

El laboratorio virtual PhET y la Competencia “Indaga” del área de Ciencia y Tecnología en los estudiantes del cuarto grado de una escuela secundaria de Cusco

The PhET virtual Laboratory and the competence “Investigate” of the area of Science and Technology in the fourth grade students of a high school in Cusco

Yoni Chávez-Cusihuaman
Universidad César Vallejo
Correo: ychavezcu@ucvvirtual.edu.pe
ORCID: 0000-0001-9998-764X

Fecha de recepción: 23/04/2023
Fecha de aprobación: 08/12/2023

Resumen

El objetivo del presente artículo es demostrar la relación que existe entre el uso del laboratorio virtual PhET y el desarrollo de la competencia indaga del Área de Ciencia y Tecnología en los estudiantes del cuarto grado de una escuela secundaria de la ciudad de Cusco. En cuanto a la metodología, el estudio se inscribe en el enfoque cuantitativo con diseño experimental de nivel cuasi-experimental. El instrumento que se ha utilizado es una Lista de Cotejo validada de 16 ítems que recogió datos de 10 sesiones virtuales donde se utilizó el laboratorio virtual PHET. La muestra la conformaron 60 estudiantes para el grupo experimental y 60 para el de control: todos varones pertenecientes al cuarto grado de secundaria. La conclusión más importante dice que existe una relación significativa entre el uso del simulador virtual PHET y el desarrollo de la competencia indaga del Área de Ciencia y Tecnología de los estudiantes de la muestra. Lo que significa que, a mayor uso de laboratorios virtuales, en comparación con los tradicionales, mayores serán las posibilidades de desarrollar de mejor manera la competencia indaga.

Palabras clave: *Laboratorio virtual PhET, Competencia indaga, Ciencia y Tecnología.*

Abstract

The objective of this article is to demonstrate the relationship that exists between the use of the PhET virtual laboratory and the development of the competence inquires in the Science and



Technology Area in 4th grade students of a secondary school in the city of Cusco. Regarding the methodology, the study is part of the quantitative approach and quasi-experimental level experimental design. The instrument that has been used is a validated checklist of 16 items that collected data from 10 virtual sessions where the PhET virtual laboratory was used. The sample was made up of 60 students for the experimental group and 60 for the control group: all male and belonging to the fourth grade of secondary school. The most important conclusion says that there is a significant relationship between the use of the PhET virtual simulator and the development of the inquiring competence of the Science and Technology Area of the students in the sample. Which means that, the greater the use of virtual laboratories, in comparison with the traditional ones, the greater the possibilities of developing the inquiring competence in a better way.

Keywords: *PhEt virtual laboratory, Competence inquires, Science and Technology.*

Introducción

En la actualidad, la globalización de la información adquiere un papel preponderante en todo el quehacer humano, las llamadas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) juegan un papel importante en el desarrollo de la educación (Coll y Monereo, 2008). Si bien, se sabe que el hecho de introducir las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje no garantiza, por sí solo, un cambio o innovación importante; se requiere enfatizar en la necesidad de implementar una serie de planteamientos pedagógicos que garanticen su uso adecuado para mejorar el desarrollo de las competencias y capacidades de los estudiantes. En ese entender, el uso de las herramientas digitales en el aula, tanto por profesores, como por estudiantes, ya no es opcional sino, obligatorio por las mismas características de la educación actual (UNESCO, 2020). El uso de los libros y carpetas de documentos en papel, poco a poco, va quedando en el olvido y cada vez se migra más hacia el uso de los programas y textos electrónicos que dan otras posibilidades de aprendizaje distintas al clásico papel. Lo que anuncia que la educación y los actores de la misma están en constante evolución (Vidal, 2019). En un reciente estudio de Barrios y Olivo (2019) se pone en consideración el papel de la educación virtual como transformadora de la sociedad. El mismo estudio revela en Latinoamérica la cantidad de estudiantes que optan por programas educativos mixtos (entre presenciales y virtuales), se observa que los cursos virtuales están creciendo considerablemente. En el 2019, más de medio millón de estudiantes mexicanos, poco menos de medio millón de colombianos y 160.000 argentinos habían optado por este sistema. Esta tendencia, en los últimos años ha ido creciendo.

En el contexto del aula de Ciencia y Tecnología, el uso de los laboratorios virtuales se ha masificado como consecuencia del periodo de pandemia, pero también por otros aspectos mucho más pedagógicos como la relación entre la teoría y la práctica, que cada vez estaba más divorciada (Glasse y Magalhães, 2020). Hasta antes de este periodo, las prácticas de las ciencias se realizaban en un laboratorio físico y esto demandaba altos costos en mantenimiento y equipamiento (Magana y Coutinho, 2017). Pero no solo eso, los estudiantes estaban expuestos a todo tipo de accidentes y la práctica estaba supeditada al número de plazas que podía soportar el ambiente (Silva y Morán-Mirabal, 2022). Todos los países del primer mundo los han integrado dentro de sus sistemas educativos porque su utilización demanda muchas ventajas en comparación a los tradicionales (Heradio et al., 2016).

