



El laboratorio virtual en el aprendizaje procedimental de la asignatura de Física

The virtual laboratory in the procedural learning of the Physics subject

O laboratório virtual na aprendizagem procedimental da disciplina de Física

Carmen Edith Donoso-León^I
edonoso@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2493-0686>

María Magdalena Paredes-Godoy^{II}
maparedes@unach.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8211-0400>

Lidia Johanna Gallardo-Donoso^{III}
jogali_90@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3977-0005>

Alex Fabián Samaniego-Campoverde^{IV}
samaniegoalex11@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1696-3808>

Correspondencia: spmiranda@epoch.edu.ec

Ciencias de la educación
Artículo de investigación

***Recibido:** 10 de abril de 2021 ***Aceptado:** 03 de mayo de 2021 * **Publicado:** 01 de junio de 2021

- I. Doctora en Física, Magister en Gestión Académica Universitaria, Magister en Ciencias de la Educación y Aprendizaje de la Física, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Ingeniera Mecánica, Magister en Ciencias de la Educación Aprendizaje de la Física, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- III. Ingeniera Civil, Magister Universitario en Hidrología y Gestión de los Recursos Hídricos, Magister en Gestión de Riesgos Laborales, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- IV. Licenciado en Ciencias de la Comunicación, Unidad Educativa Pensionado Americano, Riobamba, Ecuador.

Resumen

El laboratorio virtual es una herramienta informática que ha introducido nuevas formas de comprender el proceso educativo con una participación interactiva de profesores y estudiantes en diferentes áreas de conocimiento. En el área de Física no es la excepción las prácticas de laboratorio constituyen un elemento imprescindible para la construcción del conocimiento científico. Este artículo tiene por objetivo analizar la efectividad de los resultados de aprendizaje en el aspecto procedimental, en un laboratorio virtual y uno tradicional. Para ello se aplica una metodología con un enfoque mixto y un diseño cuasiexperimental, el cual a través de una escala, permite encontrar los valores de calificación en estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo, se aplica una prueba estadística para comprobar la hipótesis, la cual sostiene que el laboratorio virtual mejora el nivel de dominio procedimental frente al uso del laboratorio tradicional en el proceso de aprendizaje. Los resultados comprueban la hipótesis planteada, verificando que los estudiantes que utilizaron el laboratorio virtual tienen calificaciones significativamente superiores a los que utilizan el laboratorio tradicional.

Palabras clave: Aprendizaje procedimental; laboratorio virtual; aprendizaje de la física; Prácticas experimentales.

Abstract

The virtual laboratory is a computer tool that has introduced new ways of understanding the educational process with an interactive participation of teachers and students in different areas of knowledge. In the area of Physics, laboratory practices are an essential element for the construction of scientific knowledge. The objective of this article is to analyze the effectiveness of the learning results in the procedural aspect, in a virtual laboratory and a traditional one. For this purpose, a methodology with a mixed approach and a quasi-experimental design is applied, which through a rating scale allows finding the rating values in students of the Civil Engineering career of the National University of Chimborazo, a statistical test is applied to test the hypothesis, which states that the virtual laboratory improves the level of procedural mastery compared to the use of the traditional laboratory in the learning process. The results prove the hypothesis, verifying that the students who used the virtual laboratory have significantly higher grades than those who use the traditional laboratory.

Keywords: Procedural learning; virtual laboratory; learning physics; experimental practices.

Resumo

O laboratório virtual é uma ferramenta computacional que vem trazendo novas formas de compreensão do processo educacional com a participação interativa de professores e alunos de diferentes áreas do conhecimento. Na área da Física, as práticas laboratoriais são um elemento essencial para a construção do conhecimento científico. O objetivo deste artigo é analisar a eficácia dos resultados de aprendizagem no aspecto processual, em um laboratório virtual e um tradicional. Para o efeito, é aplicada uma metodologia com abordagem mista e um desenho quase-experimental, que através de uma escala de avaliação permite encontrar os valores de avaliação em alunos da carreira de Engenharia Civil da Universidade Nacional do Chimborazo, é aplicado um teste estatístico para testar a hipótese, que afirma que o laboratório virtual melhora o nível de domínio processual em comparação com o uso do laboratório tradicional no processo de aprendizagem. Os resultados comprovam a hipótese, verificando que os alunos que utilizaram o laboratório virtual apresentam notas significativamente superiores aos que utilizam o laboratório tradicional.

