítems) y apropi- ación del simulador virtual (3 ítems). Dicha escala se organiza de 1 a 5, donde 1 indica si está totalmente desacuerdo, 2 indica si está en desacuerdo, 3 ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo. Los resultados se exponen en la siguiente figura.

Figura 3

Porcentaje de respuestas a escala Liken



Nota. Respuestas relacionadas con la visión

La figura 3 permite observar cómo el 97,4% de los estudiantes consideran que la experimentación en el área de química se puede realizar a través de un laboratorio tanto real como virtual; y un 96,7% opinan que los simuladores virtuales son recursos tecnológicos que permiten desarrollar prácticas experimentales en el área de química de forma offline (sin acceso a internet) y online (con acceso a internet). De forma idéntica 96,7 % están totalmente de acuerdo que las prácticas de laboratorio tienen el potencial de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en el área de la química. Seguidos de un 94,8% de los estudiantes quienes consideran que se puede evaluar el aprendizaje a través de una herramienta digital como los simuladores.

Igualmente, el 98,1% opina que es importante tener destreza en el manejo de los simuladores virtuales PhET. Y, un 98,9% entre acuerdo y muy de acuerdo referente a las guías de laboratorio en química como facilitadoras del trabajo experimental, en esta misma valoración positiva un 97,8% que ven el manejo adecuado de los simuladores como ayuda a la correcta manipulación de sustancias químicas y material de laboratorio, reduciendo el riesgo de un accidente en un laboratorio de química. De igual forma, el 98,1 % afirman que el uso correcto de los simuladores virtuales PhET proporcionan una variedad de recursos interactivos que benefician y facilitan el aprendizaje de soluciones químicas.

Seguidamente, el 98,9% de los participantes, ve el uso de simuladores virtuales en contribución a una comprensión más sólida del mundo microscópico de las soluciones. Así mismo, para el 98,5% de los estudiantes, la ejecución adecuada del aplicativo permite establecer relaciones entre variables que participan en la formación de diversas soluciones. Más, un 98,9 % quienes afirman que es fundamental que los simuladores virtuales sean fáciles de utilizar.

Adicionalmente, se realizó una prueba de normalidad para evaluar si la variable independiente "simuladores virtuales" afecta la variable dependiente "procesos de aprendizaje de las temáticas soluciones químicas". Estos análisis cumplen con el alcance correlacional de la investigación, permitiendo la aceptación o rechazo de la hipótesis alternativa.

Tabla 4

Prueba de normalidad Kolmagorov-Smirnov

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pregunta 1	De acuerdo	,473	5	,001	,552	5	,000
	Totalmente de acuerdo	,522	49	,000	,384	49	,000
pregunta 2	De acuerdo	,473	5	,001	,552	5	,000
	Totalmente de acuerdo	,506	49	,000	,446	49	,000
pregunta 3	De acuerdo	,473	5	,001	,552	5	,000
	Totalmente de acuerdo	,506	49	,000	,446	49	,000
pregunta 4	De acuerdo	,367	5	,026	,684	5	,000
	Totalmente de acuerdo	,469	49	,000	,535	49	,000
pregunta 5	De acuerdo	,367	5	,026	,684	5	,006
	Totalmente de acuerdo	,497,	49	,000	,472	49	,000
pregunta 9	De acuerdo	,367	5	,026	,684	5	,006
	Totalmente de acuerdo	,536	49	,000	,127	49	,000
pregunta10	De acuerdo	,367	5	,026	,684	5	,006
	Totalmente de acuerdo	,539	49	,000	,258	49	,000
pregunta11	De acuerdo	,367	5	,026	,684	5	,006
	Totalmente de acuerdo	,539	49	,000	,258	49	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. La tabla muestra los valores de normalidad Kolmogorov-Smirnov

Discusión

De acuerdo con lo establecido estadísticamente en la tabla 4 y en consideración a que los datos son mayores a 50 entonces se aplica la prueba de normalidad de Kolmogoroy-Smirmov, donde se observa que su grado de significancia en todas las preguntas de las variables dependientes e independientes dio menor a 0,05, es decir, la hipótesis nula formulada en esta investigación es falsa y se rechaza, por lo tanto, la hipótesis Hi es verdadera, esta dice: los simuladores virtuales influyen en la enseñanza de las temáticas soluciones químicas en estudiantes de grado octavo y noveno de la Institución Educativa El Pescador, del Municipio de la Argentina, Huila.

