

Efectos de la implementación de un laboratorio virtual de física en estudiantes de secundaria

Effects of the implementation of a virtual physics laboratory on high school students

✉ **Alberto Julio Flores Ticona**
floresalbertojulio@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0002-8881-7260>
Universidad Pública de El Alto, El Alto, Bolivia

<https://doi.org/10.61287/warisata.v6i16.11>

Recibido: 01 de agosto 2023 | Arbitrado: 06 de septiembre 2023 | Aceptado: 30 de octubre 2023 | Publicado: 03 de enero 2024

RESUMEN

Palabras clave:

Estudiantes; Laboratorio de física I; Software Tracker; Competencias

Este trabajo de investigación se realizó en la Escuela Marítima Universidad de la Armada Boliviana, con el propósito de analizar la implementación del laboratorio virtual de física I aplicando el Software Tracker, en estudiantes de ciencias básicas de ingeniería durante el periodo II/2021. La investigación se insertó en un paradigma positivista con un enfoque mixto: cuanti – cualitativo, con diseño de campo y revisión documental de tipo descriptivo correlacional. La población estuvo representada por 353 estudiantes de física y la muestra final quedó en 230. La técnica para la recolección de datos fue la encuesta (instrumento hoja de encuesta) y la observación de campo documental (instrumento guía de análisis). Se alcanzó el objetivo promoviendo en el laboratorio de física I el desarrollo de competencias y creatividad en base a la construcción y puesta en marcha de la experiencia, generando la grabación visual y medición con el Software Tracker, las mismas magnitudes físicas ejercitando que las mediciones dependen de la cantidad de equipos utilizado que induce la propagación de errores.

ABSTRACT

Keywords:

Students; physics laboratory I; Tracker software; Competencies

This research work was carried out at the Maritime School of the Bolivian Navy University, with the purpose of analyzing the implementation of the virtual physics laboratory I applying the Tracker Software, in students of basic engineering sciences during the period II/2021. The research was inserted in a positivist paradigm with a mixed approach: quantitative - qualitative, with field design and documentary review of a correlational descriptive type. The population was represented by 353 physics students and the final sample was 230. The technique for data collection was the survey (survey sheet instrument) and documentary field observation (analysis guide instrument). The objective was achieved by promoting in the physics laboratory I the development of skills and creativity based on the construction and implementation of the experience, generating visual recording and measurement with the Tracker Software, the same physical magnitudes exercising that the measurements depend on the amount of equipment used that induces error propagation.

INTRODUCCIÓN

La Escuela Marítima Universidad de la Armada Boliviana está en el proceso de adecuación al modelo curricular por competencias, considerando que sus contenidos curriculares en términos del proceso de enseñanza aprendizaje deben estar centrados en el estudiante como figura principal. Todas las acciones están destinadas a ofrecerle una formación de calidad que lo conduzca al logro de los aprendizajes. Se suma a ello el planteamiento de cómo mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes al implementar el programa Tracker, en la asignatura laboratorio de física I, bajo el modelo por competencias en ciencias básicas de Ingeniería. Donde los laboratorios virtuales son un espacio de trabajo concebido para la colaboración y la experimentación a distancia, con objeto de investigar, elaborar y difundir resultados mediante tecnologías de información y comunicación.

La jefatura de ciencias básicas fue creada para la evaluación común del ciclo de formación básica que comprenden los dos primeros semestres, busca uniformar los desempeños básicos de los estudiantes para iniciar su formación profesional en igualdad de condiciones. Entre las asignaturas contenidas en el ciclo de formación básica están contemplados los cursos física I, física II, laboratorio de física I y laboratorio de física II. Pero la evaluación se vio afectada, según Arias:

...cuando ocurrió la pandemia del COVID 19 durante la gestión 2020 desde el 15 de marzo, hubo una inactividad casi total por

parte de las universidades del país. Meses más tarde, según decreto del presidencial para continuar en actividad, se podía ir restableciendo las actividades cumpliendo con los parámetros de salubridad y de trabajo, lo cual trajo como consecuencia que a muchos profesores y estudiantes se les dificultara alinearse con las nuevas formas de trabajo y al parecer, no se podían adaptar fácilmente a la nueva realidad del proceso de aprendizaje y enseñanza... (Arias, 2020)

Se observó que el proceso desarrollado en las clases virtuales de la asignatura de laboratorio de física I era deficientes porque carecían de estrategias, métodos, técnica, procedimiento y medios para la enseñanza y aprendizaje virtual; provocando desmotivación, frustración, desaliento, abandono, deserción de los estudiantes y reclamo de los padres de familia, impotentes frente al hecho de que sus hijos no aprendan; sumado a una situación económica en devaluación y escases de fuentes de trabajo, lo que ocasionó que los recursos fueran limitados.

En el presente trabajo se desarrolló un modelo metodológico innovador de prácticas virtuales de laboratorio de física implementado en una plataforma, a modo de aula virtual, donde del uso del software de simulación Tracker como integración de tecnologías, proporcionó datos de los parámetros físicos, desplegando sus gráficas en la pantalla de un computador, que permitió comprobar la

validez de los resultados del comportamiento del fenómeno. La metodología se aplicó en el desarrollo de prácticas experimentales y como ejemplo se desarrolló el movimiento uniformemente variado, que contienen los reactivos de evaluación: reactivo verificador del fundamento teórico, reactivo formativo de verificación de destrezas en laboratorio y el reactivo formativo de interpretación de resultados y pertinencia de su empleo.