Palavras-chave: Aprendizagem processual; laboratório virtual; aprender física; práticas experimentais.

Introducción

La educación virtual introdujo nuevas formas de comprender y tratar el proceso educativo para enfrentar nuevos retos. El uso de las tecnologías de la información y comunicación en el ámbito educativo, es cada vez más amplio y diverso, los roles en el proceso de enseñanza - aprendizaje en modalidad virtual, han evolucionado, el profesor se presenta como soporte pedagógico y el alumno ha reforzado el aprendizaje de manera autónoma (Aguilar, 2020). Los procesos en la enseñanza soportados con herramientas informáticas permiten la participación interactiva de estudiantes y profesores en el ciberespacio, con acceso a múltiples recursos didácticos y fuentes de información, además de la utilización de escenarios distintos o simulaciones del aula tradicional, experimentando nuevas actividades y roles en el proceso educativo (Chirinos, Castro y González, 2010).

Las prácticas de laboratorio constituyen un elemento importante del proceso integral de construcción del conocimiento científico, en el cual se exige un pensamiento creativo y crítico por parte de los estudiantes (Alejandro y Perdomo, 2009). Según López y Tamayo (2012), citado en Osorio (2004),

también permiten a los estudiantes entender cómo se construye el conocimiento científico. Aplicando y cuestionado sus saberes con la realidad, mediante la práctica. La actividad experimental no solo debe ser vista como una herramienta de conocimiento, sino como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales, actitudinales y debe incluirse en cualquier modelo pedagógico. A su vez, un laboratorio virtual es un sistema informático que pretende simular el ambiente para prácticas reales mediante simulaciones interactivas. Permite a los estudiantes desarrollar habilidades, relacionadas con los experimentos, ayudan en el tratamiento de conceptos básicos y en la elaboración e intercambio de saberes, aplicaciones y resultados, asumiendo un importante rol en la educación a distancia o virtual (Cabrera y Sánchez, 2016).

Los parámetros educativos en esta investigación se sustentan en las teorías psicológicas del aprendizaje, es un proceso cognoscitivo que logra un cambio constante en la conducta de un individuo y si es significativo este cambio sería potencial. Los procesos de aprendizaje cognoscitivos, son los que se forman por representaciones mentales, construcción de esquemas, a partir de experiencias y acciones previas. Estos procesos incluyen la búsqueda, almacenamiento, recuperación y generalización. Las estrategias cognitivas son destrezas que se usan para adquirir nueva información, recuperar, transferir y aplicar la información aprendida (Chadwick, 1988).

González (2008), menciona que los aspectos procedimentales son un conjunto de técnicas, estrategias, habilidades y destrezas que los alumnos deben adquirir para la aplicación de sus conocimientos intelectuales en usos prácticos y significativos. A través de las múltiples relaciones que pueden desarrollarse en los procesos de enseñanza aprendizaje. Hernández y Romero (2019), mencionan que son un conjunto de acciones para lograr un propósito, es decir, el saber hacer, y contemplan el plan de trabajo, actividades, cronograma de actividades, cronograma de evaluaciones, estrategias y procesos que impliquen una secuencia de acciones.

En el aprendizaje de la Física el movimiento armónico simple es uno de los movimientos más importantes, pues constituye una buena aproximación a muchas de las oscilaciones que se dan en la naturaleza, en los fenómenos físicos y biológicos. El tema se aborda a partir de la observación de distintos dispositivos como péndulos simples, de torsión, dispositivos con resortes, bandas elásticas entre otros. A pesar de que la naturaleza de los sistemas oscilatorios es diversa, las ecuaciones que los describen presentan importantes similitudes (Costa, Torroba y Devece, 2013). “Si la aceleración

de un objeto es proporcional a su desplazamiento en relación al punto de equilibrio y es opuesta al desplazamiento su movimiento es armónico simple” (Sánchez, 2015).

