

<https://doi.org/10.47460/minerva.v2023iSpecial.117>

Estrategia interactiva para fortalecer el proceso enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Física atómica y nuclear

Betty Johanna Pinargote Bravo
<https://orcid.org/0009-0007-8413-2287>
betty.pinargote@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

María Jacqueline Pita Asan
<https://orcid.org/0000-0003-2095-6096>
maria.pita@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

Recibido (13/11/2022), Aceptado (10/05/2023)

Resumen: La asignatura de física suele ser una de las más complejas para los estudiantes de bachillerato, principalmente por la necesidad de abstracción para la comprensión y la alta necesidad de cálculo. Con estas premisas, en este trabajo se evaluó el uso de una estrategia creativa e interactiva para mejorar el aprendizaje de la física. Bajo un estudio cuasi experimental se realizó la metodología de trabajo, tomando un grupo de control y otro experimental. Los principales resultados mostraron que los estudiantes se motivan de manera significativa con herramientas TIC, lo cual favorece el estudio y comprensión de los conceptos de física, aportando en las mejoras del desempeño académico.

Palabras clave: Física, enseñanza y aprendizaje, herramientas digitales, nuevas tecnologías.

Interactive strategy to strengthen the teaching-learning process of
the subject of Atomic and Nuclear Physics

Abstract. - The subject of physics is usually one of the most complex for high school students, mainly because of the need for abstraction for understanding and the high need for calculation. With these premises, this work evaluated the use of a creative and interactive strategy to improve the physics learning process. Under a quasi-experimental study, the working methodology was carried out, taking a control group and an experimental group. The main results showed that students are significantly motivated by ICT tools, which favor the study and understanding of physics concepts, contributing to improvements in academic performance.

Keywords: Physics, teaching and learning, digital tools, new technologies.



I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la física en la universidad es un tema de gran importancia, ya que esta disciplina científica es fundamental para entender el mundo que nos rodea y desarrollar habilidades y competencias clave para el futuro de los estudiantes. Sin embargo, a menudo se enfrenta a diversos desafíos, como la falta de motivación de los alumnos, la complejidad de los conceptos y la brecha entre la teoría y la práctica. Por esta razón, es importante analizar las estrategias y metodologías más efectivas para enseñar física en bachillerato y así mejorar la calidad de la educación en esta área.

La educación sufre constantes desafíos motivados por los cambios sociales, la acelerada participación de la tecnología en los ambientes educativos, familiares y generales, que promueven la integración de nuevas metodologías educativas que vayan en sintonía con el creciente auge tecnológico. En este sentido, la promoción de estrategias educativas que sean de interés para los estudiantes es un reto en la enseñanza de materias en la universidad. En principio porque los jóvenes son cada vez más exigentes para motivarse, no parece ser sencillo capturar su atención y motivarles al aprendizaje. Tal vez porque sus entornos sociales están colmados de herramientas interactivas que resultan ser más llamativas y atractivas.

La formación universitaria debe necesariamente que transformar sus procesos educativos a escenarios interesantes para una sociedad joven que busca una relación estrecha con nuevas tecnologías y que exige más dinamismo en los procesos de aprendizaje. Para ello, los países como Finlandia, Corea de Sur, entre otros, han incorporado en sus métodos de enseñanza la tecnología apropiada según el nivel de estudio, con el fin de motivar y recrear aspectos teóricos en prácticos que sean de gran interés para los estudiantes [1].

En los últimos años, el uso de la tecnología en la educación se ha convertido en una tendencia cada vez más relevante [2]. La incorporación de herramientas digitales y el uso de dispositivos móviles han permitido la creación de nuevas metodologías educativas que facilitan el aprendizaje de los estudiantes. En el caso de la enseñanza de la física universitaria, la tecnología ofrece múltiples posibilidades, como la utilización de simulaciones, videos y animaciones que permiten una mejor comprensión de los conceptos más abstractos y complejos. Además, también se pueden utilizar plataformas educativas en línea que permiten la interacción entre profesores y alumnos, así como el acceso a material didáctico actualizado y diverso [3].

En este trabajo se examinarán algunas de las principales tendencias y enfoques actuales en la enseñanza de la física en este nivel educativo, así como sus ventajas y desventajas, con el fin de proporcionar una visión general sobre esta materia y sus posibles soluciones. Además, se plantea el diseño de una herramienta interactiva que promueve el aprendizaje de la física en estudiantes universitarios. Para ello se ha trabajado en la Universidad Layca Eloy Alfaro de Manabí en Ecuador, en la ciudad de Chone. Donde existe alta prevalencia de problemas asociados al aprendizaje de la física, en principio por las carencias de espacios de laboratorio didáctico, y en segundo lugar porque se trata de una asignatura abstracta que debe relacionar los aspectos de la vida diaria y común con argumentos de cálculo, lo cual no es sencillo de comprender para muchos estudiantes.