Las metodologías actuales de enseñanza exigen el uso de nuevas estrategias con el apoyo de la tecnología, la información y la comunicación. La adquisición y la aplicación de conocimientos es un tema que debe ser tratado con eficacia ya que el resultado será estudiantes con capacidades efectivas en el uso de las diferentes herramientas informáticas (Maurel et al. 2016)

El modelo metodológico innovador de prácticas de laboratorio de física implementado en un aula virtual, es un aporte al proceso de transformación digital de la enseñanza, el mismo que puede ser utilizado en niveles de enseñanza medio y superior. Lo que buscó el desarrollo de esta herramienta tecnológica fue aplicar la física conceptual en entornos prácticos de experimentación, contrastando los modelos teóricos con los experimentales, con la finalidad de contribuir a incrementar la vocación de los estudiantes por las carreras de ingeniería.

Ante la emergencia sanitaria a nivel global por el COVID-19, la Escuela Marítima viene desarrollando sus actividades académicas de grado y posgrado mediante la modalidad a distancia (virtual). Sin embargo, a la fecha no se pudieron desarrollar y adecuar los laboratorios

de física I, siendo necesario establecer una nueva metodología de enseñanza para el desarrollo de los mismos. Para este fin se requirió implementar y adecuar a la situación actual la modalidad virtual, para desarrollar su estructura propia, modificar y elaborar material didáctico.

De lo expuesto con antelación se desprende el objetivo general: Analizar el efecto significativo al implementar el laboratorio virtual de física I, en el desarrollo de las competencias aplicando el Programa Traker, en estudiantes de ciencias básicas de ingeniería de la Escuela Marítima Universidad de la Armada Boliviana, durante el periodo académico II/2021. Para lo cual se sustentó, principalmente, en base a los preceptos teóricos que se anuncian a continuación.

Laboratorio virtual de física

Según Pesa (2014) el laboratorio en Ingeniería:

Es un espacio de construcción de conocimientos y metodologías científicas donde se discute la relevancia de los trabajos a desarrollar, la problemática en que se insertan, la formulación de hipótesis y modelos, el diseño de experimentos, el análisis e interpretación de datos y resultados y la elaboración crítica de síntesis y conclusiones. Todos estos aspectos son fundamentales para formar un ingeniero capaz de generar nuevas tecnologías y/o adaptar las existentes a diferentes contextos (p. 645)

Dentro de los problemas frecuentes se encuentran las limitaciones de los laboratorios como medios para construir conocimientos y metodologías científicas en ingeniería. Maurel (2016) desde la tecnología educativa afirma que:

Debido a diferentes razones, entre las que se encuentra la insuficiencia de presupuesto y/o de infraestructura disponible para la gran cantidad de alumnos en los primeros años, los laboratorios físicos no siempre están disponibles, lo cual impone fuertes restricciones en el proceso de enseñanza y aprendizaje (p. 1)

Generalmente en las Universidades el presupuesto e infraestructura limitan el uso de laboratorios más en primer año por la cantidad de estudiantes. También Maurel (2016) afirma que “Afortunadamente, las nuevas tecnologías basadas en Internet, la virtualización y la mejora tecnológica en servidores, pueden ser utilizadas para suplir la carencia de laboratorios y además enriquecer el desarrollo de prácticas en espacios y entornos virtuales con características innovadoras” (p. 1) Luego para suplir la falta y mejorar los laboratorios de física se cuenta con el desarrollo de hardware y software para construir laboratorios virtuales.

En el área de Ingeniería se espera que más alumnos realicen experiencias aun cuando alumnos y laboratorios no coincidan en el espacio y tiempo: “El estudiante podrá acceder a una mayor cantidad de prácticas, pudiendo experimentar sin riesgo alguno, flexibilizando los horarios de dichas actividades y evitando

el solapamiento con otras asignaturas” (p. 2) “En términos generales un laboratorio virtual es una actividad informática donde los estudiantes interactúan con muestras, aparatos y datos empíricos mediante una interfaz computacional. En ellos se permite la libre experimentación con distintas variables a requerimientos computacionales que pueden ser de bajo costo” (Hatherly, 2016, p.1) Entonces los estudiantes pueden aproximarse a través las TICs para interactuar con modelos físicos y experimentar mediante un computador de bajo costo.

Para Gerena (2020) que cita a (Budhu, 2001) sobre “la importancia del desarrollo de ensayos de laboratorio para y por los estudiantes de ingeniería; debido a las limitaciones de tiempo, espacio y por supuesto, de recursos económicos, la mayoría de los ensayos acerca de un fenómeno físico, en el mejor de los casos llega a realizarse en tan solo una ocasión” (p. 9) También Gerena, cita a Sutter, 2010 “La implementación de laboratorios virtuales hace posible que los estudiantes adquieran sensibilidad ante el cambio de una u otra cantidad física en determinados procesos físicos” (p. 9)

Del análisis anterior se infiere que no hay una definición única por la innovación del laboratorio virtual, como se describe a continuación: Para Infante (2014) el laboratorio virtual ha sido definido de varias formas, entre ellas presenta la aproximación de la Reunión de Expertos sobre Laboratorios Virtuales, reunida por la UNESCO (2000) “un espacio electrónico de trabajo es concebido para la colaboración y la experimentación a distancia con objeto de investigar o realizar otras actividades

y elaborar y difundir resultados mediante tecnologías de información y comunicación” (p. 918).

