



Aprendizaje basado en problemas mediado con simuladores para el desarrollo de competencias en estudiantes de secundaria*

Marlene Lucila Guerrero-Julio^a ■ Johana Beatriz Ayala-Moreno^b ■ Olga Lucía Agudelo-Velásquez^c

Resumen: La investigación con enfoque mixto y diseño explicativo secuencial pretendía analizar la relación entre el aprendizaje basado en problemas mediado con simuladores y el desarrollo de competencias en diferentes áreas en el nivel de secundaria. Los datos fueron recabados con la participación de 157 estudiantes estratificados por áreas de formación. Los diagnósticos pre- y post- se diseñaron con preguntas de selección múltiple con única respuesta, subdivididas por cada una de las competencias evaluadas, planteando situaciones problema, contextualizadas en la vida real. El análisis de los datos se presenta en comparativos de porcentajes entre las pruebas pre- y post- en los niveles básico y alto utilizando una prueba T, para contrastar si existían diferencias significativas entre las medias. Se evidenció que hubo una diferencia significativa mucho más alta en el área de Matemáticas que en las demás áreas intervenidas ($t = 1,94$; $p = 0,000581$), e Inglés fue el área con menor diferencia. El aprendizaje basado en problemas mediado con el uso de simuladores ayudó a fortalecer la resolución y formulación de problemas matemáticos, la interpretación de fenómenos en el ámbito de la Química, la identificación y análisis crítico de la aplicación de modelos físicos y la distinción de la información en otro idioma. El uso de simuladores como Phet y GeoGebra evidenciaron su aplicabilidad para la observación, manipulación y análisis de diferentes modelos de fenómenos

-
- * Artículo de investigación resultado del desarrollo del proyecto de investigación Uso de simuladores en el aula, con financiación interna, realizado por profesores adscritos al Centro de Educación Virtual de la UDES y estudiantes de la Maestría en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación.
- a Doctora en Proyectos. Universidad de Santander (Centro de Educación Virtual, cvudes), Bucaramanga, Colombia. Correo electrónico: marlene.guerrero@mail.udes.edu.co; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8325-189X>
- b Doctora en Tecnologías Educativas. Universidad de Santander (Centro de Educación Virtual, cvudes), Bucaramanga, Colombia. Correo electrónico: ohana.ayala@mail.udes.edu.co; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7348-5131>
- c Doctora en Tecnología Educativa: Educación Virtual y Gestión del Conocimiento. Universidad de las Islas Baleares, Islas Baleares, España. Correo electrónico: o.agudelo@uib.es; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8532-4260>

matemáticos, físicos y químicos. En el caso de Home Street se evidenció su aporte en el mejoramiento de los procesos comunicativos en idioma inglés.

Palabras clave: enseñanza secundaria; método de aprendizaje; proceso de aprendizaje; tecnología educacional

Recibido: 27/06/2023 **Aceptado:** 30/11/2023 **Disponible en línea:** 25/04/2024

Cómo citar: Guerrero Julio, M. L., Ayala Moreno, J. B., & Agudelo Velásquez, O. L. (2024). Aprendizaje basado en problemas mediado con simuladores para el desarrollo de competencias en estudiantes de secundaria. *Academia Y Virtualidad*, 17(1), 57–69. <https://doi.org/10.18359/ravi.6807>

Problem-Based Learning Mediated with Simulators for The Development of Competencies in Secondary School Students

Abstract: The research, employing a mixed approach and sequential explanatory design, aimed to analyze the relationship between problem-based learning mediated with simulators and the development of competencies in different areas at the secondary level. Data were collected from 157 students, stratified by training areas. Pre and post diagnoses were designed with multiple-choice questions with a single answer, subdivided by each of the evaluated competencies, presenting problem situations contextualized to real life. Data analysis involves a comparison of percentages between pre and post tests at the basic and high levels using a T test to contrast if there were significant differences between the means. Results indicated a significantly higher difference in the mathematics area than in the other intervened areas ($t = 1.94$; $p = 0.000581$), with English being the area with the smallest difference. Problem-based learning mediated with simulators, helped to strengthen the resolution and formulation of mathematical problems, the interpretation of phenomena in the field of Chemistry, the identification and critical analysis of the application of physical models, and the distinction of information in other languages. The use of simulators, such as Phet and GeoGebra, showed their applicability for the observation, manipulation, and analysis of different models of mathematical, physical and chemical phenomena. In the case of Home Street, its contribution to the improvement of communication processes in the English language was evident.

Keywords: Secondary Education; Learning Methods; Learning Processes; Educational Technology

Aprendizagem baseada em problemas mediada por simuladores para o desenvolvimento de competências em alunos do ensino médio

Resumo: Pesquisa com abordagem mista e desenho explicativo sequencial que teve como objetivo analisar a relação entre a aprendizagem baseada em problemas e foi mediada por simuladores e o desenvolvimento de competências em diferentes áreas do nível secundário. Os dados foram recolhidos com a participação de 157 alunos estratificados por áreas de formação. Os pré e pós-diagnósticos foram elaborados com questões de múltipla escolha com uma única resposta subdividida por cada uma das competências avaliadas, apresentando situações-problemas contextualizadas à vida real. A análise dos dados é apresentada na comparação das porcentagens entre o pré e o pós-teste nos níveis básico e alto, usando um teste T para contrastar se houver diferenças significativas entre as médias. Constatou-se que houve diferença significativa muito maior na área de Matemática do que nas demais áreas intervencionadas ($t = 1,94$; $p = 0,000581$), sendo o Inglês a área com menor diferença. A aprendizagem baseada em problemas mediada pela utilização de simuladores ajudou a fortalecer a resolução e formulação de problemas matemáticos, a interpretação de fenômenos no domínio da Química, a identificação e análise crítica da aplicação de modelos físicos e a distinção de informação. O uso de simuladores como Phet e GeoGebra, mostrou sua aplicabilidade para a observação, manipulação e análise de diferentes modelos de fenômenos matemáticos, físicos e químicos; e no caso da Home Street, ficou evidenciada sua contribuição para a melhoria dos processos de comunicação em língua inglesa.