En primera instancia, los laboratorios virtuales están catalogados dentro de lo que conocemos como software educativo, que son programas electrónicos diseñados con la finalidad de utilizarse como material didáctico dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje (Pizzonia y Rimondini, 2016). Por ello mismo, estas herramientas son espacios electrónicos educativos de simulación

de la realidad, diseñados para que tanto profesores como estudiantes puedan colaborar y experimentar a distancia diferentes actividades de investigación científica, información de resultados y difusión de los mismos, mediante las TIC (Sanz et al., 2010; UNESCO, 2000). En ese sentido, los laboratorios virtuales van a significar una herramienta educativa que refuerza y apoya el desarrollo de las competencias escolares, no solo del área específica de Ciencia y Tecnología, sino también de las digitales; tan necesarias en la educación actual (Molina, 2012). Según los autores, las mayores ventajas pedagógicas de los laboratorios virtuales son su practicidad a la hora de manipular los experimentos, la mayor interactividad entre los estudiantes, la máxima seguridad en su uso, el aforo mayoritario y su uso ilimitado sin mayores costes, a diferencia de los laboratorios físicos (Silva y Morán-Mirabal, 2022; Infante, 2014).

Por lo dicho líneas arriba, PhET (Physics Education Technology) es un conjunto de varios simuladores virtuales que proporcionan la práctica virtual para diferentes campos de las ciencias (química, física, biología, etc.) y las matemáticas. En un primer momento fue creado en 2002 por el Nobel de Física, Carl Wieman a solicitud de la Universidad de Colorado para realizar simulaciones interactivas dedicadas a la enseñanza de la física, pero después de su aceptación y practicidad, su espectro fue ampliándose a más de 125 simulaciones, localizadas a 65 idiomas y utilizadas en la actualidad por más de 25 millones de usuarios (Colorado University, 2023).

Por otro lado, dentro del sistema educativo peruano, el área de Ciencia y Tecnología de la educación básica secundaria está conformada por tres competencias, de las cuales el estudio se va a encargar de la competencia indaga mediante métodos científicos para construir sus conocimientos, que está referida al proceso en que el estudiante busca y utiliza la información mediante el método científico, para entender el funcionamiento de todo lo que le rodea. Esta competencia está conformada por capacidades como: Problematiza la situación para hacer indagación, Diseña estrategias para hacer indagación, Genera y registra datos o información, Analiza datos e información y Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación (MINEDU, 2017). Básicamente las cinco capacidades que conforman esta competencia siguen la lógica del método científico, lo cual va a suponer necesariamente un trabajo dentro de laboratorio (MINEDU, 2015).

El objetivo del presente artículo es demostrar la relación que existe entre el uso de los laboratorios virtuales y el desarrollo de la competencia indaga del Área de Ciencia y Tecnología en los estudiantes del cuarto grado de una escuela secundaria de la ciudad de Cusco. Por tanto, se ha propuesto la siguiente hipótesis: Existe relación entre el uso del simulador virtual PhET y el desarrollo de la competencia indaga del Área de Ciencia y Tecnología de los estudiantes de la muestra.

Sobre la temática existe una considerable tradición investigadora. En primer lugar, Zulkifli et al. (2022), en un trabajo con estudiantes indonesios, demostraron que la mayor utilidad de los laboratorios PhET en comparación a los laboratorios reales. Alulima y Mena (2021) demostraron que el uso de simuladores virtuales Chemlab y Modellus fortalecía competencias relacionadas con el trabajo grupal, la creatividad, autonomía, pensamiento crítico y reflexión en estudiantes ecuatorianos de educación media. En esa misma línea, Safitri et al. (2020) hicieron una comparación entre el uso de los laboratorios virtuales PhET y los tradicionales en el aprendizaje de las ciencias en estudiantes de Indonesia, encontraron que los primeros otorgan mayores ventajas que los segundos, a la hora de aprender ciencia. Pérez-Higuera et al. (2020) revelaron que el uso del software de simulación PhET en la enseñanza de la materia de física mejoraba significativamente el desarrollo de las competencias de física de estudiantes colombianos. Por su parte, Conde et al. (2019), en un estudio en Colombia, encontraron que el uso del laboratorio virtual permitió un mayor autoaprendizaje y trabajo colaborativo en los estudiantes. Escobar y Augusto (2019) demostraron también que el uso de los laboratorios virtuales mejoraba el aprendizaje activo de la

química en una muestra de estudiantes colombianos. Finalmente, Acosta (2019) implementó el uso de un laboratorio virtual para enseñar química y demostró que el desarrollo de las competencias del área mejoraba significativamente.