Este trabajo tuvo por objetivo analizar la efectividad de los resultados de aprendizaje en el aspecto procedimental, en un laboratorio virtual y contrastarlo con uno tradicional, con la finalidad de identificar la superioridad del primero con respecto al segundo, estableciendo una diferencia estadísticamente significativa entre estos dos escenarios. Para ello se establece una práctica del movimiento armónico simple, con los estudiantes de segundo semestre de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para el análisis de la información acerca del tema, se realizó una búsqueda y observación de investigaciones previas en importantes buscadores académicos, de los cuales destacan los siguientes: “Un estudio de diseño sobre la implementación de laboratorios remotos en la enseñanza de la Física universitaria: la observación del trabajo de los estudiantes” (Romero, Stoessel, y Rocha, 2020), presentan una metodología para analizar los resultados de la utilización de plataformas de laboratorios remotos, se parte de un diseño adecuado de las actividades de aprendizaje, experimentales, contenidos y guías didácticas para las actividades.

“El aula virtual en la asignatura de Física: un apoyo a las Prácticas de Laboratorio” (Iglesias, 2017), sugiere que la utilización de las plataformas virtuales favorece la comunicación en los procesos de aprendizaje, propone la realización de prácticas guiadas mediante videos, la participación de los estudiantes en actividades evaluadoras, como cuestionarios diagnósticos, de autoevaluación y evaluación por pares, haciendo énfasis en que estas actividades permiten el aprendizaje del alumno por competencias, el espíritu crítico y autónomo.

“Aprendizaje Experimental de Física en un año de Pandemia” (Murillo, 2020), proponen la utilización de la Metodología de aula invertida en un Entorno Virtual 3.0 u otros superiores. Además de la utilización de un hardware/software específico para un Laboratorio de Física virtual. Manifiestan la importancia del uso de las TICs para el aprendizaje significativo del alumno en los fundamentos de la Física, mediante técnicas formativas y de aprendizaje experimentales apropiados.

“Uso de objetos virtuales de aprendizaje ovas como estrategia de enseñanza–aprendizaje inclusivo y complementario a los cursos teóricos–prácticos” (Cabrera, Sánchez, y Rojas, 2016), crearon una propuesta metodológica de implementación, que integra los Objetos virtuales de aprendizaje a los procesos de enseñanza, con la utilización de las TICs en un ambiente virtual o presencial, presentando

los procesos, fases, elementos que la conforman, esta metodología propicia el autoaprendizaje y el trabajo colaborativo.

“Diseño y valoración de actividades mediadas por TIC para el aprendizaje de sistemas oscilatorios” (Enrique y Yanitelli, 2019), presentan una propuesta de actividades para el aprendizaje de sistemas oscilatorios mediados por las TICs, mediante la ejecución de tareas experimentales con la utilización de laboratorios virtuales, utilizando aplicaciones de JAVA sencillas disponibles en internet.

“Una alternativa metodológica para la realización de los laboratorios virtuales de Física general en las carreras de ingeniería” (Palacios y Repilado, 2005), proponen una alternativa metodológica para el proceso de aprendizaje en los laboratorios de Física empleando simulaciones que cumplen determinados requerimientos, presentan los ciclos, fases y maneras de implementar, los simuladores en el aprendizaje de los estudiantes.

“Prototipo de guía didáctica para la enseñanza – aprendizaje de la Física en ingeniería mediada por herramientas digitales disponibles en la web – Uso de simuladores” (Cabrera, Sánchez, Medina y Arias, 2017), realizan un prototipo de guía didáctica de laboratorio virtual para los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Física en el área de la ingeniería, utilizando herramientas digitales disponibles en la web y simuladores. Explica los componentes, consideraciones y recomendaciones metodológicas para el uso del prototipo.

“Metodología para la Enseñanza del Movimiento Oscilatorio mediante Simulación Computarizada” (Collazos y Castrillón, 2019), diseñaron una metodología de enseñanza de fenómenos físicos como el movimiento oscilatorio utilizando simulaciones computarizadas, empleando el software GeoGebra y posterior el análisis del impacto y resultados en los estudiantes, se implementó un cuestionario para motivar la exploración autónoma de las simulaciones.

Los estudios analizados mencionan que para contextualizar el aprendizaje de la Física en una época en donde el aprendizaje virtual forma parte importante en los procesos de enseñanza- aprendizaje, es necesario implementar y aplicar el uso de las TICs en las actividades académicas, también mencionan que las prácticas en laboratorios virtuales se complementan con las actividades presenciales en un laboratorio tradicional. Las investigaciones no proporcionan un estudio comparativo en la efectividad del uso del laboratorio virtual ante el laboratorio tradicional para el aprendizaje de los aspectos procedimentales en la asignatura de la física.