Palavras-chave: ensino médio; método de aprendizagem; processo de aprendizagem; tecnologia educacional

Introducción

El aprendizaje basado en problemas (ABP) se concibe como un método de enseñanza y aprendizaje integrador que se enfoca en el afrontamiento de situaciones problema contextualizadas, en las que se aplican teorías y conceptos propios del saber específico, a la vez que se fortalecen habilidades de orden superior como el pensamiento crítico (Bueno y Velastegui, 2020) y se fomenta el aprendizaje significativo (Fielden y Rico, 2021). Las estrategias pedagógicas que se diseñan alrededor del ABP centran los procesos de aprendizaje en problemas complejos y desestructurados, en el reconocimiento de un contexto cambiante y el desarrollo de habilidades para la resolución de dichos problemas, mientras que se fortalece el pensamiento crítico, las habilidades investigativas y el aprendizaje autónomo y continuo (Tapia-Vélez, García-Herrera, Erazo-Álvarez y Narváez-Zurita, 2020).

El aprendizaje basado en problemas parte de un enfoque constructivista en el que se privilegia el proceso antes que el producto, y en el que el estudiante tiene un rol activo asumiendo un compromiso con el problema y con su solución, motivándolo hacia un aprendizaje autónomo y fortaleciendo capacidades de investigación, trabajo en equipo y comunicación, así como el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas.

Según Barrows (1996, citado por Morales Bueno, 2018, y Lara-Freire, Huilcapi-Ruiz y López-Cárdenas 2021), la efectividad del aprendizaje basado en problemas está relacionada con un cambio en el rol del docente y en el estudiante, lo cual implica hacer cambios en el modelo educativo, de manera que los procesos de enseñanza y aprendizaje se relacionen con los contextos complejos de la realidad en la cual se encuentran inmersos los estudiantes.

A pesar de que se encuentran diversas investigaciones sobre la aplicación del aprendizaje basado en problemas en diferentes áreas de conocimiento y niveles educativos como las documentadas en Bueno y Velastegui (2020), Casa, Huatta y Mancha (2019), Fielden y Rico (2021) y Villalobos, Ávila y Olivare (2016), entre otras, la dinamización de este método de enseñanza utilizando simuladores en el nivel de secundaria ha sido poco estudiada. En el

nivel de educación superior se pueden encontrar investigaciones como las realizadas por Mariño, Alfonso y Gómez (2017), en las que se utilizaron los simuladores asociados con el ABP para el desarrollo de prácticas interactivas relacionadas con los lenguajes de programación. Otra investigación que recogió información sobre la percepción de los estudiantes en el nivel universitario con respecto a la utilidad de los simuladores y cómo estos se convertirían en escenarios propicios para que a través del aprendizaje basado en problemas se apoyaran los procesos de enseñanza y aprendizaje fue la planteada por Guzmán y Del Moral (2018). En el nivel de secundaria se encontró el estudio realizado por Micó-Amigo y Bernal Bravo (2020), en el que se plantea el uso de simuladores como una forma de dinamizar el área de Tecnología a través de juegos interactivos integrados con la estrategia metodológica de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

En contraste, el uso de simuladores para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje y el desarrollo de competencias ha sido ampliamente estudiado, destacando como antecedentes pertinentes a la investigación que se documenta en este artículo las realizadas por Rodríguez-Abril, Rodríguez-Hernández y Avella-Forero (2021), en el ámbito de la Física, con Phet y Crocodile; Pacheco, Lorduy, Flórez y Páez (2021), en el área de Química, utilizando Phet; Arenas y Giraldo (2019), con el simulador Modellus, en Matemáticas, y Díaz (2018) en la misma área con Phet.

Partiendo de lo anteriormente expresado, en este artículo se aborda la integración del aprendizaje basado en problemas y el uso de simuladores como estrategia para el fortalecimiento de competencias, centrando la atención en las áreas de Matemáticas, Química, Pensamiento Científico en el ámbito de la Física e Inglés en el nivel de secundaria. Con ello se espera evidenciar si existe una correlación que permita demostrar diferencias significativas en los grupos intervenidos.

Metodología

Esta investigación se desarrolló con un enfoque mixto con un diseño explicativo secuencial (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018), con el

propósito principal de analizar la relación entre el aprendizaje basado en problemas (ABP) mediado con simuladores y el desarrollo de competencias en diferentes áreas en estudiantes de secundaria. Este diseño se seleccionó debido a la necesidad de recabar datos cuantitativos que posteriormente nutrieran las etapas cualitativas y sirvieran de base para análisis tanto cualitativos como cuantitativos. Específicamente se abordaron competencias en las áreas de Matemáticas, Química, Inglés y Pensamiento Científico relacionado con la Física. La definición de competencias se hizo a partir de un

proceso de diagnóstico inicial en cada una de las instituciones educativas intervenidas, teniendo en cuenta las necesidades puntuales de cada contexto pedagógico, es decir, a partir de las competencias que requerían mayor apoyo e intervención. Lo anterior coincide con lo defendido por Ruiz (2016), quien encontró que la evaluación desde el abp debe emplear instrumentos acordes con las competencias que se pretenden desarrollar. En la tabla 1 se presentan las competencias planteadas en el marco del proceso de intervención en cada una de las áreas mencionadas.