Las Tics, la física y el programa Traker

Para Vega et al. (2016) en el proceso educativo la implementación de modelos y estrategias de enseñanza didácticas son fundamentales e indican:

Los avances tecnológicos, a cada momento, se incorporan con mayor fuerza en los diferentes aspectos de la sociedad, siendo la educación un campo privilegiado. La evolución educativa se ha ido expresando desde un modelo tradicional hasta un modelo constructivista, que unido a las Tecnologías de Información y la Comunicación, TIC, conllevan transformaciones en procesos motivacionales, sociales y conductuales asociados (p. 98)

El docente debe ser creativo usando las herramientas de las tics si desea que el estudiante construya un conocimiento significativo, más allá de un conocimiento memorístico para alcanzar los objetivos pedagógicos. Sin embargo el uso de las tics no garantizan mejores resultados y al respecto indica Vega (2016) que cita a Cataldi, Donnamaria & Lage (2009,p.81) que se hace indispensable un proceso sistemático e intencional donde “la integración curricular de tics se define como un ámbito de estudio para la educación de la competencia comunicativa,

superadora de la visión meramente tecnológica e instrumental” (p. 99) Entonces una propuesta metodológica debe convertirse en un proceso y responsabilidad institucional en vez de una iniciativa aislada individual.

Gañan (2020) asevera que “Actualmente es posible hablar de una alfabetización digital, desde el punto de vista nacional, ya que son muchas las instituciones que implementan lo que la UNESCO a partir del año 2012 denominó como recursos educativos abiertos” (p. 148) Los formatos digitales gratuitos y abiertos a educadores, estudiantes autodidactas para la organización:

Permiten llevar a cabo transformaciones significativas mediante una correcta integración didáctica entre la enseñanza y la utilidad de dichos recursos... Es allí donde la tecnología mediante los REA (Recursos Educativos Abiertos) forma una correcta didáctica y una perfecta conjunción que imprime en el estudiante un desarrollo académico novedoso por su constante inmersión en las herramientas tecnológicas con las que cotidianamente interactúa (p. 148)

Por tanto, la propuesta metodológica y el desarrollo de actividades didácticas mediadas por el software, en este caso la herramienta Tracker y la guía de laboratorio de física I, son fundamentales para facilitar un entorno práctico en el estudiante. Salinas (2017) en la

propuesta de laboratorio de física I afirma:

La física es una ciencia experimental, siendo la misma una base para que el estudiante desarrolle habilidades y destrezas en la obtención, análisis de magnitudes físicas y la verificación experimental de sus leyes, así como el aprendizaje del manejo de instrumentos y equipos de laboratorio de física (p. 1)

La propuesta metodológica de las prácticas experimentales como técnicas concretas contiene: tema, objetivos, fundamento teórico, equipos y materiales, procedimiento experimental, cálculos y gráficos, cuestionario y tablas de datos. Para la propuesta metodológica del laboratorio virtual de física I, se relaciona la guía de laboratorio física I y el uso del software de licencia libre Tracker desarrollado por el físico de la Universidad de Cabrillo, E.U., Douglas Brown. Al respecto Flores, et al. (2021) conceptúan: "Este software permite por medio de videos previamente grabados, analizar fenómenos de movimiento en una y dos dimensiones, que son los tópicos recurrentes de los cursos introductorios de teoría y laboratorio de física I (mecánica) en diversas universidades" (p. 85) Por tanto, Tracker es un software que permite analizar, medir, graficar variables de fenómenos físicos previamente grabados. Según Dolores, et al. (2016) consideran el software:

Tracker como su nombre lo indica es un software que permite rastrear la posición de un objeto a través de un

video por medio del reconocimiento de un grupo específico de píxeles, en este sentido bastará con grabar con el teléfono celular u otro dispositivo de captura de video, un objeto en caída libre; de otro modo, se puede utilizar un video que ya se tenga previamente o que se pueda encontrar en internet. Para este análisis conceptos como sistema de referencia, distancia y partícula son indispensables (p. 130)

Tracker se utilizó para describir capturas de video de objetos en movimiento midiendo las variables físicas de velocidad, desplazamiento.

Propuesta pedagógica

Conceptos que previamente se deben considerar:

La competencia a desarrollar: la noción de competencia, referida inicialmente al contexto laboral, ha enriquecido su significado en el campo educativo en donde es entendida como saber conocer, saber hacer, saber ser.

Los criterios de desempeño: son las normas o estándares de evaluación que identifican o determinan la calidad que debe mostrar el estudiante que ha logrado una competencia u objetivo de aprendizaje.

Un reactivo: es una pregunta a contestar, afirmación a valorar, problema a resolver, características a cubrir o acción a realizar, están siempre contenidos en un instrumento de evaluación específico, tienen la intención de provocar o identificar la manifestación de algún comportamiento, respuesta o cualidad.

Competencia a desarrollar: resuelve problemas básicos relacionados a la estática, dinámica cinemática de la partícula, trabajo, energía potencia cantidad de movimiento e impulso, dinámica del cuerpo rígido, propiedades elásticas de los materiales al movimiento armónico simple y la Ley de gravitación universal; explicando fenómenos físicos de la mecánica del medio discreto.

Unidad de aprendizaje: cinemática de la partícula.

Criterio de desempeño: describe las características del movimiento de una partícula; determinando los parámetros lineales del movimiento; empleando los conceptos del movimiento rectilíneo uniforme, movimiento rectilíneo uniformemente variado, movimiento parabólico y movimiento circular.