Los resultados de la presente investigación fueron avalados durante la tesis de maestría denominada “Análisis comparativo del uso del laboratorio virtual con el tradicional para el aprendizaje del movimiento armónico simple con los estudiantes de segundo semestre paralelos “A” y “B” de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo”.

Metodología

La investigación presenta un enfoque mixto, por su diseño cuasiexperimental en el que se aborda y evalúa el nivel de aprendizaje de dos grupos de estudiantes en dos escenarios: un laboratorio virtual y uno tradicional, la variable de aprendizaje se calificó por medio de una escala cualitativa de 3 niveles bajo medio y alto, asignando los valores numéricos de 0, 0.5 y 1 respectivamente. El artículo presenta un tipo de investigación descriptiva, por desarrollar y explicar los procesos para el aprendizaje del movimiento armónico simple, al realizar el análisis comparativo del uso de los dos tipos de laboratorios. Para la realización de este estudio, se ha optado por la aplicación de un orden sistemático basado en el proceso de la investigación cuantitativa según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el cual es el siguiente:

1. El planteamiento del problema, el estado del arte, desarrollo de marco conceptual y el alcance del estudio se encuentran detallados en la sección de “Introducción” de este artículo.
2. La investigación busca responder la siguiente hipótesis: El uso del laboratorio virtual (variable independiente) mejora de manera significativa el nivel de dominio de aprendizaje procedimental del movimiento armónico simple (variable dependiente), a comparación del laboratorio tradicional en los estudiantes de segundo semestre de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo.
 - H_0 : El uso del laboratorio virtual no mejora el nivel de dominio procedimental frente al uso del laboratorio tradicional en el estudio del movimiento armónico simple de los estudiantes de segundo semestre de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo.
 - H_1 : El uso del laboratorio virtual mejora el nivel de dominio procedimental frente al uso del laboratorio tradicional en el estudio del movimiento armónico simple de los estudiantes de segundo semestre de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo.

- Se considera un nivel de significancia de Alfa: $0,05 = 5\%$.
3. El diseño en el desarrollo de la investigación, es cuasiexperimental, por la realización de un experimento de análisis comparativo entre dos variables y también que la muestra seleccionada de estudiantes para este experimento no es asignada al azar, sino que es establecida previamente por el investigador (Arias, 2011).
 4. La muestra empleada para esta investigación se seleccionó en base al semestre en el que se imparte el tema del movimiento armónico simple. El grupo de estudiantes pertenecían al segundo semestre de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo con una población de 60 estudiantes. De los cuales corresponden 38 al paralelo “A” a los que se aplicó el experimento con el laboratorio tradicional y 22 al paralelo “B” aplicando el laboratorio virtual. Selección de la muestra, para determinar el tamaño de la muestra probabilística, se aplica muestreo estratificado proporcional, esto debido a que se conoce la población de 60 estudiantes, con ello se obtendrán dos estratos. En virtud que la asignatura de Física y el capítulo del movimiento armónico simple se imparte en el segundo semestre de la carrera de Ingeniería Civil, se obtiene una muestra de 60 individuos, de los cuales los que corresponden al paralelo “A” son 38 individuos para el grupo del experimento con el laboratorio tradicional y al “B” son 22 individuos, para el laboratorio virtual. El cálculo de la muestra está definido por la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{(N - 1) * E^2 + Z^2 * p * q}$$

5. Para la recolección de los datos, se utilizó la técnica de la observación con el instrumento de ficha de observación, con la cual se calificó el desempeño de cada estudiante en la realización de 8 prácticas e informes de laboratorio, sobre la temática del movimiento armónico simple. La rúbrica aplicada para la evaluación en los niveles de aprendizaje con respecto a los aspectos procedimentales fue la siguiente:

Tabla 1: Rúbrica de evaluación aplicada al aspecto procedimental durante la elaboración de la práctica