II. DESARROLLO

La educación universitaria es una etapa fundamental en la formación de los estudiantes, ya que les proporciona las habilidades y conocimientos necesarios para enfrentar los desafíos del mundo laboral y social. Sin embargo, en la actualidad, la educación universitaria se enfrenta a diversos desafíos que dificultan su efectividad y pertinencia [3], [4]. En este sentido, es importante analizar cuáles son estos desafíos y cómo se pueden abordar para mejorar la calidad de la educación universitaria. Uno de los principales retos que enfrenta la educación universitaria es la brecha entre la teoría y la práctica. Muchas veces, los estudiantes se enfrentan a una educación basada en teorías y conceptos abstractos que no les permiten aplicar lo que están aprendiendo en situaciones reales. En este sentido, es importante que la educación universitaria incorpore metodologías y estrategias que permitan una mayor interacción con el mundo laboral y social, a través de prácticas profesionales, proyectos de investigación aplicada y colaboraciones con empresas e instituciones [5].

Asimismo, la educación universitaria se enfrenta a desafíos relacionados con la innovación y la tecnología. En un mundo cada vez más cambiante y digital, la educación universitaria debe adaptarse a las nuevas demandas del mercado laboral y las nuevas formas de comunicación y trabajo [6]. En este sentido, es importante que la educación universitaria se abra a nuevas metodologías y estrategias de enseñanza basadas en la tecnología, como el uso de plataformas educativas en línea, la gamificación y la inteligencia artificial. Por lo tanto, en el proceso de enseñanza y aprendizaje actual, existe la necesidad de motivar la práctica experimental en el aula para que los estudiantes puedan estimularse en el proceso de aprendizaje de los fenómenos físicos y comprender lo que sucede a su alrededor. Hoy en día, el desarrollo de las habilidades de indagación científica se ha vuelto de primordial importancia en la educación, donde las actividades docentes juegan un papel fundamental en la educación integral de los estudiantes [7].

En el caso específico del Ecuador, las instituciones demuestran que las actividades de aprendizaje en diferentes materias son aisladas y poco contextualizadas con las prácticas docentes. Ante la ausencia de políticas públicas e informática en el actual modelo educativo del país, el proceso de capacitación que se está llevando a cabo en la ciudad de Manabí debe seguir los lineamientos y detalles que emita el Ministerio de Educación en esta materia. En este sentido, la universidad ecuatoriana busca incorporar herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que promuevan nuevas prácticas y estrategias educativas actuales, y que se integren a las realidades sociales que viven los estudiantes [8].

A. Metodologías educativas para la enseñanza de la física

Históricamente la enseñanza de la física no es sencilla, y debe ir acompañada de prácticas de laboratorio para su comprensión y análisis [9]. Es inevitable en la enseñanza de la física incluir explicaciones teóricas complejas, pero si éstas se integran a prácticas de laboratorios o metodologías didácticas variadas, es posible alcanzar excelentes resultados [7]. En este sentido, las principales metodologías educativas para la enseñanza de la física universitaria comprenden las siguientes:

Clases magistrales: Este enfoque se basa en la exposición teórica del profesor y la toma de apuntes por parte de los estudiantes. Las clases magistrales fueron una metodología muy utilizada en la enseñanza de la física en décadas pasadas. Sin embargo, hoy en día se considera que este enfoque no es el más efectivo, ya que los estudiantes pueden perder el interés y la motivación en la materia. Sin embargo, muchas veces resulta necesario la incorporación de esta metodología para la impartición de elementos teóricos concisos y precisos antes de la aplicación práctica.

Resolución de problemas: Este enfoque se centra en la resolución de problemas y ejercicios prácticos, a través de los cuales los estudiantes aprenden los conceptos teóricos de la física. Esta metodología es muy efectiva para fomentar el razonamiento lógico y la creatividad en los estudiantes.

Enfoque experimental: Esta metodología se basa en la realización de experimentos y prácticas en el laboratorio. A través de la experimentación, los estudiantes pueden comprender mejor los conceptos teóricos de la física y desarrollar habilidades prácticas y técnicas. Además de habilidades para el trabajo en equipo y colaborativo, el liderazgo y la toma de decisiones.

