

USO DE APLICACIONES EN LA ENSEÑANZA Y ARTICULACIÓN DE LA FÍSICA Y LAS MATEMÁTICAS

Autores. 1 María Helena Quijano Hernández. 2 Helga Viviana Almeida Sánchez. 1 Universidad Industrial de Santander, mquijano@uis.edu.co, 2 Universidad Industrial de Santander, helga.almeida24@hotmail.com.

Tema. Eje temático 1.

Modalidad. 1. Resultados trabajo de investigación en el nivel de la educación media

Resumen. Cómo articular la enseñanza de la física y las matemáticas, utilizando la aplicación tecnológica Plickers y el simulador PhET en situaciones didácticas, con estudiantes de décimo grado de una institución educativa oficial, es el cuestionamiento central de la investigación. El objetivo, identificar dificultades conceptuales y procedimentales que manifiesta la población participante, al tratar problemas de la física que se explican con conocimientos matemáticos. La metodología de trabajo es, el enfoque mixto, diseño explicativo secuencial; con grupos control y experimental, pruebas pre-test y post-test. El taller de investigación, las situaciones didácticas y el uso del simulador, como mediaciones en la intervención en el aula, generan escenarios de aprendizaje acordes con la influencia de las tecnologías en la vida cotidiana y favorecen el desarrollo de competencias científicas, en el grupo experimental.

Palabras clave: Aplicaciones tecnológicas; Competencias Científicas; Enseñanza de la Física; Saberes Matemáticos; Situaciones Didácticas.

Introducción

Las áreas de ciencias naturales y de matemáticas en la educación básica y media, se estructuran y organizan según los Estándares básicos de competencias en componentes curriculares, que atraviesan los niveles de la educación y tienen carácter de integración curricular. No obstante, en la práctica se evidencia que, continua la fragmentación curricular a modo de asignaturas e incluso entre los mismos componentes que definen los estándares, teniendo efectos poco favorables en el aprendizaje. En la institución donde se realiza el trabajo de Investigación, la enseñanza de la física en los grados décimo y undécimo, está en contrasentido a los estándares básicos de competencias, en el componente curricular, *entorno físico*, que comprende procesos químicos y procesos físicos. La enseñanza de la física demanda unos saberes básicos de matemáticas, los que se han de evidenciar en las competencias: comunicación, representación y modelación, planteamiento y resolución de problemas; razonamiento y argumentación (MEN, p. 66, 2014), éstas apoyan, el uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación, competencias definidas para el área de ciencias naturales. Ante la dificultad manifiesta en la enseñanza de la física, el trabajo de investigación busca integrar los saberes matemáticos; considerando que, los estudiantes del nivel décimo y undécimo de la educación media, según los estándares básicos de competencia, deben demostrar capacidad para modelar matemáticamente el movimiento de cuerpos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos, explicar y solucionar problemas que incluyen interacciones entre carga eléctrica y masa, además utilizar modelos biológicos, físicos y químicos para explicar la transformación y conservación de la energía, asociado a este enunciado, la capacidad de identificar y aplicar diferentes modelos biológicos, físicos y químicos en procesos industriales y en el desarrollo tecnológico (MEN, p.140). Lo anterior plantea algunos retos en la enseñanza de la física, como son, el desarrollo de procesos de pensamiento, la necesidad de una educación científica que promueva en los estudiantes un pensamiento crítico, actitud proactiva y creativa en el planteamiento de soluciones, y el uso de recursos tecnológicos. En este



Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126. Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

sentido, el uso de la herramienta educativa Plickers empleada en la fase de problematización y en la de reflexión, permite obtener datos estadísticos en tiempo real sobre los saberes previos y el progreso en los aprendizajes de los estudiantes. El simulador PhET, brinda a los estudiantes la representación virtual de fenómenos físicos, que se explican bajo los dominios conceptuales del movimiento, sonido, ondas, luz, radiación, electricidad, circuitos, entre otros.