La prueba diagnóstica develó falencias sensibles en los temas concernientes a las soluciones en el área de química, mismos que se abordan de forma sintética así: El grupo en su mayoría evidenció un aprendizaje adecuado sobre mezclas homogéneas y heterogéneas (74,07%), pero, un 44,44% enfrenta dificultades al aplicar estos conceptos a situaciones cotidianas, acompañado de concepciones erróneas derivadas de etapas escolares anteriores. Además, se observa una notable dificultad en la identificación de la concentración del hidronio 61,61%, junto a las fallas referentes a la extracción de un indicador natural en

un 74,07%, mientras que los déficit de causalidad para cambios de coloración por naturaleza química llegan al 77,78%. Seguidamente, se encontró un 66,67% quienes erróneamente conocen lo relacionado con proceso de titulación y un indicador bajo del 14,81% hacen interpretación en cuanto a cambios del pH.

El descubrimiento previo refuerza la idea en cuanto a que la química implica la asimilación de conceptos altamente abstractos y simbólicos, cuya comprensión puede presentar desafíos para los estudiantes, tal como lo respaldan las teorías de Shayer y Adey (1984) y Nakamatsu (2012) en las que mencionan la necesidad de ajustar el enfoque pedagógico para garantizar una comprensión efectiva de tales conceptos se hace evidente, y la inclusión de herramientas tecnológicas, como los simuladores, emerge como una estrategia viable para superar las limitaciones de la infraestructura educativa y promover un entendimiento más profun- do de los conceptos químicos (Caicedo, 2023).

De otro lado, en lo relativo a la implementación de la estrategia la valoración de los educandos es de subrayar cómo la mayoría de los estudiantes perciben los laboratorios reales igual que los virtuales efectivos y complementarios entre sí. Esta observación sugiere que la interacción con diversos tipos de entornos de aprendizaje ya sea físico o virtual, puede resultar beneficiosa para la construcción del conocimiento en el ámbito de la química, y da cabida a ratificar a Vygotsky (1985) en lo que respecta a la importancia de la interacción entre el sujeto (los estudiantes) y el objeto (el conocimiento). Simultáneamente, es crucial destacar que un porcentaje considerable de estudiantes coincide en que las prácticas de laboratorio virtual tienen el potencial de enriquecer los procesos de enseñanza-aprendizaje, alineándose con la perspectiva constructivista que postula que el aprendizaje se materializa mediante la construcción activa del conocimiento por parte del estudiante. Esto evidencia el reconocimiento por parte de los participantes de la importancia de la acción y la experiencia directa en su proceso de aprendizaje, aspectos fundamentales desde el enfoque constructivista (Tigse, 2019).

La continuidad sobre lo implementado indica que el 98,9% de los estudiantes reconoce que la aplicación de simuladores virtuales contribuye significativamente a una comprensión más robusta del ámbito microscópico de las soluciones. Este descubrimiento armoniza con la teoría de la UNESCO propuesta por Rodríguez & Gallardo (2020), que aboga por la reconfiguración de las prácticas educativas en sintonía con los contextos y realidades contemporáneos, donde se espera que los estudiantes incorporen el uso de herramientas y recursos de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en sus procesos educativos.