Aprendizaje basado en proyectos: En este enfoque, los estudiantes trabajan en proyectos de investigación y diseño relacionados con la física. A través de este enfoque, los estudiantes pueden desarrollar habilidades de investigación, creatividad y trabajo en equipo.

Metodologías basadas en la tecnología: En la actualidad, existen muchas herramientas tecnológicas que se pueden utilizar en la enseñanza de la física, como simulaciones, videos, juegos y plataformas educativas en línea. Estas herramientas pueden ser muy efectivas para captar la atención y el interés de los estudiantes, y para facilitar la comprensión de conceptos complejos y abstractos.

B. Nuevas tecnologías en la enseñanza de física universitaria

En la actualidad, existen diversas tecnologías que pueden ser utilizadas en la enseñanza de la física universitaria. Algunas de estas tecnologías son:

Simulaciones: Las simulaciones permiten a los estudiantes experimentar situaciones de la vida real y observar cómo los fenómenos físicos se manifiestan en diferentes circunstancias [6], [10]. Por ejemplo, pueden simular la caída libre de un objeto, la propagación de una onda o el comportamiento de una partícula en un campo magnético. Las simulaciones son una herramienta muy efectiva para que los estudiantes comprendan conceptos complejos y abstractos de manera visual y práctica.

Realidad virtual: La realidad virtual permite a los estudiantes sumergirse en un ambiente virtual y realizar experimentos en un entorno seguro y controlado [11]. Por ejemplo, pueden realizar experimentos en un laboratorio virtual o simular el comportamiento de un sistema físico complejo en un entorno virtual. La realidad virtual es una tecnología muy efectiva para fomentar la creatividad y la exploración en los estudiantes.

Laboratorios remotos: Los laboratorios remotos permiten a los estudiantes realizar experimentos en línea y en tiempo real, utilizando equipos y herramientas ubicados en lugares remotos [12], [13]. De esta manera, los estudiantes pueden acceder a equipos de alta tecnología y realizar experimentos avanzados desde cualquier lugar y en cualquier momento. Los laboratorios remotos son una tecnología muy útil para que los estudiantes puedan experimentar situaciones reales sin tener que estar físicamente presentes en un laboratorio.

Plataformas educativas en línea: Las plataformas educativas en línea permiten a los estudiantes acceder a recursos educativos de alta calidad, como videos, tutoriales, ejercicios y pruebas en línea. Estas plataformas son muy útiles para que los estudiantes puedan acceder a la información y recursos necesarios para comprender y practicar los conceptos de la física de manera autónoma.

Aplicaciones móviles: Las aplicaciones móviles ofrecen a los estudiantes la oportunidad de experimentar situaciones de la vida real y realizar cálculos y experimentos en su teléfono móvil. Por ejemplo, pueden utilizar una aplicación para calcular la velocidad, la aceleración o la energía de un objeto. Las aplicaciones móviles son una herramienta muy práctica para que los estudiantes puedan aprender y practicar la física en cualquier momento y lugar.

C. Simulador

Para conocer cómo suceden las interacciones atómicas de una manera amena e interactiva se ha propuesto utilizar los simuladores PHET (Physics Education Technology) de la Universidad de Colorado Boulder. Estos simuladores están diseñados con el propósito de visualizar las interacciones atómicas como también poder interactuar con ellas, permitiéndoles a los estudiantes la selección de parámetros y poder observar al momento los efectos que se producen debido a los cambios introducidos en el sistema. Para acceder a estos simuladores, se utiliza el enlace <https://phet.colorado.edu/es/simulations/atomic-interactions>. Este método interactivo tiene la ventaja de permitirnos una versión de los simuladores en español. El resultado se visualiza en las Fig. 1 donde se observan todas las opciones de simulaciones disponibles en el área de física.



Fig. 1. Simulador de física con varias opciones, entre ellas la relacionada al átomo.
Fuente: [14].

III. METODOLOGÍA

En este trabajo se han dispuesto dos grupos de trabajo, uno de control con 24 estudiantes y otro experimental con 24 estudiantes también (fig.2). En el grupo de control se impartieron clases de física atómica nuclear de forma tradicional, esto quiere decir que el docente realizó la explicación de los contenidos con clases magistrales, mientras el estudiante debía tomar notas y apuntar. A este grupo se realizó una pre evaluación para conocer el estado inicial de los estudiantes, en relación al dominio del tema del núcleo atómico. Por otro lado, al grupo experimental se le aplicó un simulador de la Universidad de Colorado en Estados Unidos, que consiste en una herramienta interactiva donde el estudiante puede visualizar la interacción entre átomos. A este grupo también se le aplicó la misma prueba inicial exploratoria, para conocer las condiciones iniciales de los estudiantes.