Referente conceptual

La enseñanza de la ciencia y las matemáticas ocupan un lugar preponderante en los currículos de la educación básica y media que se mantiene en la línea del tiempo, Garantizar los aprendizajes de la ciencia y la matemática son relevantes e imprescindibles en el contexto escolar por la trascendencia a un contexto global. No obstante, los resultados de pruebas estandarizadas nacionales e internacionales, muestran niveles bajos de desempeño, asunto que preocupa a los gobiernos y a los sistemas educativos. La relación ciencia – sociedad, indica que los conocimientos científicos son accesibles a todos, por ello, el sentido, los qué y los cómo de la educación científica deben transformarse (Macedo, 2016, p. 9). En la actualidad se hace referencia a la educación STEM, (Science, Technology, Engineering, Mathematics), la cual comprende disciplinas científicas – tecnológicas, además de conocimientos, competencias prácticas que deben ser promovidas y desarrolladas a lo largo de la escolaridad. López Simó, Couso Lagarón & Simarro Rodríguez (s.f.), señalan que, “la educación STEM, busca alfabetizar y dotar de competencias STEM al conjunto de futuros ciudadanos, para hacer una sociedad más capaz de involucrarse y tomar partido en los retos científico-tecnológicos de nuestras sociedades, así como aportar soluciones a estos retos sociales”. Bien es cierto que, todas las dinámicas actuales de interacción están mediadas por el uso de la tecnología, y se avanza en la incursión de la inteligencia artificial, significa esto que, también se sitúan en el contexto escolar, por ello el uso de aplicaciones y de simuladores en la enseñanza de las ciencias, cambia las formas de relación con el conocimiento, y se percibe mejor actitud en los estudiantes; al utilizar estos recursos en las clases de física, genera motivación, conecta el lenguaje abstracto de la disciplina con fenómenos o eventos vivenciados; cuando los estudiantes trabajan de forma colaborativa con herramientas computacionales en el aula se agrega un nuevo tipo de interacción, las interacciones digitales (Miranda, A., 2009, pág. 46). Las simulaciones en las clases de física podrían generar puentes entre los conocimientos previos de los estudiantes y la adquisición de nuevos conocimientos, a través del desarrollo de conocimientos estratégico para resolver problemas (Bouciguez, 2009, pág. 70).

Simulador PhET y Aplicación Plickers

El acrónimo del simulador PhET traduce *Physics Education Technology*, proyecto de la Universidad de Colorado, cuenta con múltiples simuladores en las áreas de física, química, biología, matemáticas y ciencias de la tierra, algunos de los objetivos dirigidos a estudiantes buscan que éste, vea la ciencia como accesible, entendible y divertida; se apropie de la experiencia de aprendizaje; haga conexiones con la vida diaria; mejore su aprendizaje conceptual y participe en exploraciones científicas con múltiples habilidades positivas de aprendizaje, por ejemplo, hacer predicciones, formular preguntas, usar evidencias, entre otras habilidades. Los objetivos orientados a los docentes, proponen, crear clases centradas en los estudiantes, en las que se les escuche y evalúe las ideas, se promueva la acción, de tal manera que los estudiantes asuman responsablemente su aprendizaje, se construya sobre el aprendizaje previo y se participe en procesos de indagación. Los objetivos de, fomentar ambientes de aprendizaje, dirigidos a abordar de manera articulada contenidos, procesos, intereses y habilidades mentales; adaptar actividades al entorno de los estudiantes; implementar estrategias que hagan posible el seguimiento y retroalimentación de los aprendizajes; ser receptivo y flexible a las ideas emergentes de los estudiantes; usar la experiencia

profesional y el conocimiento de los estudiantes para diseñar, implementar y mejorar las actividades y Diseño de simulaciones (traducción de López, D. B., 2017, IPN – México). Plickers es una herramienta gratuita disponible para Android y iOS (Apple), permite crear cuestionarios en línea, registra las respuesta de los estudiantes en tiempo real, son visibles para todos, brinda resultados en términos estadísticos; el docente requiere una cuenta de Google, y el dispositivo o tableta. En el trabajo de investigación fue utilizada para indagar los conocimientos previos de los estudiantes, teniendo en cuenta las competencias científicas: indagación, explicación de fenómenos, uso del conocimiento científico, además la interconexión con los saberes de matemáticas.