De ahí que, los resultados al cierre de la investigación exhiben datos prometedores en cuanto a la influencia positiva de los simuladores virtuales como estrategia didáctica en el aprendizaje de soluciones químicas en estudiantes de octavo y noveno grado. Toda vez que, los participantes en la prueba de pretest obtuvieron una puntuación media de 4,57 puntos, con una variabilidad de 2,54 puntos; no obstante, tras la aplicación de una intervención didáctica mediante simuladores virtuales durante el pos test, los participantes alcanzaron una puntuación promedio de 9,56 puntos, con una variabilidad de 2,43 puntos (Rodríguez & Gallardo,

2020). Esta mejora sustancial en el rendimiento entre el pretest y el pos test, con un aumento aproximado de 5 puntos en la puntuación media, destaca la eficacia de los simuladores virtuales en el proceso de aprendizaje.

La anterior exposición de resultados muestra de forma concreta la notable mejora en el rendimiento de los participantes en contraste entre el pretest y el pos test, afirmación que se sustenta en el incremento promedio de aproximadamente 5 puntos, lo cual representa un hallazgo de gran relevancia alineado con los postulados del constructivismo en la enseñanza de las Ciencias Naturales, tal como lo señala Pacheco (2021). Así como en lo correspondiente a la mediación de las nuevas tecnologías como un recurso exitoso en su finalidad de apropiación de contenidos, idéntico a como yace en trabajos investigativos de Ayón y Víctores (2020), junto con Ferrada et. al. (2021). Dentro del marco teórico constructivista, fundamentado en las contribuciones de investigadores como Piaget (como se cita en Rodríguez, 1999), y Vygotsky (1985), se enfatiza de manera significativa la interac- ción práctica con conceptos científicos como un componente esencial para la adquisición de conocimiento significativo. Este enfoque teórico destaca la importancia de la experimentación como un medio mediante el cual los estudiantes construyen su propio entendimiento del entorno que les rodea. Además, la teoría resalta la observación activa y reflexiva como un proceso que capacita a los estudiantes para desarrollar un sentido crítico y una comprensión profunda de los fenómenos que están explorando.

Igualmente, es de anexar los resultados de la prueba Z, valores que respaldan la hipótesis de que los simuladores virtuales tienen un impacto positivo en el aprendizaje de soluciones químicas en los estudiantes (Carrión, García & Erazo, 2020). La considerable diferencia de -16,4201532 entre los puntajes del pretest y el pos test indica una mejora estadísticamente significativa. Esto indica que la intervención con simuladores virtuales fue eficaz para potenciar el aprendizaje de los estudiantes en esta área. Estos hallazgos también concuerdan con la teoría presentada por Paredes y Molina (2019), quienes subrayan la eficacia de las simulaciones virtuales en la enseñanza y su capacidad para manipular variables con el fin de poner a prueba conjeturas, promoviendo así un aprendizaje más profundo.

Así, las Tecnologías de la Información y la Comuni- cación (TIC) en la educación, se confirman como elementos preponderantes en la reconfiguración de los roles de docentes y estudiantes, la superación de obstáculos estructurales, y la importancia de las Tecnologías del Empoderamiento y Participación (TEP). Asimismo, enfatiza la necesidad de que los docentes adquieran competencias digitales y utilicen metodologías pedagógicas capaces de aprovechar de manera pertinente los recursos de las TIC (Latorre, Castro & Potes, 2018). En definitiva, los simuladores virtuales son beneficiosos para el aprendizaje de soluciones químicas al mejorar la comprensión, la capacidad de establecer relaciones entre variables y la facilidad de uso.

No obstante, es crucial considerar la necesidad de equilibrar el uso de simuladores virtuales, según lo sugiere la teoría de Narváez (2015), para evitar que se perciban simplemente como elementos de entretenimiento en el proceso educativo. A pesar de la evidencia positiva en este estudio,

es esencial recordar que los simuladores virtuales deben ser utilizados como una herramienta pedagógica complementaria, no como un reemplazo total de la instrucción tradicional. Los simuladores virtuales, si se emplean de manera inadecuada o en exceso, podrían desconectar al estudi- ante de la realidad y limitar su capacidad para aplicar lo aprendido en situaciones prácticas reales.