Tabla 1. Competencias abordadas en el marco de la investigación

Área	Competencia
Matemáticas	Resuelvo y formulo problemas usando modelos geométricos.
	Represento objetos tridimensionales desde diferentes posiciones y vistas.
	Identifico características de localización de objetos en sistemas de representación cartesiana y geográfica.
	Identifico y describo figuras y cuerpos generados por cortes rectos y transversales de objetos tridimensionales.
	Clasifico polígonos en relación con sus propiedades.
	Predigo y comparo los resultados de aplicar transformaciones rígidas (traslaciones, rotaciones, reflexiones) y homotecias (ampliaciones y reducciones) sobre figuras bidimensionales en situaciones matemáticas y en el arte.
	Resuelvo y formulo problemas que involucren relaciones y propiedades de semejanza y congruencia usando representaciones visuales.
Química	Identifico y uso modelos químicos para comprender fenómenos particulares de la naturaleza.
	Identifico variables que influyen en los resultados de un experimento.
	Establezco relaciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para predecir cambios físicos y químicos y las expreso matemáticamente.
	Reconozco los atributos que definen ciertos procesos fisicoquímicos simples (separación de mezclas, solubilidad, gases ideales, cambios de fase) y doy razón de la manera en que ocurren.
	Comparo los modelos que explican el comportamiento de gases ideales y reales.
Pensamiento Científico	Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.
	Reconozco las razones por las cuales la materia se puede diferenciar según su estructura y propiedades, y justifico las diferencias existentes entre distintos elementos, compuestos y mezclas.
	Utilizo modelos biológicos, físicos y químicos para explicar la transformación y conservación de la energía
Pensamiento Científico	Identifico aplicaciones de diferentes modelos biológicos, químicos y físicos en procesos industriales y en el desarrollo tecnológico; analizo críticamente las implicaciones de sus usos.
	Explico la transformación de energía mecánica en energía térmica.

Área	Competencia
Inglés	Distingo información general y específica en textos de opinión y discusiones orales y escritos sobre temas conocidos.
	Explico las ideas de un texto oral o escrito acerca de temas de mi interés o que me son familiares a partir de mi conocimiento previo, inferencias e interpretaciones.
	Redacto textos narrativos, descriptivos y expositivos relacionados con temas de mi interés o que me resultan familiares.
	Produzco mensajes escritos, tales como cartas y correos electrónicos, claros y bien estructurados, teniendo en cuenta el contexto en el que tienen lugar.

Fuente: elaboración propia desde los estándares de competencias del Ministerio de Educación Nacional (2006).

En esta investigación se recogen los resultados de diferentes trabajos de grado de maestría de Rivera y Rosero (2020), Mosquera y Quintero (2020), Infante (2020) y Jiménez y Romero (2020), desarrollados en el marco de un macroproyecto de investigación relacionado con el uso de simuladores en el aula (Ayala, Guerrero y Agudelo, 2020) y se plantearon las siguientes hipótesis:

Hi: el aprendizaje basado en problemas mediado con simuladores tiene un impacto positivo en el desarrollo de competencias en estudiantes de secundaria.

Ho: el aprendizaje basado en problemas mediado con simuladores no tiene un impacto

relevante en el desarrollo de competencias en estudiantes de secundaria.

La formulación de las hipótesis permitió identificar como variable dependiente el desarrollo de competencias en cada una de las áreas intervenidas y como variables independientes el aprendizaje basado en problemas y el uso de simuladores.

Participantes

En la investigación participaron cuatro instituciones educativas públicas y un total de 157 estudiantes estratificados por áreas, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Muestra estratificada por áreas

Área	Participantes	Mujeres	Hombres	Edades [años]
Matemáticas	36	19	17	11 - 15
Química	30	18	12	15 - 18
Pensamiento Científico	29	16	13	15 - 16
Inglés	62	34	28	15 - 17

Fuente: elaboración propia.

Procedimiento

La investigación se desarrolló en tres fases. En la primera se realizó un diagnóstico orientado a determinar el estado inicial del desarrollo de cada una de las competencias descritas en la tabla 1. Para este análisis se diseñó un conjunto de pruebas diagnósticas con preguntas de selección múltiple con única respuesta que planteaban situaciones problema contextualizadas a la vida real y que estaban

subdivididas por cada una de las competencias evaluadas. Los instrumentos utilizados en la fase 1 y la fase 3 fueron validados a través de pruebas piloto en las investigaciones de Rivera y Rosero (2020), Mosquera y Quintero (2020), Infante (2020) y Jiménez y Romero (2020). Posteriormente, en la fase 2 se diseñaron diferentes estrategias de intervención contextualizadas a partir del diagnóstico, pero centradas en el aprendizaje basado en problemas y el uso de simuladores como mediador tecnológico del

proceso de enseñanza y aprendizaje. La estructura general de las estrategias de intervención abordadas desde el ABP y mediadas con simuladores tuvo cinco ejes (ver tabla 3).

Un ejemplo de la aplicación de la estructura presentada en la tabla 3 para el área de Matemáticas se puede observar en la tabla 4.