Metodología

El trabajo de investigación se desarrolla en una institución educativa de un municipio de Santander, Colombia. La muestra es de 33 estudiantes del grado 10-7. El modelo de investigación es mixto, diseño explicativo secuencial, grupo control y grupo experimental; los datos generados, llevan al investigador a cuestionamientos, y hacer que los estudiantes los analicen conceptualmente. El enfoque cualitativo se dá por el continuo acercamiento e intervención entre el investigador, el objeto de estudio y la participación de los escolares, durante el desarrollo de la propuesta. Desde la perspectiva de Hernández Sampieri, Fernández C., & Baptista, L. (2010). Sampieri, (2010, pág. 384) los planteamientos cualitativos son una especie de plan de exploración y resultan apropiados cuando el investigador se interesa por el significado de las experiencias, el punto de vista de los participante y el ambiente natural en que ocurre el fenómeno estudiado, en este caso, el aula de clase. Se implementan las técnicas de investigación, pruebas pre-test, post –test, y taller investigativo. Se realiza un análisis estadístico, mediante la prueba T – Student, sistema de variables, asumiendo las situaciones didácticas para la articulación de saberes de física y matemáticas, como variable independiente, y las competencias científicas, como variable dependiente. Metodológicamente, se estructura el proceso de investigación en tres fases, diagnóstica e indagación de saberes previos mediante el uso de la aplicación Plickers; fase de intervención, caracterizada por el diseño y desarrollo de secuencias y situaciones didácticas, taller investigativo y uso del simulador PhET; fase de evaluación y de reflexión, se realiza triangulación metodológica, articulación de datos cualitativos y estadísticos.

Resultados

La indagación de saberes previos, pre-test, se dá con el uso de la aplicación Plickers, y la problematización del movimiento parabólico, en los grupos control y experimental. Se determina como referentes de análisis de las preguntas, las competencias científicas: indagación, uso de conocimiento científico, y explicación de fenómenos. Una vez efectuados los análisis estadísticos se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 1. Pretest individual, grupo experimental y control

Población	N. Estadístico	Mínimo estadístico	Máximo estadístico	Media estadística	Desviación	Varianza	Asimetría	Desv. Error	Curtosis	Desv. Error
Grupo experimental	19	4	10	7,05	1,9	3,608	-0,247	0,524	-0,797	1,014
Grupo control	16	3	10	7	2,066	4,267	-0,259	0,564	-1,06	1,091
N válido (por lista)	16									

Fuente. Propia.

Lo anterior, muestra una *media* de 7.05 y 7, esto significa que, el grupo experimental y el grupo control son homogéneos, no hay diferencias significativas, lo cual da validez a la investigación, una vez se interviene con la propuesta didáctica.

Los datos del post-test, se expresan en la Tabla 2.

Tabla 2. Postest individual, grupo experimental y grupo control

Población	N. Estadístico	Mínimo estadístico	Máximo estadístico	Media estadística	Desviación	Varianza	Curtosis	Desv. Error
Grupo experimental	16	4	14	10,62	3,481	12,117	-0,843	1,091
Grupo control	13	4	9	5,92	1,656	2,744	-0,855	1,191
N válido (por lista)	13							

Fuente. Propia.

Los datos indican que, la *media* es superior en el grupo experimental, 10.62, frente a 5.92 del grupo control, en este sentido, el grupo de estudiantes con quienes se desarrolla la intervención en el aula obtiene mejor rendimiento, frente al grupo con quienes se sigue un esquema de enseñanza tradicional.

Tabla 3. Diferencias de los resultados, según competencias científicas

Competencia	Grupo	N	Media	Desviación	Desv. error promedio
Indagación	Experimental	16	3,75	1,39	0,348
Explicación de fenómenos		16	5,06	1,769	0,442
Uso de conocimiento científico		16	1,88	0,719	0,18
Indagación	Control	13	1,77	0,832	0,231
Explicación de fenómenos		13	3,15	1,345	0,373
Uso de conocimiento científico		13	1,08	0,862	0,239

Fuente. Propia.

Los anterior refleja diferencias marcadas en el grupo experimental en cada una de las competencias científicas, -variable dependiente-, esto indica un efecto positivo en los estudiantes, generado por las situaciones didácticas, -variable independiente- y el uso del simulador PhET. En la competencia, explicación de fenómenos, se registran los mayores valores de la media en los dos grupos, 5.06 en el experimental y 3.15, en el grupo control; por el contrario, es baja la diferencia que arrojan los dos grupos en la competencia, uso de conocimiento científico.