Laboratorio virtual: movimiento rectilíneo uniforme.

Habilidades y procedimientos: mediciones en laboratorio, medidas experimentales en laboratorio y procedimientos de acuerdo a la guía de laboratorio.

Conocimientos: medidas y errores, propagación de errores y cinemática de la partícula.

Actitudes del estudiante: honestidad en la presentación de trabajos e informes.

Reactivos formativos de aplicación práctica y/o experimental.

Reactivo de laboratorio: experimento de movimiento rectilíneo uniforme .

Acciones del estudiante: toma y presenta medidas experimentales en laboratorio y presenta el informe respectivo.

Actitudes del estudiante: criterio lógico en

la formulación y resolución de problemas.

Reactivo evaluativo final del criterio de desempeño: determina las magnitudes físicas de la cinemática.

Criterio de certificación de aprobación: demuestra la capacidad de medir magnitudes físicas de la cinemática con el uso de instrumentos de laboratorio virtual de física. El procedimiento de enseñanza aprendizaje y evaluación se repetirá para cada laboratorio virtual de física planteado.

MÉTODO

La investigación se insertó en un paradigma positivista con un enfoque mixto: cuanti – cualitativo, con diseño de campo y revisión documental de tipo descriptivo correlacional. La población estuvo representada por 353 estudiantes de física y la muestra final quedó en 230. La técnica para la recolección de datos fue la encuesta (instrumento hoja de encuesta) y la observación de campo documental (instrumento guía de análisis)

Los ítems escogidos en la encuesta realizada a los estudiantes fueron validados por un grupo de profesores experimentados. Los contenidos fueron valorados por la muestra en base a dos criterios: la importancia que se debería dar a cada uno de ellos, y la que se les está dando actualmente. La escala valorativa Likert oscila de 1 a 5, correspondiente el 1 a “siempre” y el 5 a “nunca” el cual fue adoptado a juicio del autor, en un sentido negativo.

Respecto a la validación del material audiovisual y el uso del programa Tracker se triángulo con la experiencia real, por el alcance de la investigación y datos técnicos reales a

nivel mundial como es el de la gravedad, para el ejemplo específico de movimiento en el plano

El proceso de enseñanza aprendizaje por competencias del laboratorio de física está centrado en el desarrollo de las competencias mediante los criterios de desempeño del Reactivo verificador del fundamento teórico, Reactivo formativo de verificación del desarrollo de destrezas en laboratorio y el Reactivo de interpretación de resultados y pertinencia de su empleo. Es decir, la estrategia considera:

Planificar, ejecutar, y evaluar los aspectos que a continuación se puntualizan:

- Planificar (Reactivo verificador del fundamento teórico)
 - Plantear los objetivos solicitados
 - El tiempo que disponen para realizar la experiencia
 - Los recursos que disponen
 - El cómo procesó la información
 - De dónde y cómo obtendrán la información solicitada
 - La extensión del trabajo a presentar

Ejecutar (Reactivo formativo de verificación del desarrollo de destrezas en laboratorio)
Ejecución de acuerdo con el plan

Evaluar (Reactivo formativo de interpretación de resultados y pertinencia de su empleo).

Valorar si los resultados que obtuvieron en laboratorio cumplieron la etapa de

planificación y con los objetivos planteados.

RESULTADOS

Desarrollo práctico

Diagnóstico de las clases laboratorio virtual de la asignatura de Física

A continuación, se exponen la recolección de datos y se presentan los resultados de la investigación, al aplicar el instrumento de la encuesta. Los resultados obtenidos de las diferentes carreras, revelan que los tres objetivos que se cumplieron limitadamente están contenidos en los siguientes ítems:

1. ¿Recibiste entrenamiento en el uso de instrumentos de medida del laboratorio de física, llevada virtualmente? En promedio afirmaron que recibieron entrenamiento en el uso de instrumentos ($\bar{x}=3,03$) representando 273 entorno al promedio (39,6%) de 697 respuestas.
2. ¿El laboratorio de física, Llevado virtualmente, permitió familiarizarte con los equipos de laboratorio? Respondieron que ligeramente en promedio se familiarizaron con los equipos de laboratorio ($\bar{x}=3,10$) representando 237 respuesta entorno al promedio (34,3%) de 714 respuestas y finalmente.
3. ¿El laboratorio de física, Llevado virtualmente, permitió desarrollo de destrezas en el manejo de aparatos? También los estudiantes afirmaron que pobremente desarrollaron destrezas en el manejo de aparatos ($\bar{x}=3,07$) representada con 219 respuestas entorno del promedio (31,07%) de 703 respuestas.

Del análisis de la Escala de Likert en general se tiene un promedio de las preguntas respondidas ($\bar{x} = 52,7$) confirmando que no fue suficiente para alcanzar los objetivos planteados. Es decir, desde la perspectiva de los estudiantes fue deficiente y prácticamente fue escaso el cumplimiento de los objetivos del laboratorio de física

Implementación metodológica para el desarrollo experimental del laboratorio virtual de física I con el programa Tracker.

En referencia a la guía de laboratorio de Álvarez, et al. (1999) Las primeras correspondieron a 43 pruebas que salieron en la parte experimental del pretest con la respectiva regularidad, pero se descartaron debido a que cuando se revisó las filmaciones e interpretarlas con el programa Tracker, esta no distingue la masa de hierro de $m = 31,78$ g y diámetro de $d = 2$ cm, usada para el movimiento en el plano, luego no pudo medir magnitudes físicas asociadas, por lo tanto no existe un medio para comprobar el post test y comparación que permita llevar el análisis correspondiente.