Tabla 3. Estructura de las estrategias de intervención

Eje	Descripción
Competencias y ejes temáticos	Las competencias están relacionadas con las definiciones del estándar de competencias del Ministerio de Educación Nacional en Colombia (2006). Las definiciones de los ejes temáticos guardan relación con los planes de área institucionales, por lo tanto, están definidos en relación con su contexto, pero tributando a los estándares.
Objetivos de aprendizaje	Son definidos en los planes de área y están relacionados con los ejes temáticos. En el marco de la estrategia de intervención se definieron tres por cada unidad de aprendizaje. Uno por el saber, uno por el hacer y uno por el ser. Una unidad de aprendizaje podía involucrar una o diferentes actividades.
Contextualización del aprendizaje (ABP)	Se plantearon situaciones de contexto que permitían anclar el nuevo aprendizaje con los aprendizajes previos y buscar soluciones a problemas específicos, a partir de la generación de conflictos cognitivos y la detección de los aprendizajes necesarios para dar solución a dicha situación de contexto. Lo anterior teniendo en cuenta los postulados del ABP y del aprendizaje significativo. Esta situación debía ser de interés de los estudiantes y debía motivarlos a aprender. Se propusieron guías de trabajo académico en casa debido a la situación de pandemia generada por covid-19 con lecturas autorreguladas sobre los ejes temáticos como estrategia de apoyo.
Aprovechamiento de las potencialidades del simulador	El simulador como mediador tecnológico de la estrategia posibilitó plantear diferentes situaciones significativas formuladas a través de problemas en las que los estudiantes podían por medio de simulaciones recopilar información sobre el problema planteado y resolverlo, validando los resultados obtenidos.
Evaluación	La evaluación tuvo que ser autorregulada en su mayoría, debido a las condiciones de pandemia; esto también coincide con el tipo de evaluación esperado en el ABP, en el cual el estudiante tiene la responsabilidad de valorar su proceso de aprendizaje según las metas propuestas. Se acompañó de manera adicional con matrices de valoración de los aprendizajes con escalas que variaban dependiendo del sistema de evaluación de cada institución educativa.

Fuente: elaboración propia.

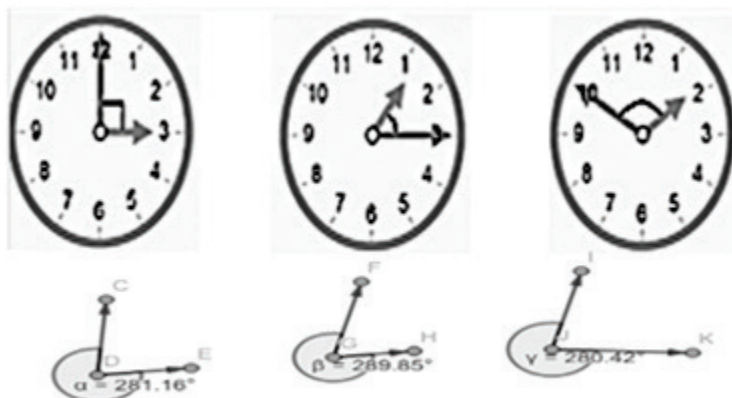
Tabla 4. Estrategia de intervención para un subtema y competencia del área de Matemáticas

Eje	Competencia
Competencias y ejes temáticos	Competencia: resuelvo y formulo problemas usando modelos geométricos. Eje Temático: ángulos
Objetivos de aprendizaje	Saber: clasificar y construir ángulos según su amplitud. Saber hacer: resolver y formular problemas de la vida cotidiana que involucren ángulos. Saber ser: reconocer las propiedades geométricas de los ángulos.
Contextualización del aprendizaje (interés y motivación)	Se plantea una situación problema de contextualización en la que se debe partir una <i>pizza</i> o una torta redonda para varias personas en porciones iguales. Se invita a los estudiantes a que reflexionen sobre la forma geométrica de la <i>pizza</i> o torta y la forma geométrica en la que normalmente se parten los pedazos y su relación con los ángulos. Con base en ello, se solicita la lectura autorregulada de una guía de trabajo académico en casa sobre la temática, y se formula la situación problema que debe resolverse, la cual implica, en este caso, una investigación sobre los ángulos y los diferentes elementos y características de los ángulos que formaban las manecillas de un reloj.

Mediante la utilización del *software* GeoGebra se proporcionan diferentes situaciones problemáticas en las que los estudiantes deben visualizar y manipular diferentes objetos con formas de ángulos, con el fin de construir y clasificar los ángulos.

Figura 1. Simulación en GeoGebra de acuerdo con la situación problema expresada

Aprovechamiento de las potencialidades del simulador



Fuente: adaptado de Jiménez y Romero (2020).

En este caso particular, se presenta la situación significativa relacionada con las manecillas en un reloj. Los estudiantes deben relacionar los conceptos temáticos sobre ángulos y simular los diferentes ángulos en los que se presentan según las posiciones de las manecillas del reloj.

Evaluación

Al inicio del proceso se evaluaban los conocimientos previos de los estudiantes con respecto a los ángulos. A partir de allí, se reformularon algunos indicadores de desempeño para adaptarlos según un diseño universal de aprendizaje.

Durante el desarrollo de la estrategia los estudiantes debían autoevaluar su proceso, es decir, debían llevar un diario de campo en el que recopilaban los aprendizajes y dificultades a partir de la resolución del problema planteado.

Se definió una matriz de valoración que evaluaba los niveles de comunicación, razonamiento y resolución de problemas, en una escala que variaba entre excelente, sobresaliente, aceptable, insuficiente y deficiente.