El reconocimiento de la diferencia en los resultados obtenidos en el grupo intervenido en el pretest y el postest se presenta en la Tabla 4. Por medio de la cual se analiza el aporte de la propuesta didáctica a través de una prueba de normalidad Shapiro Wilk por tratarse de una muestra de menos de 30 individuos.

Tabla 4. Prueba de normalidad pretest y postest

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	GI	Sig.	Estadístico	GI	Sig.
Pre-tes	0,215	16	0,047	0,929	16	0,235
Pos-tes	0,23	16	0,023	0,853	16	0,15

Estadística de muestras emparejadas

		Media	N	Desv.	Desv. error
				Desviación	promedio
Par 1	Pre-test	7,26	16	1,915	0,479
	Post-test	10,63	16	3,481	0,87

Prueba de muestras emparejadas

		Media	Desv. Desviación	Desv.error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	GI	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Pre-test		3,649	0,912	-5,32	-1,43	3,699	15	0,002
	Post-test	3,375							

Fuente. Propia.

En la Tabla 4, se observa que la significancia es del 0,002, menor que el nivel α , por lo que, se rechaza la hipótesis nula ya que hay una diferencia significativa en los estudiantes antes y después de la intervención. Al sustituir la enseñanza tradicional por talleres de investigación y el planteamiento de situaciones didácticas, según la teoría de G. Brousseau, se organiza el grupo experimental en seis grupos de trabajo, dado que, el número de tablas no es suficiente para utilizar el simulador de manera individual. La intervención didáctica, inicia con la familiarización del simulador PhET y las herramientas que este ofrece, preguntas como: ¿qué pasa si cambia el valor de la gravedad, el tipo de proyectil, la masa, la velocidad del proyectil, el ángulo de lanzamiento?; ante esto, los estudiantes se preguntan, ¿qué pasa si se alteran las condiciones iniciales?, pueden obtenerse los mismos resultados si se dan los lanzamiento en la luna y en la tierra?, ¿cómo afecta la velocidad en los ejes vertical y horizontal, y el rozamiento con el aire?, preguntas de esta naturaleza, no se encuentran en el grupo que sigue un modelo tradicional de enseñanza de la física. La Tabla 5, reúne resultados obtenidos en los seis grupos de trabajo y según las situaciones didácticas.

Tabla 5. Respuesta de los estudiantes frente a las situaciones didácticas

N° de Grupos	Situación Didáctica	Respuesta a la Situación
5	Acción	Estudiantes de cinco grupos se han planteado preguntas y han explorado las herramientas de: ángulo de lanzamiento, velocidad, gravedad, resistencia del aire, masa, diámetro. Dadas las situaciones de lanzamiento de proyectiles: (1) comparación entre dos coches, (2) coche y bala, (3) dos balas; los estudiantes determinan los movimientos con variaciones y ángulos.
1		Los estudiantes de este grupo presentan dificultades en la comparación de las tres situaciones planteadas, se evidencia dificultad para determinar el alcance máximo de los proyectiles utilizados – coche – bala y la relación entre ellos. No obstante, en el reconocimiento del

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en
nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la
formación de profesores.

N° de Grupos	Situación Didáctica	Respuesta a la Situación
		simulador, determinan las condiciones de lanzamiento y parámetros de velocidad, ángulo. Gravedad, resistencia del aire.
4	Formulación	Los estudiantes de cuatro grupos resuelven problemas, responden acertadamente las preguntas planteadas, identifican las condiciones necesarias para deducir las fórmulas particulares frente a las situaciones problémicas de: lanzamiento de jabalina, lanzamiento en Júpiter y diferentes proyectiles, masas, velocidades, alcances, alturas y tiempos.
2		Estudiantes de estos dos grupos resuelven las situaciones planteadas, no obstante, tienen dificultades al responder preguntas como: ¿Dónde será mejor tratar de batir un record en lanzamiento de jabalina, cerca de los polos o cerca del Ecuador?; ¿Cree que el alcance horizontal y la distancia vertical dependen de la masa del cuerpo?
6	Validación	Los estudiantes de los seis grupos, elaboran conclusiones sobre los efectos producidos por el tiro parabólico y exponen resultados, determinan con claridad las condiciones que permiten la variación del movimiento, logran determinar las ecuaciones, según características específicas de cada situación.