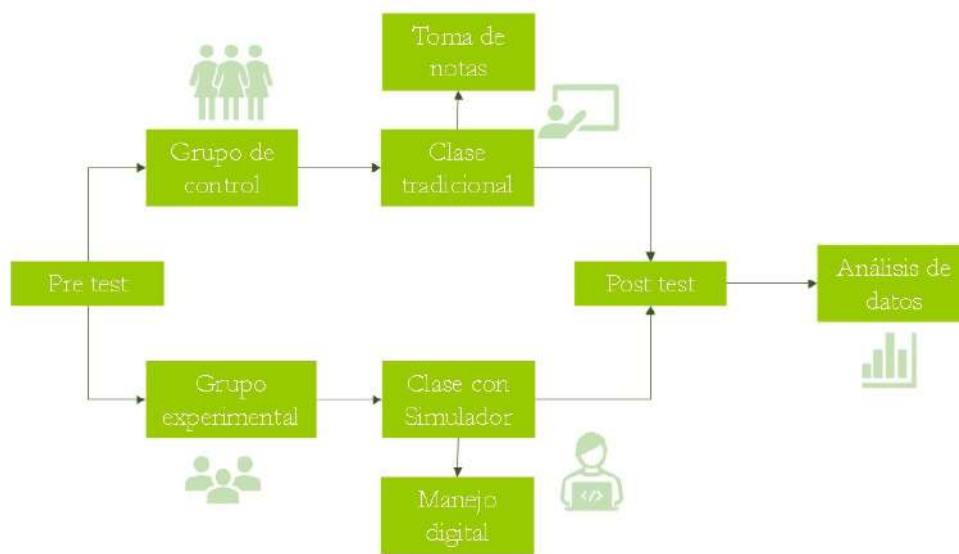


Fig. 2. Elementos metodológicos empleados.
Fuente: Propia.

Tomando en cuenta estos elementos, se dispusieron dos hipótesis fundamentales, para dirigir el proceso de investigación y poder reconocer la importancia de la inclusión de herramientas digitales en la formación en física.

En este sentido, las hipótesis fueron:

H0: Las herramientas digitales ayudan a mejorar el desempeño académico de los estudiantes de física, obteniendo calificaciones por encima de 9 puntos.

H1: Las herramientas digitales no ayudan a mejorar el desempeño académico de los estudiantes de física, no logrando obtener calificaciones por encima de 9 puntos.

A. Prueba de hipótesis

Se realizó la prueba de hipótesis considerando un nivel de confianza de 90%, con un nivel de significancia de 0.1, obteniendo los parámetros de la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros de la prueba de hipótesis.

Parámetros	Valor
miu	9
media	8.84
Desv. Estandar	0.84132132
n	24
Desv. Est. Tipificada	0.17173399
Z tipificada	-0.93167343

Fuente: Propia.

Puede observarse que la z tipificada cae dentro del intervalo, $[-1.64485363, +1.64485363]$ lo que confirma que se ACEPTA la hipótesis nula. De esta manera se confirma que las herramientas digitales son positivas para la enseñanza de la física y permiten que los estudiantes alcancen buenas calificaciones.

Además, se evaluó en los estudiantes la percepción que tienen en relación con el estilo metodológico empleado en las clases de física, para esto se consideraron 4 estilos fundamentales: clases tradicionales que aportan en gran medida con explicaciones teóricas, clases con simulador que enriquecen de forma clara los aspectos gráficos y uso de herramientas digitales, las clases con laboratorios que favorecen el manejo de equipos, la organización, trabajo colaborativo. Para esto se realizó una encuesta de solo cuatro preguntas, con el fin de conocer cuál de las estrategias metodológicas era la más idónea para ellos, con esto se desea saber cuán cómodos se sienten con las diferentes formas en que se puede impartir la materia de física. En este sentido, se concretó un cuestionario donde solo debían marcar una de las opciones, aquella que les resultara más cómoda para la comprensión de los conceptos y la retención de la información, de manera que ayude al aprendizaje significativo.