Criterio	Escala		
	1.0	0.5	0.0
Procedimiento experimental	Los procedimientos a seguir en la práctica de laboratorio son descritos y enumerados en forma clara y precisa	Los procedimientos a seguir en la práctica de laboratorio son descritos y enumerados, pero no están en forma clara ni precisa	No precisa los procedimientos a seguir en la práctica de laboratorio.
Datos experimentales	Presenta los datos obtenidos en forma ordenada, tablas numeradas y referidas en el informe, todos los datos tienen alguna indicación y observación, usa las unidades del sistema internacional	Presenta los datos obtenidos en forma desordenada, tablas sin numeración y sin referencias en el informe, algunos datos obtenidos tienen indicación, pero ninguna observación, no usan las unidades del sistema internacional	Presenta los datos obtenidos en forma inexacta, tablas incompletas, sin referencias en el informe, mal uso de las unidades del SI. Todos los datos obtenidos no tienen indicación ni observación alguna.
Desempeño del alumno en base a conocimientos adquiridos	El grupo de trabajo realiza perfectamente la práctica. Aplican los conocimientos adquiridos. Presenta seguridad en sus acciones.	El grupo de trabajo realiza bien la práctica. Aplican los conocimientos adquiridos. Presenta dificultades en los cálculos.	El grupo de trabajo realiza la práctica con mucha dificultad. No sabe aplicar los conocimientos adquiridos. Presenta dificultades en la realización de los cálculos.

Tabla 2: Rúbrica de evaluación aplicada al aspecto procedimental para el informe de la práctica

Criterio	Escala		
	1.0	0.5	0.0
Búsqueda de información (bibliografía)	El estudiante, revisa bibliografía actualizada, y la presenta en el formato APA, en el informe	El estudiante, revisa bibliografía necesariamente actualizada, y no la presenta en el formato APA, en el informe	No revisa bibliografía actualizada
Búsqueda de información (bibliografía)	El estudiante, revisa bibliografía actualizada, y la presenta en el formato APA, en el informe	El estudiante, revisa bibliografía necesariamente actualizada, y no la presenta en el formato APA, en el informe	No revisa bibliografía actualizada
Análisis de Información (tablas, gráficas, etc.)	El estudiante presenta los datos de la práctica de forma ordenada , con tablas y gráficas legibles.	El estudiante presenta los datos de la práctica de forma desordenada, con tablas y gráficas.	El estudiante no presenta los datos de la práctica de forma ordenada, con tablas y gráficas.

6. En el análisis de los datos, se utilizó el método analítico y método sintético, el estudio de la información previa y el análisis en el experimento comparativo permitió sintetizar el comportamiento del fenómeno estudiado. Para la prueba de hipótesis se aplicó el método estadístico z. Antes de la comprobación de cada una de las hipótesis se realizaron pruebas de normalidad a cada una de las hipótesis, utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestras independientes y de grandes cantidades.
7. En la obtención de los resultados, se utilizó el método inductivo – deductivo, que permitió llegar a las conclusiones generales de condiciones particulares acerca del dominio en el aprendizaje de aspectos procedimentales del movimiento armónico simple en el grupo de estudiantes observados.

Resultados

Se presentan los resultados de la frecuencia relativa en el laboratorio virtual y tradicional, tanto durante la elaboración de la práctica y en la entrega del informe de la misma. En la tabla 3, se presentan las frecuencias absolutas y relativas, estas se encuentran clasificadas en rangos desde cero (calificación más baja) a tres (calificación más alta), valores que han sido obtenidos a partir de la sumatoria de las calificaciones de los estudiantes participantes durante el procedimiento experimental, los datos experimentales y al desempeño del alumno en base a conocimientos demostrados. Un dato importante a considerar es que el 45% de estudiantes que realizaron la práctica en el laboratorio virtual obtuvieron calificaciones de 2,01 a 3 (alta), frente a un 30% que realizaron la misma en el laboratorio tradicional.

Tabla 3: Estadístico de frecuencia en rangos de calificaciones durante la elaboración de la práctica

Rango de calificación	Frecuencia Absoluta		Frecuencia relativa	
	Laboratorio virtual	Laboratorio Tradicional	Laboratorio virtual	Laboratorio Tradicional
0,00 a 1,00	0	0	0%	0%
1,01 a 2,00	11	23	55%	70%
2,01 a 3,00	9	10	45%	30%
Total	20	33	100%	100%

En la tabla 4, se puede observar que el 100% de los estudiantes que realizaron el laboratorio virtual han obtenido calificaciones de 2,01 a 3 (alta), frente a un 45% con calificaciones de 1,01 a 2 (media), y 55% con calificaciones de 2,01 a 3 (alta). Estos datos indicarían una superioridad del laboratorio virtual frente al laboratorio tradicional con respecto a los aspectos procedimentales de enseñanza.