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, en la fase 3, se contrastaron los niveles de desarrollo de las competencias obtenidas a partir de la intervención, con el fin de evaluar el impacto y comprobar la hipótesis planteada. Para ello, se utilizaron nuevamente instrumentos de prueba diagnóstica con preguntas de selección múltiple con única respuesta, con una estructura similar a la aplicada en el diagnóstico inicial, pero con situaciones de contexto diferentes en cada una de las competencias evaluadas.

Resultados

En la tabla 5 se puede apreciar un comparativo en porcentajes del desarrollo de competencias en el

área de Matemáticas antes (pre-) y después (post-) de la aplicación de la estrategia de intervención en los niveles básico y alto. En el proceso de intervención para esta área participaron 36 estudiantes. La aplicación de la prueba T en los niveles altos de cada una de las competencias permite constatar que existen diferencias significativas entre las medias del pre- (43,7 %) y post- (71 %) en nivel alto, lo que evidencia el impacto positivo del aprendizaje basado en problemas mediado con simuladores en el fortalecimiento de las competencias abordadas, es decir, aceptando la H_1 ($t = 1,94$; $p = 0,000581$).

Tabla 5. Comparativo pre- y post- del desarrollo de competencias para el área de Matemáticas

Competencias	Nivel Básico		Nivel Alto	
	Pre-	Post-	Pre-	Post-
Resuelvo y formulo problemas usando modelos geométricos.	72,20 %	44,40 %	27,80 %	55,60 %
Represento objetos tridimensionales desde diferentes posiciones y vistas.	30,60 %	8,4 %	69,40 %	91,60 %
Identifico y describo figuras y cuerpos generados por cortes rectos y transversales de objetos tridimensionales.	27,80 %	13,90 %	72,20 %	86,10 %
Clasifico polígonos en relación con sus propiedades.	77,80 %	30,55 %	22,20 %	69,40 %
Predigo y comparo los resultados de aplicar transformaciones rígidas y homotecias sobre figuras bidimensionales en situaciones matemáticas y en el arte.	63,90 %	36,10 %	36,10 %	63,90 %
Resuelvo y formulo problemas que involucren relaciones y propiedades de semejanza y congruencia usando representaciones visuales.	69,45 %	36,10 %	30,55 %	63,80 %
Identifico características de localización de objetos en sistemas de representación cartesiana y geográfica.	52,70 %	33,30 %	48,20 %	66,70 %

Fuente: elaboración propia.

Por su parte, en la tabla 6 se contrastan los resultados relacionados con el área de Química, utilizando la misma estructura descrita anteriormente. El número de estudiantes participantes fue de 30. La aplicación de la prueba T en los niveles

altos de cada una de las competencias permite constatar que existen diferencias significativas entre las medias del pre- (55,7 %) y post- (63,8 %) en nivel alto, aceptando también en este caso la H_1 ($t = 1,94$; $p = 0,243467$).

Tabla 6. Comparativo pre- y post- del desarrollo de competencias para el área de Química

Competencias	Nivel Básico		Nivel Alto	
	Pre-	Post-	Pre-	Post-
Identifico y uso modelos químicos para comprender fenómenos particulares de la naturaleza.	50 %	46,70 %	50 %	53,30 %
Identifico variables que influyen en los resultados de un experimento.	26,70 %	36,70 %	73,30 %	63,30 %
Establezco relaciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para predecir cambios físicos y químicos y las expreso matemáticamente.	46,70 %	46,70 %	53,30 %	53,30 %
Reconozco los atributos que definen ciertos procesos fisicoquímicos simples (separación de mezclas, solubilidad, gases ideales, cambios de fase) y doy razón de la manera en que ocurren.	56,70 %	30 %	43,30 %	70 %
Comparo los modelos que explican el comportamiento de gases ideales y reales.	43,30 %	26,70 %	56,70 %	73,30 %
Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.	23,30 %	33,30 %	76,70 %	66,70 %
Reconozco las razones por las cuales la materia se puede diferenciar según su estructura y propiedades, y justifico las diferencias existentes entre distintos elementos, compuestos y mezclas.	63,30 %	33,30 %	36,70 %	66,70 %

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 7 se evidencia el comparativo de los resultados en nivel pre- y post- de las competencias en el área de Pensamiento Científico relacionado con la Física. En este caso participaron 29 estudiantes. La aplicación de la prueba T en los

niveles altos de cada una de las competencias también refleja en esta área la existencia de diferencias significativas entre las medias del pre- (55,1 %) y post- (66,7 %) en nivel alto, aceptando igualmente la Hi ($t = 2,92; p = 0,10839547$).

Tabla 7. Comparativo pre- y post- del desarrollo de competencias en Pensamiento Científico

Competencias	Nivel Básico		Nivel Alto	
	Pre-	Post-	Pre-	Post-
Utilizo modelos biológicos, físicos y químicos para explicar la transformación y conservación de la energía	58,7 %	44,90 %	41,3 %	55,10 %
Identifico aplicaciones de diferentes modelos biológicos, químicos y físicos en procesos industriales y en el desarrollo tecnológico; analizo críticamente las implicaciones de sus usos.	41,4 %	37,9 %	58,6 %	62,1 %
Explico la transformación de energía mecánica en energía térmica.	34,5 %	17,20 %	65,5 %	82,80 %

Fuente: elaboración propia.