B. Simulador PHET

El propósito de esta simulación es comprender cómo se atraen o repelen los átomos según la naturaleza de estos. La introducción de parámetros de realiza en la misma página de la simulación. Dichos parámetros pueden variar de dos formas; la primera, seleccionando los átomos predefinidos como se observa en rojo en la Fig.3. En la misma figura se puede observar que hay parámetros de visualización bastante útiles para comprender las fuerzas que actúan sobre los átomos y en cuál dirección se mueven las fuerzas, resaltados en verde y naranja respectivamente. Además, en azul se puede regular la velocidad para ver con más detalle cómo suceden las fuerzas de atracción y repulsión; es decir, su desplazamiento.

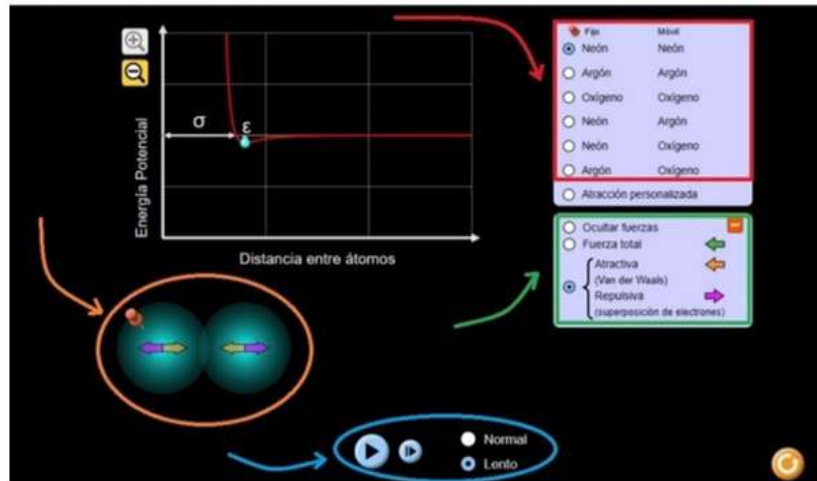


Fig. 3. Simulador con interacciones atómicas, selección de parámetros.
 Fuente: [14].

Si al hacer la selección, algo salió mal o hubo algún percance en la observación se puede reiniciar el simulador en el botón naranja con una flecha circular. También se puede personalizar la interacción de dos átomos, como se puede observar en la Fig.4. Allí se puede observar el visionado de dos átomos, con sus barras de ajustes para simular una mayor o menor atracción, y una mayor o menor distancia entre átomos.

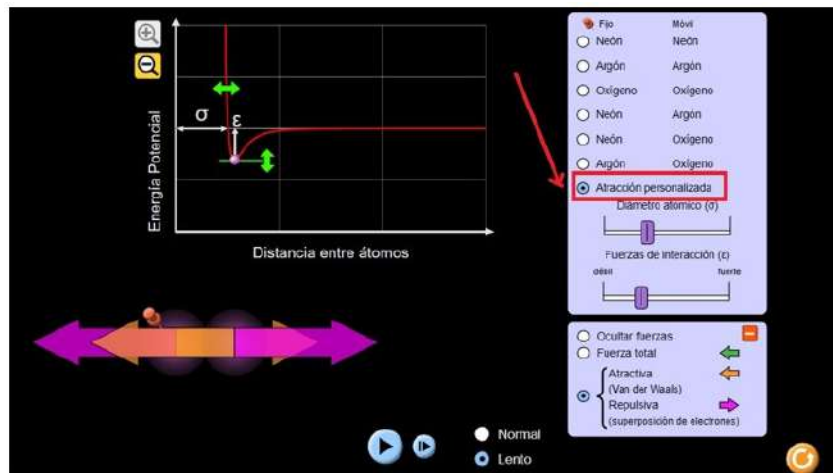


Fig. 4. Simulación personalizada de interacción entre dos átomos.
 Fuente: [14].

Los simuladores PHET son herramientas educativas interactivas y gratuitas diseñadas para enseñar y explorar conceptos científicos de una manera divertida y efectiva.

IV. RESULTADOS

Al haber culminado el experimento, se encontraron los siguientes resultados:

A. Grupo de control

Al realizar las pruebas diagnósticas al grupo de control, previa al experimento se obtuvieron los datos mostrados en la fig. 5, donde se puede observar que existe un conocimiento escaso en la temática en la mayor parte de los estudiantes.