Tabla 4: Estadístico de frecuencia en rangos de calificaciones en el informe de la práctica

Rango de calificación	Frecuencia Absoluta		Frecuencia relativa	
	Laboratorio virtual	Laboratorio Tradicional	Laboratorio virtual	Laboratorio Tradicional
0,00 a 1,00	0	0	0%	0%
1,01 a 2,00	0	15	0%	45%
2,01 a 3,00	20	18	100%	55%
Total	20	33	100%	100%

La tabla 5, muestra los primeros valores considerados para la comprobación de la hipótesis estadística, para el aspecto procedimental de aprendizaje, tanto para el laboratorio virtual como para el laboratorio tradicional, en esta se puede observar la sumatoria de los valores calificados durante la práctica y en la entrega de informe final de la misma.

Tabla 5: Datos para la aplicación de la prueba de hipótesis z

Laboratorio virtual		Laboratorio tradicional	
Durante la elaboración de la práctica	Informe de la práctica	Durante la elaboración de la práctica	Informe de la práctica
2,50	3,00	1,50	3,00
2,50	2,50	2,00	2,50
1,00	2,50	1,50	3,00
2,00	2,50	3,00	3,00
2,50	3,00	2,00	3,00
...

Una vez que se ha aplicado la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov, utilizando el software estadístico SPSS, el resultado obtenido en la comprobación de la hipótesis es de $p=0.048$, dado que este resultado es menor al valor de $\alpha=0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0), por lo que se acepta la hipótesis de investigación, es decir; el uso del laboratorio virtual mejora el nivel de dominio procedimental frente al uso del laboratorio tradicional en el estudio del movimiento armónico simple

de los estudiantes de segundo semestre de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Conclusiones

El aprendizaje de Física tiene un rol preponderante en la formación de ingenieros, que se puede fortalecer por medio de la tecnología, y de manera específica por medio de los laboratorios virtuales. En tal sentido, en la presente investigación se realiza un análisis comparativo de los aspectos procedimentales del aprendizaje de la Física, por medio de un laboratorio virtual, versus el laboratorio tradicional.

Tanto en la elaboración de la práctica como en la entrega del informe final de la misma se puede observar una cierta superioridad del laboratorio virtual frente al tradicional considerando las calificaciones más altas en el estadístico de frecuencia, además, se pudo verificar mediante la comprobación de la hipótesis aplicando la prueba estadística, que los estudiantes que utilizaron el laboratorio virtual tienen calificaciones significativamente superiores a los que utilizan el laboratorio tradicional, por lo que se concluye que el uso del laboratorio virtual mejora significativamente el nivel de dominio procedimental frente al uso del laboratorio tradicional en el estudio del movimiento armónico simple de los estudiantes de segundo semestre de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo, este resultado puede deberse a que los estudiantes que utilizan el laboratorio virtual en la parte procedimental, pueden repetir varias veces el experimento sin dificultad, ni riesgos con los equipos, situación que no ocurre con los estudiantes que utilizan laboratorio tradicional.

Referencias

1. Alejandro, C., & Perdomo, J (2009). Aproximando el laboratorio virtual de Física General al laboratorio real. Revista Iberoamericana de Educación 48 (6). Recuperado de <https://rieoei.org/historico/deloslectores/2545Alfonsov2.pdf>
2. Aguilar, F (2020). Del aprendizaje en escenarios presenciales al aprendizaje virtual en tiempos de pandemia. Estudios pedagógicos (Valdivia), 46(3), 213-223. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07052020000300213&script=sci_arttext#B5