Por último, en la tabla 8 se comparan los resultados en nivel pre- y post- de las competencias en el área de Inglés. El número de estudiantes que participaron fue de 62. La aplicación de la prueba T en los niveles altos de cada una de las competencias

también refleja que existen diferencias significativas entre las medias del pre- (65,9 %) y post- (69,8 %) en nivel alto, aceptando con ello la Hi ($t = 2,35; p = 0,02245985$).

Tabla 8. Comparativo de desarrollo de competencias pre- y post- para el área de Inglés

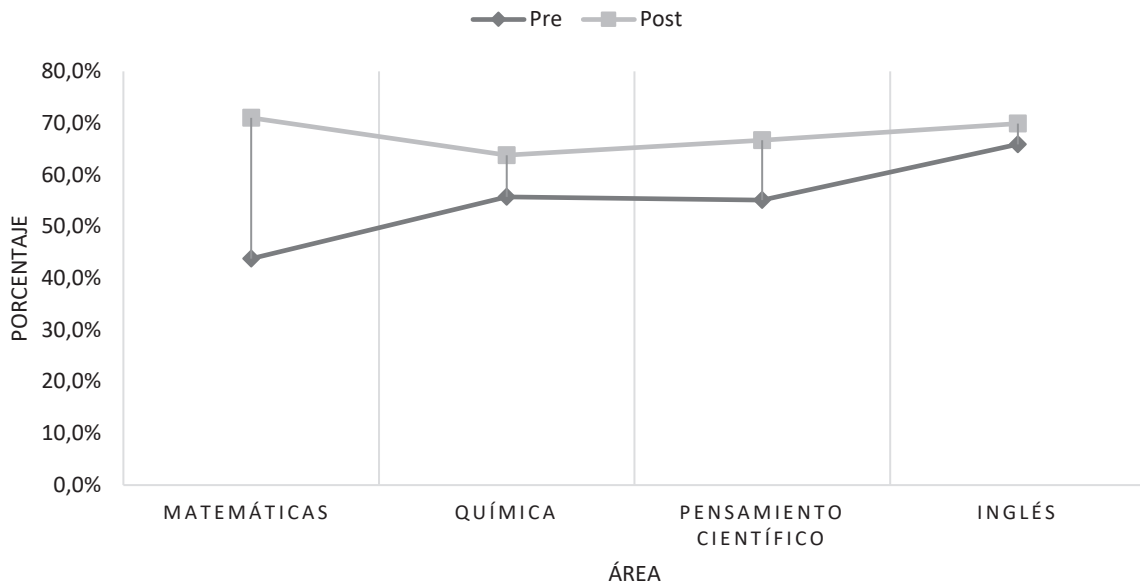
Competencia	Nivel Básico		Nivel Alto	
	Pre-	Post-	Pre-	Post-
Distingo información general y específica en textos de opinión y discusiones orales y escritos sobre temas conocidos.	21,0 %	15,7 %	79,0 %	84,3 %
Explico las ideas de un texto oral o escrito acerca de temas de mi interés o que me son familiares a partir de mi conocimiento previo, inferencias e interpretaciones.	32,3 %	30,6 %	67,7 %	69,4 %
Redacto textos narrativos, descriptivos y expositivos relacionados con temas de mi interés o que me resultan familiares.	47,6 %	44,3 %	52,4 %	55,7 %
Produzco mensajes escritos, tales como cartas y correos electrónicos, claros y bien estructurados teniendo en cuenta el contexto en el que tienen lugar.	35,5 %	29,9 %	64,5 %	70,1 %

Fuente: elaboración propia.

Ahora bien, respecto a cada una de las áreas intervenidas, en la figura 2 se presenta un comparativo general en el que se evidencia una diferencia

mucho más alta en el área de Matemáticas que en las demás áreas intervenidas, siendo Inglés el área con menor diferencia.

Figura 2. Comparativo por áreas



Fuente: elaboración propia.

Discusión

Los resultados de la investigación presentada en este artículo son compartidos por diversas investigaciones en las que se relaciona la importancia del aprendizaje basado en problemas en el desarrollo de competencias en diversas áreas a nivel de secundaria (Casa, Huatta y Mancha, 2019; Morales-Bueno, 2018; Villalobos, Ávila y Olivare, 2016), en la medida en que potencializa habilidades cognitivas de alto nivel, como el pensamiento crítico, el manejo de información y la investigación. Así mismo, cuando las estrategias definidas desde el aprendizaje basado en problemas se acompañan del uso de simuladores en el aula como mediador tecnológico en los procesos de enseñanza y aprendizaje se potencializan adicionalmente capacidades de indagación, experimentación y modelamiento que favorecen la construcción de modelos mentales, la comprensión y el aprendizaje significativo (Díaz, 2018).

El aprendizaje basado en problemas mediado con el uso de simuladores ayuda a fortalecer la resolución y formulación de problemas matemáticos en la medida en que permite, según Castaño y Montante (2015), identificar, analizar y resolver dichos

problemas, y fomenta el desarrollo de habilidades de pensamiento lógico e indagación. Resultados que coinciden con lo encontrado por Tapia-Vélez, García-Herrera, Erazo-Álvarez y Narváez-Zurita (2020). Otra competencia importante que se fortaleció con el apoyo de los simuladores y el ABP en el área de Matemáticas fue la comprensión y representación de objetos tridimensionales y gráficas en un plano cartesiano, pues facilitó la abstracción de la información presentada, a la vez que eran relacionados con problemas del mundo real.