La solución fue implementar un cuerpo de mayores dimensiones geométricas cuya masa $m = 90$ g pero de material de vidrio con diámetro $d = 4,1$ cm con la que se generó la prueba pre test y post test, el cual fue reconocido por el programa Tracker. En el pre test se realizaron 97 pruebas y en el post test 60 capturas de video de las cuales se eligió solamente una por las condiciones de la experiencia.

Respecto de la gravedad indicaron “dónde el valor de g varía según la distancia al centro

de la tierra. Por ejemplo, si deseamos calcular pesos en la ciudad de La Paz, deberíamos emplear $9,775$ m/s² como valor de la gravedad, y no $9,81$ m/s² que es el valor al nivel del mar” (Alvarez, et al. 1999, p. 17)

Luego como patrón de comparación se adoptó $g = 9.775$ m/s²

Práctica 1 “Movimiento en el Plano”

Objetivo:

Estudiar del movimiento del movimiento parabólico

Objetivos específicos.

Determinar y validar la ecuación experimental del movimiento parabólico.

Cálculos y Gráficos

Se obtuvieron los siguientes datos de la implementación del experimento: Tabla de datos

Figura 1. Impactos sobre el piso (sin tablero):



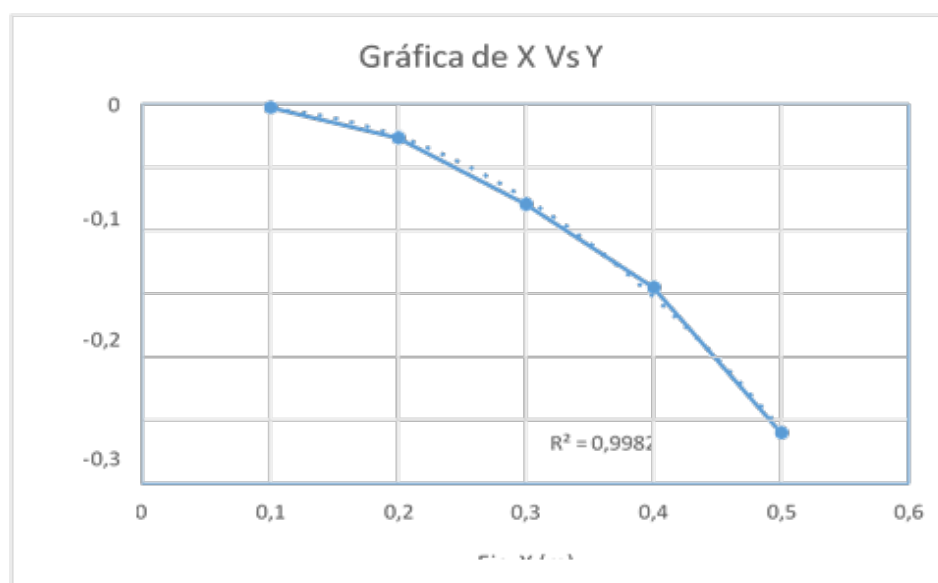
Altura de la rampa	h	75,1 cm
Altura total de caída	H	77,1 cm
Radio de la esfera	R	2,05 cm

Impactos sobre el tablero, donde se consideró el promedio en el eje “Y”

X (m)	Y(m)
0,5	-0,52
0,4	-0,29
0,3	-0,158
0,2	-0,053
0,1	-0,05

Cuya gráfica y ecuación asociada son las siguientes:

Figura 2. X vs. Y



$$y = -2,7929 x^2 + 0,4087 x - 0,0206$$

Luego $\frac{dy}{dx} = -5,5858x + 0,4087$

Entonces se tuvo que la gravedad “g” es igual:

$$g^* \times \frac{1}{v} \quad 2 = 5,5858$$

$$Vx = 1,159 \text{ (m/s)}$$

$$= 7,503 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

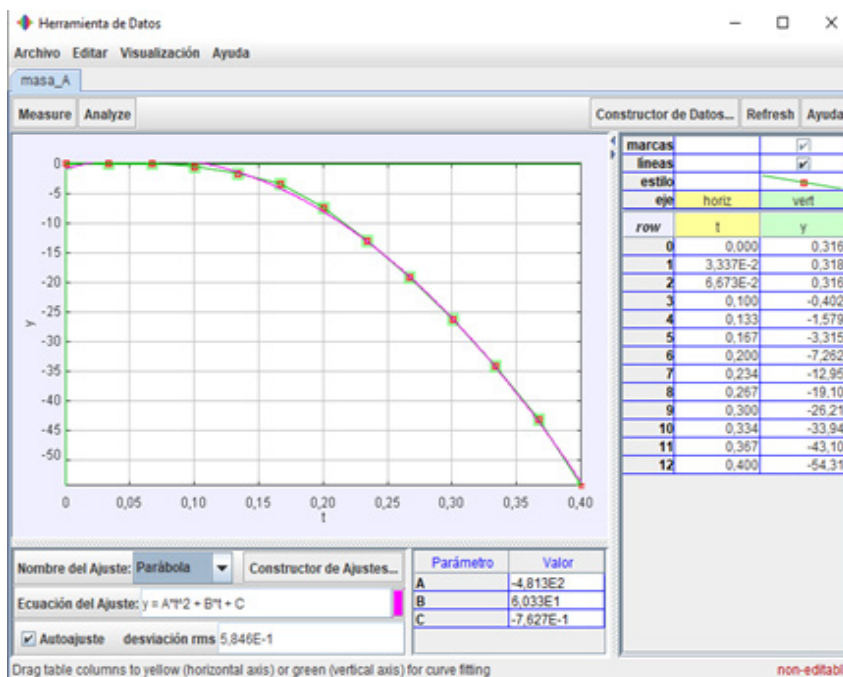
Respecto a los valores determinados a partir de la implementación del Software Tracker, se obtuvo:

Figura 3. Implementación del Software Tracker



Luego:

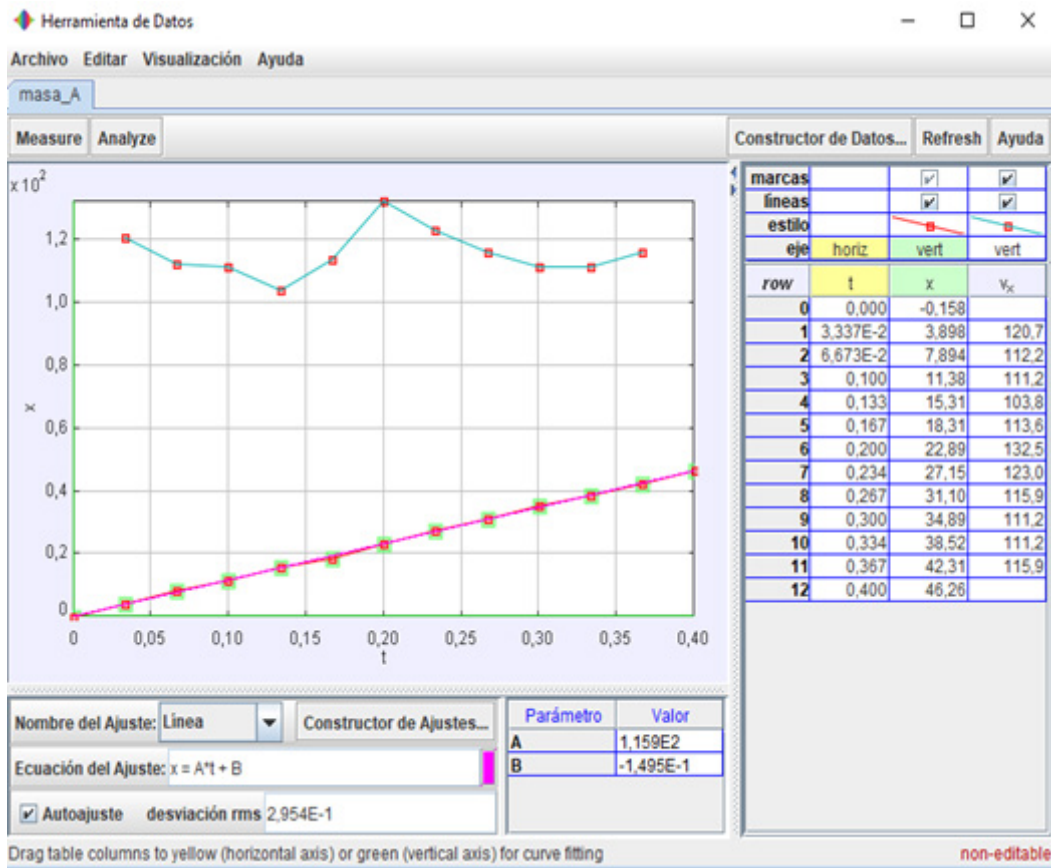
Figura 4. Trayectoria



Donde la ecuación de la trayectoria:
 $y = -4,813 * 10^2 t + 6,033 * 10 t - 7,62 * 10^{-1}$
 $\frac{dy}{dt} = 9,626 * 10^2 t + 6,033$

Luego la gravedad
 $g=9,626 (m/s^2)$
 $E_p= 1,524\%$
 Para la velocidad V_x

Figura 5. Velocidad



$x = 1,159 * 10^2 * t - 1,49 * 10^{-1} (m)$ Entonces: m
 $V_x = 1,159 ()$ —

Competencias desarrolladas

Construcción del equipo de movimiento en el plano:

En la etapa de construcción del equipo de movimiento en el plano, la cual no estaba considerada inicialmente, esta se consideró porque en la etapa de postest el software Tracker no reconoció los elementos iniciales

del mismo, luego fue la razón principal para construir un carril que permita el desplazamiento de una partícula más grande en geometría y masa (esfera de cristal) el cual realizadas las pruebas cumplió con las expectativas del pretest y postest. También los estudiantes en esta etapa se interiorizaron de aspectos constructivos y aplicaron ideas creativas, lo cual mejoró sus competencias

del saber conocer, conocimiento de manejo de instrumentos y errores, saber hacer, construcción de la rampa, saber ser, trabajo

en equipo colaborativo, alto sentido de la responsabilidad, sentido creativo dando respuesta a problemas que se plantearon de manera inmediata.