En suma, los resultados de la investigación respaldan la eficacia de los simuladores virtuales como herramienta didáctica en el aprendizaje de soluciones químicas, alineándose con los fundamentos constructivistas y las ventajas identificadas en la literatura académica. Sin embargo, se enfatiza la importancia de una implementación equilibrada y reflexiva, donde estos recursos tecnológicos deben integrarse de manera coherente en una estrategia pedagógica más amplia que fusione teoría y práctica de manera efectiva. La adecuada integración de simuladores virtuales puede mejorar la comprensión, el interés y el compromiso de los estudiantes, pero su uso excesivo o inadecuado podría tener consecuencias adversas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Conclusiones

El análisis del nivel de conocimiento inicial reveló un predominio de un nivel insuficiente de comprensión en los estudiantes con respecto a las soluciones químicas. Este hallazgo resalta una necesidad crítica en la educación, la cual es la fortificación de los fundamentos de la química, específicamente en lo que respecta al concepto de soluciones químicas. La identificación de este punto de partida en los estudiantes establece una base esencial para la investigación, ya que indica que la mayoría de los estudiantes aún carece de una comprensión sólida en este dominio.

Mientras que, la ejecución de la estrategia didáctica que incorpora los simuladores PhET virtuales arrojó resultados de impacto positivo en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Durante la implementación de la estrategia innovadora, se observó un aumento significativo en la comprensión de los estudiantes. Este hallazgo es de gran importancia, ya que demuestra que la integración de la tecnología educativa, en este caso, los simuladores virtuales, puede tener un efecto favorable y efectivo en la adquisición de conocimientos. La interactividad y la visualización ofrecidas por los simuladores permitieron a los estudiantes comprender de manera más profunda y significativa los conceptos relacionados con las soluciones químicas.

Y como los resultados muestran un aumento sustancial en el nivel de conocimiento de los estudiantes, al tiempo que, una mejora en la comprensión de las temáticas de soluciones químicas, en respuesta positiva hacia el uso de los simuladores virtuales como herramientas educativas, y una estrategia innovadora para la construcción del conocimiento. Por tanto, se concluye que la hipótesis "Los simuladores virtuales influyen en la enseñanza de las temáticas soluciones químicas en estudiantes de grado octavo y noveno de la Institución Educativa El Pescador" se cumple, respaldada por evidencia rigurosa previamente explicitada y que hacen parte del análisis en este estudio. En cuanto a las oportunidades, este estudio abre una gama de posibilidades para futuras investigaciones en el campo de la tecnología educativa y la química. Se pueden explorar diversas áreas de la química, como la química orgánica, inorgánica o analítica,

para determinar cómo los simuladores virtuales pueden mejorar la comprensión en estos campos. Además, se pueden llevar a cabo estudios similares en diferentes niveles educativos, desde la educación primaria hasta la educación superior, para evaluar la efectividad de los simuladores en diversos contextos de aprendizaje.

Referencias

Ayón, B., & Víctores, M. (2020). La simulación: Estrategia de apoyo en la enseñanza de las Ciencias Naturales en básica y bachillerato, Portoviejo, Ecuador. Domino de las Ciencias, 6 (2), 4-22. DOI: https://doi.org/10.23857/dc.v6i3.1204

Blanco, A., Higgins, E. & Gonzáles, M. (2022). Utilización de una unidad didáctica que incluya laboratorios virtuales de acceso abierto como estrategia pedagógica para el fortalecimiento de la competencia de indagación en la asignatura de química en los estudiantes de grado 11° de la Institución Educativa Técnica Juan V. Padilla. [Tesis Maestría Universidad de Cartagena, Atlántico].

Caicedo (2023). Simuladores virtuales para el apren- dizaje de Química General I, para estudiantes de primer semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Química y Biología de la Universidad Central del Ecuador en el semestre 2022-2022 (Tesis de Maestría, Quito: UCE).