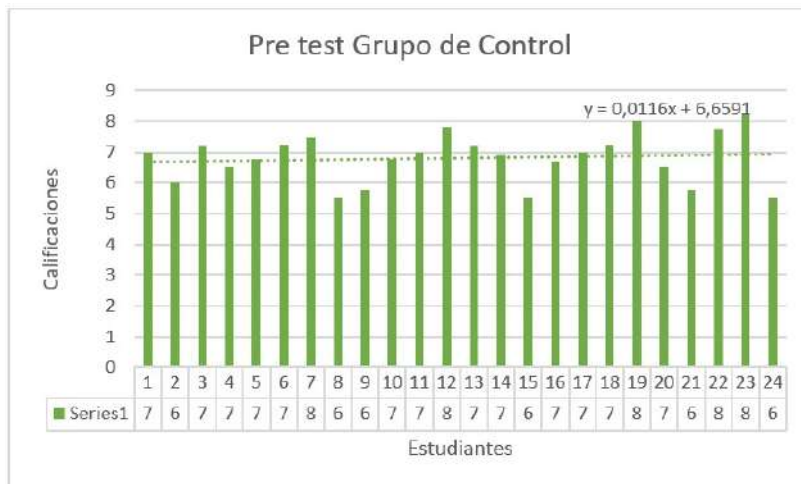


Fig. 5. Resultados de la evaluación del pre test realizado al grupo de control.
Fuente: Propia.

En la fig. 5 se observa que existe una línea de tendencia lineal con un promedio de 6,81 puntos, validado a partir de la ecuación $y=0.0116x+6.659$ que describe una tendencia lineal cercana a 7 puntos, sin alcanzar valores superiores en su mayoría.

Por otro lado, al considerar la evaluación al final del experimento para el grupo de control, se obtuvieron resultados muy significativos, que se distinguen de las calificaciones iniciales por 0,79 puntos, alcanzando los valores descritos en la figura 4, con un promedio de 7,59.

Los resultados del grupo de control apuntan a que los estudiantes lograron superar las posibles dificultades presentadas al inicio del experimento. Además, estos resultados muestran que las clases magistrales tienen su valor dentro del contexto educativo, sin embargo, pueden ser alternadas con otras estrategias metodológicas para mejorar de forma más significativa el aprendizaje y otros valores dentro del aula de clase.

A pesar de que las calificaciones obtenidas en la evaluación posterior al experimento son mayores que las de la preevaluación, no se alcanzan valores muy diferentes a las iniciales, la diferencia de promedios es tan solo de 0,79, lo que indica que es posible mejorar este resultado.

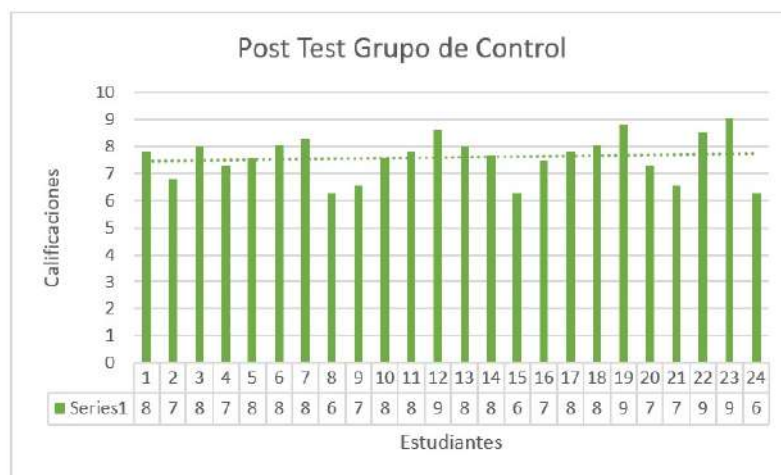


Fig. 6. Resultados obtenidos en la post evaluación del grupo de control.
Fuente: Propia.

B. Grupo experimental

El grupo experimental estuvo conformado por características similares al grupo de control, y por ende, también se le aplicó una prueba diagnóstica antes de aplicar el experimento. Los resultados se muestran en la fig. 7. Se observa que existe una tendencia cercana a 7 puntos, con ligeras excepciones que superan hasta 8 o 9 puntos, alcanzando una media de 6,72 puntos.