En cuanto al área de Química, los resultados más significativos al incorporar ABP y simuladores en los procesos de enseñanza y aprendizaje se obtuvieron alrededor de las competencias para reconocer los atributos de los procesos fisicoquímicos simples y para comparar modelos que permitan explicar el comportamiento de los gases. Al respecto, Jaimes-Ojeda (2017) argumenta que el aprendizaje basado en problemas tiene un alto potencial en la enseñanza de la Química al relacionar lo aprendido con la realidad e incentivar el autoaprendizaje, la discusión e interpretación de fenómenos.

No obstante, competencias como la identificación de variables para realizar experimentos o

formulación de hipótesis relacionadas con modelos científicos deben fortalecerse acompañadas de otras estrategias pedagógicas. Estos hallazgos coinciden con los encontrados por Villalobos, Ávila y Olivare (2016), quienes evidenciaron en su estudio que la escasez en el lenguaje y conocimiento científico de los estudiantes incide en su capacidad para pasar de lo experimental a lo formal.

Respecto al desarrollo de la competencia en Pensamiento Científico los resultados apuntan a que el aprendizaje basado en problemas acompañado del uso de simuladores apoya la identificación y análisis crítico de la aplicación de modelos físicos en diferentes procesos industriales y tecnológicos. A este respecto, autores como Ortega-Zarzosa, Medellín-Anaya y Martínez (2010) argumentan que la incorporación de simuladores en la enseñanza de la Física ha tenido resultados favorables ayudando en la interpretación y análisis de fenómenos paso a paso y logrando una mejor comprensión de la teoría. Así mismo, Arenas y Giraldo (2019) expresan que los simuladores ayudan a confrontar la teoría con la realidad, lo que contribuye al afianzamiento conceptual matemático aplicado que se requiere en el ámbito de la física.

Por último, respecto al área de Inglés, los resultados más significativos relacionados con la aplicación del ABP y los simuladores se dieron en la distinción de la información en otro idioma que se presenta en discusiones, escritos y opiniones y en la producción de mensajes escritos en otro idioma. Aunque no son muchos los simuladores que se manejan en este ámbito, la utilización del simulador Home Street contribuyó no solo con la motivación hacia el aprendizaje del idioma inglés a través del uso de herramientas tecnológicas, sino también en la simulación de situaciones comunicativas cotidianas y cercanas a su realidad (Infante, 2020). En este punto, el aprendizaje basado en problemas jugó un papel fundamental, ya que, como lo expresan Bueno y Velastegui (2020), contribuye al desarrollo de producciones orales y motiva a los estudiantes a comunicarse en otro idioma con sus otros compañeros y con el docente, a través del trabajo colaborativo y la generación de habilidades lingüísticas.

Conclusión

La incorporación del aprendizaje basado en problemas en diferentes áreas a nivel de secundaria contribuyó al mejoramiento de las competencias y el aprendizaje significativo, al partir de situaciones problema relacionadas con la realidad, en las que se asociaban diferentes conceptos y teorías de cada área y en las cuales el proceso de enseñanza y aprendizaje se volcaba hacia la indagación, el pensamiento crítico, la investigación y la resolución de problemas y un rol más activo del estudiante, lo que evidencia que el área en la que se lograron resultados más significativos fue en Matemáticas.

El diseño de la estrategia de intervención mediante situaciones problema contextualizadas motivó a los estudiantes a explorar sobre los conceptos y elementos teóricos relacionados, a la vez que autorregulaban su propio proceso de indagación y resolución del problema planteado.

Por su parte, la mediación tecnológica con los simuladores encaminó el proceso de enseñanza y aprendizaje hacia la exploración, el trabajo colaborativo y la transferencia de conocimiento. El uso de simuladores como Phet y GeoGebra evidenciaron su aplicabilidad a nivel de secundaria para la observación, manipulación y análisis de diferentes modelos de fenómenos matemáticos, físicos y químicos, y en el caso de Home Street, se pudo evidenciar su aporte en el mejoramiento de los procesos comunicativos en idioma inglés.

Los resultados obtenidos en la investigación que se documentan en este artículo recomiendan que la incorporación de los simuladores en el aula se realice siempre acompañada de una estrategia de intervención pedagógica. En el caso específico, la combinación de los simuladores con el aprendizaje basado en problemas orientó los procesos de enseñanza y aprendizaje y tuvo un impacto positivo en el desarrollo de competencias en estudiantes de secundaria, logrando aprobar la Hi planteada.

Las principales limitaciones que se presentaron en este ejercicio investigativo se relacionaron con la distribución de las muestras poblacionales en cada una de las áreas, pues fueron diferentes en cada una de ellas. Lo anterior, debido al limitado acceso que se logró tener a los estudiantes en el

marco del aislamiento preventivo ocasionado por la pandemia de la COVID-19 para la ejecución de las intervenciones pedagógicas. Por lo tanto, trabajos futuros pueden orientarse a profundizar las implicaciones obtenidas en esta investigación en las mismas áreas o extenderlo a nuevas en el nivel de secundaria o en otros niveles educativos.