Fuente. Propia.

Discusión

La articulación de saberes matemáticos en el aprendizaje de la física utilizando los recursos tecnológicos, Plickers y PhET, es una de las finalidades de esta investigación. El logro se evidencia durante el proceso en las fases de diagnóstico e intervención, mediante el análisis estadístico de resultados. Los datos muestran variaciones significativas entre el grupo experimental y el grupo control. Es de reconocer que, según los datos queda pendiente resolver, por qué, en la competencia, *uso del conocimiento científico*, hay una ligera diferencia entre el grupo experimental y el grupo control.

El propósito principal de integrar el enfoque cualitativo y cuantitativo es obtener un análisis global de las falencias y mejoras de los estudiantes, en este sentido, la entremezcla de estas etapas permitió triangular las herramientas tecnológicas de Plickers y PhET con el taller investigativo, ampliando así el fenómeno de estudio evidenciando, las falencias conceptuales y procedimentales, en cuanto a la deducción de fórmulas, representaciones gráficas, manejo de conceptos y análisis de datos, y la manifestación de motivación e interés por parte de los estudiantes en la resolución de problemas al emplear recursos tecnológicos educativos distintos a los usuales en la enseñanza tradicional.

Conclusiones

La indagación de saberes previos, dificultades conceptuales y procedimentales, utilizando la aplicación Plickers en el Pre test, y el respectivo análisis estadístico muestra resultados homogéneos en los grupos, experimental y control, valores en la media de 7.05 y 7.0 (Tabla 1) respectivamente. Al aplicar el postest, una vez se interviene con la propuesta didáctica, se encuentra



Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.
Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

en los valores de la media, diferencias significativas de 10.62 en el grupo experimental y 5.92, en el grupo control. En cuanto a la estrategia de intervención, el taller de investigación mediado por situaciones didácticas y el uso del simulador PhET en el grupo experimental, evidencia que, recursos de este tipo favorece en los estudiantes las competencias científicas, ofrece a los docentes otras formas de organización curricular y de escenarios de aprendizaje acordes con la influencia de las tecnologías en la vida cotidiana.

Referencias bibliográficas

- Bouciguez, M. J. (2009) Aportes de un entorno de simulación a una situación de enseñanza y aprendizaje. En Santos, G., & Stipcich, S. (2009) *Tecnología educativa y conceptualización en física. Estudios sobre interacciones digitales sociales*. Argentina: Consejo editorial – UNCPBA. Disponible en <https://books.google.com.co/books? ISBN 9506582327, 9789506582326>
- Brousseau, G. (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*. Primera edición: Buenos Aires – Argentina. Libros de Zorzal.
- Hernández Sampieri, R., Fernández C., & Baptista, L. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGrawHill.
- López Simó, V., Couso Lagarón, D., & Simarro Rodríguez, C. (s.f.) *Educación STEM en y para el mundo digital. Cómo y por qué llevar las herramientas digitales a las aulas de ciencias, matemáticas y tecnologías*. Disponible en https://www.um.es/lead/red/58/lopez_et_al.pdf
- López, D.B. (2017). *Objetivos PhET para estudiantes y profesores*. Traducido de https://phet.colorado.edu/files/guides/PhET_TeacherAndStudentGoals_en.pdf. IPN México. Octubre 2017
- Macedo, B. (2016). *Educación científica*. Montevideo – Uruguay. UNESCO – CILAC. Disponible en <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PolicyPapersCILAC-CienciaEducacion.pdf>
- Ministerio de Educación Nacional (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Bogotá: MEN
- Ministerio de Educación Nacional. (2014). *Pruebas Saber 3°, 5° y 9°. Lineamientos para las aplicaciones muestral y censal 2014*. Disponible en https://www.atlantico.gov.co/images/stories/adjuntos/educacion/lineamientos_muestral_censal_saber359_2014.pdf
- Miranda, A. (2009) Los significados en el contexto de interacción con simulaciones en el aula. En Santos, G., & Stipcich, S. (2009) *Tecnología educativa y conceptualización en física. Estudios sobre interacciones digitales sociales y cognitivas*. Argentina: Consejo editorial – UNCPBA. Disponible en <https://books.google.com.co/books? ISBN 9506582327, 9789506582326>