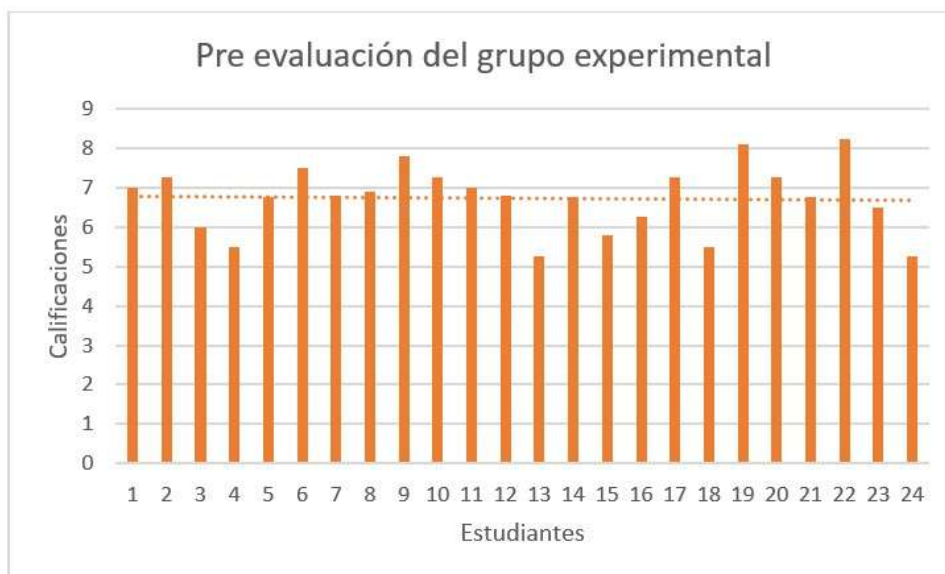


Fig. 7. Resultados del pre test del grupo experimental.
Fuente: Propia.

Por otro lado, se realizó el experimento considerando que los estudiantes debían interactuar con el simulador, y que debían explorar las herramientas relacionadas al átomo. El simulador les facilita la comprensión gráfica de las ideas, algo que resulta sumamente atractivo y más fácil de asimilar y recordar. De ahí que el simulador sea una buena oportunidad para la enseñanza en esta asignatura. En la figura 8 muestran los resultados de la prueba posterior al experimento.



Fig. 8. Resultados de la evaluación posterior al experimento con el uso del simulador.
Fuente: Propia.

Al evaluar la percepción de los estudiantes con relación a las diferentes posibles modalidades de clases, se observan los resultados en la fig. 9.



Fig. 9. Percepción de los estudiantes según la metodología de clase.
Fuente: Propia.

C. Discusión de resultados

Las clases tradicionales impartidas en el grupo de control permitieron alcanzar un nivel medio de calificaciones, lo que puede significar que los estudiantes lograron asimilar ciertos contenidos de forma efectiva, pero no lo suficiente para alcanzar una calificación mayor. Según Sánchez [1] las herramientas tecnológicas deben ser utilizadas oportuna y adecuadamente, con el fin de que sirvan de recurso académico y que aporten en la enseñanza.

Por otro lado, autores como Valdés et al [15] afirman que los simuladores PHET son un recurso valioso para la enseñanza de la física, y que permite la integración de conocimientos con imágenes y con juego, lo que ayuda al estudiante a comprender los conceptos y a visualizar el efecto del tema de estudio en el mundo real. Estos simuladores proporcionan un conjunto de contenido amplio que incluye ciencia, pero además tecnologías apropiadas para lograr la interacción humana con el computador.

Sin embargo, pese a todas las ventajas que proporcionan los simuladores, los laboratorios prácticos para interacción física con el contenido del tema y la interacción con elementos prácticos, son los más aceptados por los estudiantes, en principio porque este tipo de prácticas les permite hacer trabajo colaborativo, con integración de grupos y compañeros para debatir temas y organizar ideas y procesos, mientras que los simuladores solo son individuales, de interacción con las máquinas.

CONCLUSIONES

Se puede concluir mencionando que las estrategias empleadas a los estudiantes han favorecido a la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, logrando así el cumplimiento del objetivo de la presente investigación. Cabe mencionar que al diagnosticar la conciencia de los estudiantes de séptimo semestre que pertenecen al grupo de control y al grupo experimental en la carrera de ciencias experimentales de física y matemática, podemos decir que se encuentran en la misma condición porque se establece tanto el grupo experimental como el grupo de control.

Eran 28 estudiantes evaluados en la misma prueba. En general, se pudo determinar el impacto del uso de una guía interactiva. Esto se puede demostrar con los resultados obtenidos por el grupo experimental después de utilizar la guía antes mencionada. Esto se debe a que, al utilizar esta nueva aplicación en su proceso de aprendizaje en el aula, lograron un rendimiento académico diferente al modelo tradicional que tenía el grupo de control.