Pretest

Tabla 1. Criterios de desempeño evaluados en el Pretest (laboratorio presencial)

Pretest (laboratorio presencial). Criterios de desempeño	
Reactivo verificador del fundamento teórico	Cumple
Movimiento en el Plano	
Objetivo	
General: Estudio del movimiento en el plano	√
Específico: Determinar y validar la ecuación experimental	√
Fundamento teórico	
Ecuación de Movimiento Uniforme eje x	√
Ecuación de Movimiento Uniformemente variado eje y	√
Ecuación de la trayectoria $y=f(x)$	√
Validación con $g= 9,775$ (m/s ²)	√
Reactivo formativo de verificación del desarrollo de destrezas en laboratorio	
Pedido de materiales	√
Proceso de montaje	√
Procedimiento experimental	√
Trabajo colaborativo	√
Reactivo formativo de interpretación de resultados y pertinencia de su empleo	
Tabla de datos	√
Determinación de la ecuación $y = f(x)$	√
Cálculo de "g"	√
Conclusiones y recomendaciones	√
Informe respectivo bajo normas de laboratorio	√

Fuente: Elaboración propia.

Postest

Criterios de desempeño evaluados en el Postest (laboratorio virtual)

Postest (laboratorio virtual) CRITERIOS DE DESEMPEÑO	
REACTIVO VERIFICADOR DEL FUNDAMENTO TEÓRICO	Cumple
Movimiento en el Plano	
Objetivo	
General: Estudio del movimiento en el plano	√
Específico: Determinar y validar la ecuación experimental	√
Fundamento teórico	
Ecuación de Movimiento Uniforme eje x	√
Ecuación de Movimiento Uniformemente variado eje y	√
Ecuación de la trayectoria $y=f(x)$	√
Validación con $g= 9,775$ (m/s ²)	√

Postest (laboratorio virtual) CRITERIOS DE DESEMPEÑO	
REACTIVO VERIFICADOR DEL FUNDAMENTO TEÓRICO	Cumple
Movimiento en el Plano	
Reactivo formativo de verificación del desarrollo de destrezas en laboratorio	
Recibir la filmación del experimento	√
Configurar el software Tracker	√
Simulación practica en el entorno Tracker	
Determinación las unidades en la que medirá las magnitudes físicas	√
Determinación de datos, gráficas para el análisis de resultados	√
Reactivo formativo de interpretación de resultados y pertinencia de su empleo	
Tabla de datos	√
Determinación de la ecuación $y = f(x)$	
Cálculo de "g"	
Conclusiones y recomendaciones	
Informe respectivo bajo normas de laboratorio	

Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Uno de los principales objetivos de las aulas virtuales es proveer simulaciones, herramientas, aplicaciones y requerimientos de experimentos reales necesarios para la correcta implementación, las cuales se dará en un espacio eficiente donde la experimentación, comunicación y colaboración se usan para el intercambio de aprendizaje enriquecedor.

A continuación se realiza un estudio de la estructura funcional de algunas herramientas tecnológicas tanto en instituciones de educación media y educación superior.

Numerosas son las estrategias metodológicas aplicadas a la enseñanza de física. Los laboratorios virtuales son herramientas didácticas a los que han recurrido diversas instituciones educativas del país y del mundo, con la finalidad de contribuir con el proceso de enseñanza – aprendizaje de la física.

La Universidad de Heidelberg en Alemania, desarrolló un laboratorio virtual llamado Physics Modeling Environment (PME) donde la principal motivación fue crear un ambiente modelador de física, en la que los estudiantes se encontraban capacitados para adaptar el software a sus necesidades. El objetivo principal fue lograr un fácil entendimiento del kit de simulación de la materia física. Así también argumentaron que los experimentos reales de física son usualmente más populares y aceptados ya que brindan al estudiante la oportunidad de tener ejemplos virtuales interactivos con la posibilidad de investigar situaciones no previstas por los maestros (Heermann, et al.2000).

Ashby (2008) enfatizó: “El trabajo de laboratorio es una parte vital de la educación en ingeniería. Los experimentos de laboratorio contribuyen a la motivación de los estudiantes para aprender y fortalecer su comprensión de

lo abstracto de conceptos y teorías enseñados en el marco de referencia” (p. 7)

En ingeniería los procesos de enseñanza aprendizaje deben ir asociados de prácticas de laboratorio virtuales adecuados a la formación de los estudiantes por lo que al respecto Velosa (2020) conceptuó:

El avance tecnológico de los últimos años hace posible pensar que nuevas metodologías de formación pueden aprovechar el uso de los diferentes tipos de laboratorios para realizar prácticas de manufactura. Sin embargo, la selección de un tipo de laboratorio estará determinada por las características y las posibilidades que brinda a los actores involucrados en su uso (p. 56)

Para Lorandi et al. (2011) el laboratorio ha sido siempre una característica distintiva de la enseñanza de las ciencias experimentales, al respecto menciona “Posiblemente una de las principales ventajas que ofrece un laboratorio es su interactividad, al permitir que el estudiante tenga contacto con una planta real. Al poder observar lo que sucede en sus experimentos, el alumno desarrolla habilidades cognitivas” (p. 25) Luego el estudiante amplía sus conocimientos al estar contacto con el experimento.

Asimismo, el autor manifiesta:

“... las prácticas necesitan una supervisión y puesta a punto por parte de los profesores o los encargados de los laboratorios, por lo que limita de manera natural el número de estudiantes que pueden ser atendidos, llegando muchas veces a ser subutilizados, además de que obliga a la presencia física del alumno” (p. 25)

Por consiguiente, en prácticas presenciales mínimo se requiere un docente, un encargado de laboratorio, activos fijos y obligando al estudiante y docente estar presente.