Referencias

- Arenas, J. y Giraldo, J. (2019). Los simuladores: estrategia didáctica en la inclusión de los conceptos matemáticos en la Física. *Revista científica*, 110-120. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7021317>
- Ayala, J., Guerrero, M. y Agudelo, O. (2020). *Estrategias de aprendizaje basado en problemas con simuladores, un reto para investigadores en formación* [Tesis de Maestría, Universidad de Santander]. Repositorio Digital - Universidad de Santander. .
- Bueno, W.S. y Velastegui, M.V. (2020). *La metodología "Aprendizaje Basado en Problemas" en la producción oral del idioma inglés de los estudiantes* [Trabajo de titulación modalidad proyecto de investigación previo a la obtención del título de Licenciatura en Ciencias de la Educación mención Plurilingüe, UCE]. Repositorio Institucional Universidad Central del Ecuador.
- Casa, M., Huatta, S. y Mancha, E. (2019). Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia para el desarrollo de competencias en estudiantes de educación secundaria. *Comunicación: Revista de Investigación En Comunicación y Desarrollo*, 10(2), 111-121. <https://doi.org/10.33595/2226-1478.10.2.383>
- Castaño, V. y Montante, M. (2015). El método del aprendizaje basado en problemas como una herramienta para la enseñanza de las matemáticas. *RIDE Revista Iberoamericana Para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 6(11), 381 - 392. <http://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/182>
- Díaz, J. (2018). Aprendizaje de las Matemáticas con el uso de Simulación. *Sophia*, 14(1), 22-30. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.14v.1i.519>
- Fielden, L. y Rico, M. (2021). Intercultural and linguistic competences for engineering ESP classes: A didactic framework proposal through problem-based learning. *International Journal of Applied Linguistics*, (53) 41-60. Published. <https://doi.org/10.1111/ijal.12370>
- Guzmán, A.P. y Del Moral, M.E. (2018). Percepción de los universitarios sobre la utilidad didáctica de los simuladores virtuales en su formación. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 53, 41-60. <http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i53.03>.
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial Mc Graw Hill Education (7.ª edición), 714 p.
- Infante, M. (2020). *Estrategia para motivar el desarrollo de la competencia comunicativa del inglés utilizando el juego de simulación "Home Street" en décimo grado* [Tesis de Maestría, Universidad de Santander]. Repositorio Digital - Universidad de Santander.
- Jaimés- Ojeda, L. (2017). Propuesta metodológica para la enseñanza de la química en la Educación Media apoyada en el aprendizaje basado en problemas (ABP). *Revista Perspectivas*, 2(2), 6-16. <https://doi.org/10.22463/25909215.1310>
- Jiménez, A. y Romero, O. (2020). *Enseñanza y aprendizaje de la geometría plana utilizando el simulador GeoGebra en el grado séptimo* [Tesis de Maestría, Universidad de Santander]. Repositorio Digital - Universidad de Santander.
- Lara-Freire, M., Huilcapi-Ruiz, M. y López-Cárdenas, F. (2021). La Enseñanza de fracciones utilizando la metodología del aprendizaje basado en problemas. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 7(3), 497-512. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2006>
- Mariño, S.; Alfonzo, P. y Gomez Codutti, A. (2017). El Aprendizaje Basado en Problemas. Una experiencia en la asignatura Modelos y Simulación, período 2015-2016. *Premisa* 19(75), 44-55.
- Micó-Amigo, E. y Bernal Bravo, C. (2020). Evaluative research on teaching innovation with simulators in the area of Technology in Compulsory Secondary Education. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 14, 134-146. <https://doi.org/10.46661/ijeri.4855>.
- Ministerio de Educación Nacional (2006). Estándares básicos de competencias en Lenguajes, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Proyecto editorial y coordinación Escribe y Edita (1.ª edición), p. 184.
- Morales Bueno, P. (2018). Aprendizaje basado en problemas (ABP) y habilidades de pensamiento crítico ¿una relación vinculante? *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21(2), 91. <https://doi.org/10.6018/reifop.21.2.323371>
- Mosquera, E. y Quintero, A. (2020). *Desarrollo del pensamiento científico asociado a los fenómenos de transformación de la energía integrando simuladores Phet en grado décimo* [Tesis de Maestría, Universidad

- de Santander]. Repositorio Digital - Universidad de Santander.
- Ortega-Zarzosa, G., Medellín-Anaya, H. y Martínez, J. (2010). Influencia en el aprendizaje de los alumnos usando simuladores de física. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4(Extra 1), 953-956. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3700367>
- Pacheco, A. R., Lorduy, D. J., Flórez, E. P. y Páez, J. C. (2021). Uso de simuladores Phet para el aprendizaje del concepto de soluciones desde las representaciones en química. *Revista Boletín Redipe*, 10(7), 201-213. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i7.1358>
- Rivera, K. y Rosero, L. (2020). *Aprendizaje significativo potenciando la competencia explicación de fenómenos en química utilizando simulaciones en Phet en estudiantes de grado once* [Tesis de Maestría, Universidad de Santander]. Repositorio Digital - Universidad de Santander.
- Rodríguez-Abril, P.L., Rodríguez-Hernández, A.A. y Avella-Forero, F. (2021). Evaluación de simuladores como estrategia para el aprendizaje de la electricidad en la asignatura de física en la educación media. *Revista Boletín Redipe*, 10(8), 219-237. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i8.1401>
- Ruiz, S. (2016). Sistema de evaluación para el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en estudiantes de la Licenciatura en Nutrición. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 7(13), 1-13. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5619007.pdf>
- Tapia-Vélez, J. J., García-Herrera, D. G., Erazo-Álvarez, J. C. y Narváez-Zurita, C. I. (2020). Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia didáctica para el desarrollo del razonamiento lógico matemático. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(1), 753. <https://doi.org/10.35381/r.k.v5i1.808>
- Villalobos, V., Ávila, J. y Olivare, S. (2016). Aprendizaje Basado en Problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista mexicana de investigación educativa*, 21(69), 557-581. Recuperado el 5 de agosto de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662016000200557&lng=es&tlng=es