Carrión, F., García, D., Erazo, C. & Erazo, J. (2020). Simulador virtual PhET como estrategia metodológica para el aprendizaje de Química. Ciencimatria, 6(3), 193-216. DOI: https://doi.org/10.35381/cm.v6i3.396

Diaz, J. (2018). Aprendizaje de las matemáticas con el uso de simulación. Sophia, 14(1), 22-30. DOI: https://doi.org/10.18634/sophiaj.14v.1i.519

Ferrada, V., González, N., Ibarra, M., Ried, A., Vergara, D. & Castillo, F. (2021). Formación docente en TIC y su evidencia en tiempos de COVID-19. Revista Saberes Educativos, (6), 144–168. DOI: https://doi.org/10.5354/2452-5014.2021.6071

Guerra, J. (2009). El enfoque correlacional: Una revisión crítica. Revista de Psicología, 27(2), 193-210.

Hernández, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. México DF: McGraw-Hill.

Hernández, R. & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education.

Latorre, E., Castro, K., & Potes, I. (2018). Las TIC, las TAC y las TEP: innovación educativa en la era concep- tual. Colombia:DGP editores.

Mauris, L. (2022). Liderazgo pedagógico en la educación rural colombiana: los desafíos, retos y oportunidades generadas por la crisis sanitaria del COVID-19. Revista Estudios Psicológicos, 2(1), 74-87. DOI: https://doi.org/10.35622/j.rep.2022.01.005

Mrani, C., Hajjami, A. & Khattabi, K. (2020). Effects of the Integration of PhET Simulations in the Teaching and Learning of the Physical Sciences of Common Core (Morocco). Universal Journal of Educational Research. 8, (7): 3014-3025.

Ministerio de Educación Nacional (2020). Anexo contrato número CO1.PCCNTR.1980821 suscrito entre el Ministerio de Educación Nacional y Smarty Colom- bia S.A.S

Muñoz, C. & Muñoz. I. (2021) Simuladores de laboratorio de química para mejorar la capacidad de indagación en los estudiantes de grado décimo en una institución educativa rural del departamento del Putumayo. [Tesis de Maestría, Universidad de Santander].

Narváez, L. (2015). Propuesta para la enseñanza-aprendizaje de balanceo de ecuaciones químicas implementando simuladores para estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Samaria. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia. Manizales].

Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la química. En blanco y negro, 3(2), 38-46.

Pacheco, A. (2021). Simuladores virtuales PhET asocia- dos a las clases experimentales para la comprensión de las representaciones del concepto de Soluciones Químicas en estudiantes de media académica. [Tesis de Maestría, Universidad de Córdoba. Montería].

Paredes, J. & Molina, M. (2019). Enseñanza de la cinética química por medio de simulaciones y aprendizaje activo. Tecné, Episteme y Didaxis, 45, 71-88. DOI: https://doi.org/10.17227/ted.num45-9834

Ramos, C. (2021). Diseño de la investigación experimental. CienciAmérica, 10 (1), 1-7. https://dial-net.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7890336

Rodríguez, W. (1999). El legado de Vygotski y de Piaget a la educación. Revista Latinoamericana de Psicología, 31, (3), 1999, 477-489. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80531304

Rodríguez, J., & Gallardo, O. (2020). Perfil docente con visión inclusiva: TIC-TAC-TEP y las habilidades docentes. Asociación Colombiana de Facultad de Ingenierías (ACOFI) https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/731/736

Ruiz, C. (2002). Instrumentos de investigación educativa. Procedimientos para su diseño y validación. Barquisimeto, Venezuela: CIDEG.

Shayer, M., Adey, P., & Cameno, A. (1984). La ciencia de enseñar ciencias: desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo. Colombia: Ed. Narcea.

Tigse, M. (2019). El Constructivismo, según bases teóricas de César Coll. Revista Andina De Educación, 2(1):25–28. DOI: https://doi.org/10.32719/26312816.2019.2.1.4

Vygotsky, L. (1985) Pensamiento y Lenguaje. Buenos Aires. Argentina. Paidós