Velosa (2020) de otro lado expresó: “Con la incorporación de las TICs y la relación usuario-equipo se han desarrollado otras modalidades de laboratorio basado en la ubicación del equipo y su materialización o plataforma” (p. 56) Velosa, que citando a Abdulwahed (2010) “Inicialmente se presentaron además de los Hans-On y los laboratorios remotos LR, los laboratorios Virtuales LR. Sin embargo, esta última categoría se presenta en una nueva modalidad emergente en la que se incorpora la Red, siendo así, los laboratorios virtuales” (p. 56) Laboratorios Virtual Local LVL, Laboratorios Virtuales en la Nube LVN.

CONCLUSIONES

Se aplicó la metodología de la investigación para mejorar las clases virtuales de la asignatura de laboratorio de física I, bajo el modelo por competencias dependiente de ciencias básicas de la Escuela Marítima Universidad de la Armada Boliviana. Se desarrolló en base a los

datos del periodo académico II/2021, en el que fue neurálgico la exigencia de cambios en el desarrollo de la forma de medir magnitudes físicas de forma virtual para el desarrollo de los laboratorios de física I y que mejoró porque los estudiantes lograron medir virtualmente magnitudes física de los experimentos y elevar los respectivos informes de laboratorio.

Se identificó el problema en cuestión mediante el estudio de los antecedentes para plantear el problema desde las causas que la producen, hasta las consecuencias que generaron un alcance de la investigación descriptiva, determinando la idea de la defensa sustentada y propuesta en el objetivo, lo que justificó la investigación.

La aplicación de las herramientas digitales como el software Tracker mejoraron el aprendizaje en el laboratorio virtual de física, permitiendo la participación colaborativa de los estudiantes, fortaleciendo el aprendizaje autónomo y son de fácil acceso al requerir simplemente de internet, afianzando que el uso de las TICs apoya el proceso de enseñanza aprendizaje.

La metodología implementada indudablemente incorporó herramientas de hardware y software que son habituales para los estudiantes del primer y segundo semestre de la ESMA-UAB, explícitamente para su formación. Ello les permitió obtener las diferentes relaciones cinemáticas funcionales del desplazamiento, velocidad, tiempo y aceleración de la partícula en cuestión mediante la interfaz gráfica.

Se apreció que existen muchos aspectos que investigar en el campo de las TICs, para ser aplicados a las diferentes asignaturas y

mejorar el potencial de aprendizaje de los estudiantes de Ciencias Básicas.

REFERENCIAS

- Alvarez, A., & Huayta, E. (1999). Experimentos de Física I. La Paz
- Arias, J. (2020). Proyecto de Tesis Guía para la elaboración. Arequipa: Autor-editor
- Ashby, J. (2008). The Effectiveness of Collaborative Technologies In Remote Lab Delivery Systems. ASSE/IEEE Frontiers in Education Conference (págs. 7-12). NY: 978-1-4244-1970-8/08/\$25.00 2008 IEEE
- Dolores, C., & Rivera, M. (2016). Una experiencia didáctica con incidencia en la interpretación de gráficas cinemáticas. SUMA: Revista de la Escuela de Ciencias del Educación, 129-154
- Flores, E., Torrez, A., Campos, M., & Morales, L. (2021). La construcción científica del conocimiento de los estudiantes a partir de las gráficas con Tracker. Universidad y Sociedad, Revista Científica de la Universidad Cienfuegos, 83-88
- Gañan, D. (2020). Diseño de un laboratorio virtual para la enseñanza y aprendizaje de la cinemática mediante el uso del Software GeoGebra. Números, Revista de Didáctica de las Matemáticas, 147-169
- Gerena, J. (2020). Desarrollo de un laboratorio virtual de geotecnia enfocado en el ensayo de compresión triaxial modalidad compresión axial. Colombia: Universidad Nacional de Colombia
- Hatherly, P. (2016). The Virtual Laboratory and Interactive Screen Experiments. Connecting Research in Physics Education with Teacher Education, 1-7. Disponible en: <https://ejournal.uin-suka.ac.id/tarbiyah/impulse/article/view/11-05>
- Heermann & Fuhrmann (2000). Teaching physics in the virtual university: the

- mechanics toolkit Author links open overlay panelDieter W. Heermann, Thomas T. Fuhrmann. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0010-4655\(00\)00033-3](https://doi.org/10.1016/S0010-4655(00)00033-3)
- Infante, C. (2014) Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 917-938
- Lorandi, A., Hermida, G., Hernández, J., & Ladrón de Guevara, E. (2011). Los Laboratorios Virtuales y los Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Ingeniería. *Revista Internacional de Educación en Ingeniería*, 24-30
- Maurel, M. d. (2016). Física: un espacio virtual de experimentación. *SIGNOS EAD*, 1-18.
- Pesa, M. (2014). Las actividades de laboratorio en la formación de ingenieros: propuesta para el aprendizaje de los fenómenos de conducción eléctrica. *Cuaderno Brasileiro de Ensino de Física*, 642-665
- Salinas, I. (2017). *Física I Laboratorio*. La Paz
- Unesco. (2000). Informe de la reunión de expertos sobre laboratorios virtuales. Paris: IITAP. UPEA - CEFORPI. (2020). Monografía. El Alto
- Vega, O. Londoño, S., & Toro, S. (2016). Laboratorios virtuales para la enseñanza de las ciencias. *Revista informática Universidad de Manizales*, 97-110
- Velosa, J. (2020). *Diseño de laboratorios híbridos para la enseñanza de ingeniería de manufactura*. Bogota: Universidad EAN.