3. Arias, F (2011). Metodología de la investigación en las ciencias aplicadas al deporte: un enfoque cuantitativo. Revista Digital EFDeportes, 16(157). Recuperado de https://www.academia.edu/download/45395089/Articulo_Metodologia__EF_Fidias_G._Arias.pdf
4. Cabrera, J., Sánchez, I (2016, noviembre). Laboratorios virtuales de física mediante el uso de herramientas disponibles en la Web. Memorias de Congresos UT (pp. 49-55). Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/234021111.pdf>
5. Cabrera, J., Sánchez, I., & Rojas (2016). Uso de objetos virtuales de aprendizaje ovas como estrategia de enseñanza–aprendizaje inclusivo y complementario a los cursos teóricos–prácticos. Revista educación en ingeniería, 11(22), 4-12. Recuperado de <https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/602/291>
6. Cabrera, J., Sánchez, I., Medina, F., & Arias, J (2017, Julio). Prototipo de guía didáctica para la enseñanza–aprendizaje de la Física en ingeniería mediada por herramientas digitales disponibles en la web–Uso de simuladores. Memorias de Congresos UTP (pp. 132-141). Recuperado de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/1481/2132>
7. Chadwick, C. B (1988). Estrategias cognoscitivas y afectivas de aprendizaje. Parte (A). Revista latinoamericana de psicología, 20(2), 163-184. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/805/80520202.pdf>
8. Chirinos, N. M., Castro, H., & González, R (2010, septiembre) La educación virtual como apoyo instruccional durante el proceso de aprendizaje en la educación superior de Venezuela. Congreso Iberoamericano de Educacion Metas 2021 Recuperado de https://www.adeepra.org.ar/congresos/Congreso%20IBEROAMERICANO/TICEDUCACION/R1133_Hinojosa_Chirinos.pdf
9. Collazos, H. F., & Castrillón, O. D (2019). Metodología para la Enseñanza del Movimiento Oscilatorio mediante Simulación Computarizada. Información tecnológica, 30(4), 165-180. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000400165&script=sci_arttext
10. Costa, V., Torroba, P., Devece, E (2013). Articulación en la enseñanza en carreras de ingeniería: el movimiento armónico simple y las ecuaciones diferenciales de segundo orden lineal. Latin American Journal of Physics Education, 7(3), 350-356. Recuperado de http://www.lajpe.org/sep13/05-LAJPE_791_Viviana_Costa.pdf

11. Enrique, C., & Yanitelli, M (2019). Diseño y valoración de actividades mediadas por TIC para el aprendizaje de sistemas oscilatorios. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31, 285-292. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/26579/28286>
12. González, B (2008). Aspectos procedimentales en la educación. *Gestión emprendedora*. Recuperado de <https://gestionemprendedora.wordpress.com/2008/01/08/aspectos-procedimentales-en-la-educacion/>
13. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P (2014). Selección de la muestra. *Metodología de la Investigación*, 6, 170-191. México: McGraw-Hill. Recuperado de http://euaem1.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/2776/506_6.pdf?sequence=1&isAllowed=y
14. Hernández, L., & Romero, L (2019). Contrastación teórica de aspectos procedimentales, actitudinales y cognitivos en la enseñanza y aprendizaje de Estadística. *Scientific Journal of Education-EDUSER*, 6(1), 10-21. Recuperado de <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/EDUSER/article/view/1696/1568>
15. Iglesias, E (2017). El aula virtual en la asignatura de Física: un apoyo a las Prácticas de Laboratorio. *Investigación, innovación y tecnologías: la triada para transformar los procesos formativos* (pp. 275-280). Recuperado de <https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/18289/Encina-extenso-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. Murillo, J (2020, diciembre). Aprendizaje Experimental de Física en un año de Pandemia. *Edunovatic 2020. Conference Proceedings: 5th Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT, December 10-11, 2020* (pp. 784-789). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7800007.pdf>
17. López, A., & Tamayo, O (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145-166. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129256008.pdf>
18. Palacios, J., & Repilado, F (2005). Una alternativa metodológica para la realización de los laboratorios virtuales de Física General en las carreras de Ingeniería. *I Congreso en Tecnologías de la Información y Comunicación en la Enseñanza de las Ciencias*.

- Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/22873/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
19. Romero, R., Stoessel, A., & Rocha, A (2020). Un estudio de diseño sobre la implementación de laboratorios remotos en la enseñanza de la física universitaria: la observación del trabajo de los estudiantes. *Revista de enseñanza de la física*, 32(1), 75-91. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/28936/29823>
 20. Sánchez, L (2015). Movimiento armónico simple. Recuperado de http://files.notas-de-fisica.webnode.es/200000074-c6e80c7e0b/guia2_MAS.pdf
 21. Torres, M., Paz, K., & Salazar, F (2006). Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. *Boletín electrónico*, 2, 1-13. Recuperado de http://www.fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin02/URL_02_BAS02.pdf

© 2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)