Luego, se continuó con la aplicación de estrategias interactivas basadas en diversos temas para lograr el objetivo específico de activar el proceso de enseñanza de contenidos en los estudiantes del grupo experimental. Para ello, se ha elaborado el contenido de la lección teniendo en cuenta su propósito general, que se basa en el estudio del comportamiento de la física atómica y nuclear donde la física nuclear se ocupa de diferentes problemas. El primero se ocupa de todas las partes del átomo, el segundo sólo del núcleo. Este último es especial por su complejidad.

En este contexto, la comprensión del docente como facilitador del proceso educativo desarrolla y elabora planes de competencias tendientes a comprender cómo surgen, se experimentan, cuestionan y confrontan los fenómenos físicos. Evolucionados para implementar de forma crítica y creativa, los estudiantes aprendieron a conocer, actuar y convivir mientras procesan la información y construyen su propio conocimiento de la unidad. Es importante destacar que las medidas implementadas fueron recibidas con gran interés por parte de los estudiantes y que se observaron cambios positivos en términos de participación, integración, transferencia de ideas y reflexión grupal.

REFERENCIAS

- [1] A. Y. Abril Sánchez, «Las TIC como recurso didáctico en el proceso de enseñanza aprendizaje de la escritura en preescolar del Colegio Campestre Divino Amor.,» 2022.
- [2] A. Belduma Ortega y M. Jara Castro, «BP: Una estrategia didáctica para la integración microcurricular de asignaturas y dominios culturales tradicionales entre indígenas de la costa ecuatoriana: El caso de la pesca artesanal,» Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Educación, 2022.
- [3] C. Berrio Tabares, B. Fontalvo Algarín y J. Mercado Navarro, «Desarrollo de la inteligencia emocional mediante el recurso educativo digital "Arte-tic" en los estudiantes de transición de la institución educativa Barrio Olaya Herrera de la ciudad de Medellín,» (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena), 2022.
- [4] COBO, «LA INNOVACION PENDIENTE REFLEXIONES (Y PROVOCACIONES) SOBRE EDUCACION, TECNOLOGIA Y CONOCIMIENTO.,» Sudamericana Uruguay S.A., n° 182. Obtenido de https://digital.fundacionceibal.edu.uy/jspui/bitstream/123456789/159/1/La_innovacion_pendiente, 2016.
- [5] Cabrera, «Aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (Tics) como herramienta para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en la materia de física para propedéutico de la EPN.,» 2018.
- [6] S. Castillo, «Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática.,» Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa, ., n° 11(2), 171-194, 2008.
- [7] R. Durán, J. Terán y G. Gutierrez, «Implementación de un experimento cualitativo para la enseñanza del efecto fotoeléctrico a estudiantes de educación, mención física y matemática.,» Latin-American Journal of Physics Education, n° 7., 2016.
- [8] S. Guajardo, G. Marco, J. Villasevil, J. Ángel y V. Rivacoba, «Utilización de nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la asignatura.,» 2018.
- [9] G. Isabel y O. Claudia, «Estrategias didácticas basadas en el uso de tic aplicadas en la asignatura de física en educación media,» Escenarios, ., vol. 10, n° 1, pp. 17-28, 2012.

- [10] N. A. Mamani Espejo, «Técnicas Didácticas, Basada en Simulacros de Acción, como estrategia, para optimizar competencias Profesionales en Educación Superior (CASO: CARRERA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN),» (Doctoral dissertation), 2022.
- [11] R. Molina, A. Romero y C. Vásquez, «Estrategias Pedagógicas para la Motivación Lectora a través de un Software de Lectura Interactiva.,» <https://www.redalyc.org/pdf/5610/561058716003.pdf>, 2019.
- [12] J. Rosales, «Estrategias didácticas.,» Universidad Nacional Autónoma de México., nº Recuperado de: http://dcb.fi-c.unam.mx/Eventos/Foro4/Memorias/Ponencia_17.pdf, 2007.
- [13] I. L. Santos, «Simulaciones Virtuales: Herramientas para la enseñanza de física,» Liber Factory., 2022.
- [14] PHET, «Simulador de física,» [En línea]. Available: <https://phet.colorado.edu/es/simulations/atomic-interactions>.
- [15] Y. Ponce Valdés, Y. Martínez Castro, L. Rodríguez Rivero y A. Garriga González, «Uso de las simulaciones interactivas PhET en la disciplina Física para Ingeniería Forestal.,» 2021.
- [16] F. Mejías Rodríguez, «Estrategias de mediación que potencien la habilidad de pensamiento crítico con el abordaje del tema la célula en estudiantes de las Olimpiadas Costarricense de Ciencias Biológicas 2020,» 2022.