En el caso peruano, tenemos el trabajo de Auris (2022) que explicó que el uso del laboratorio virtual de biología influía significativamente en el desarrollo de las competencias del área de Ciencia y Tecnología en estudiantes. Por su parte, Sandoval et al. (2021) constataron la efectividad de la aplicación del PhET en el desarrollo significativo de la competencia indaga de los estudiantes. En la misma sintonía, Velásquez (2022) determinó la mejora significativa del aprendizaje de la física con el uso de simuladores virtuales. Bendezú y Romero (2022), demostraron que el desarrollo de la competencia indaga de Ciencia y Tecnología mejora con el uso del flipped classroom. En esa misma línea, Zapana (2021) pudo demostrar que había una relación directa entre el uso del software de Google Classroom y la mejora del desarrollo de la competencia indaga de los estudiantes de su estudio. Finalmente, Trujillo (2020) demostró la efectividad del uso de los simuladores virtuales en la mejora del aprendizaje del curso de física.

Metodología

La investigación se hizo bajo el enfoque cuantitativo, con un diseño experimental de nivel aplicativo, cuasi-experimental, en ese sentido se ha trabajado con un pre y post test para saber si la variable laboratorio virtual PhET tenía relación con el desarrollo de la competencia indaga. El instrumento de recolección de datos que se ha utilizado es una Lista de Cotejo validada de 16 ítems (de diseño propio) para el desempeño de la competencia indaga (variable dependiente) en las 10 sesiones virtuales de aprendizaje que se prepararon previamente para utilizar el laboratorio virtual PhET (variable independiente). La muestra estuvo conformada por dos grupos: un grupo experimental de 60 estudiantes y otro de control de también 60 estudiantes; todos varones del cuarto grado de secundaria. Los datos se han recolectado de la siguiente manera: en la etapa del pretest se utilizó la Lista de Cotejo en ambos grupos y se tuvo un primer test. Luego, se desarrollaron las 10 sesiones con el grupo experimental durante tres semanas y nuevamente se recogieron datos en ambos grupos (prueba de salida). Finalmente, se procesaron los datos de ambas etapas en el software estadístico SPSS. Para ello, se recurrieron a la prueba de normalidad kolmogorov smirnov para saber la distribución de los datos la prueba t de Student para comprobar la hipótesis.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados estadísticos del pre y post test para ambos grupos. Primero están los resultados del pretest y post test con sus interpretaciones y comentarios. Finalmente, se muestra la prueba de normalidad Kolmogorov Smirnov y la de hipótesis (T de Student).

Tabla 1.

Resultados generales del pre test para la variable logro de la competencia indagada en el área de CA

			PRUEBA	
			Grupo control	Grupo experimental
Logro de la competencia Indaga del área de C y T.	Inicio	Porcentaje	33,3%	36,7%
	Proceso	Porcentaje	66,7%	56,7%
	Previsto	Porcentaje	0,0%	6,7%
	Destacado	Porcentaje	0,0%	0,0%
Total		Frecuencia	60	60
		Porcentaje	100,0%	100,0%

Fuente: Base de datos.

En la tabla (1) se presentan los resultados del pre test para la variable competencia indagada; tanto para los estudiantes del grupo control y experimental. En primer lugar, se aprecia una similitud en los resultados de ambos grupos, con una ligera ventaja del grupo experimental, especialmente en los rubros proceso (66,7% y 56,7%) y previsto (0,0% y 6,7%). Por otro lado, en ambos grupos, el porcentaje de estudiantes con logro en inicio es preocupante, porque los dos tienen porcentajes que se acercan a la media. Finalmente, en el logro destacado se tiene un resultado de 0,0%; lo que significa que la metodología de enseñanza no funciona de acuerdo a lo esperado en ambos grupos; tomando en cuenta que, hasta antes del experimento, se hacía un uso tradicional de los laboratorios físicos con estos estudiantes.

Resultados del post test

Tabla 2.

Resultados del post test para la variable competencia indagada en el área de Ciencia y Tecnología

			PRUEBA	
			Grupo control	Grupo experimental
Logro de la competencia Indaga del área de C y T.	Inicio	Porcentaje	10,0%	0,0%
	Proceso	Porcentaje	83,3%	0,0%
	Previsto	Porcentaje	6,7%	63,3%
	Destacado	Porcentaje	0,0%	36,7%
Total		Frecuencia	60	60
		Porcentaje	100,0%	100,0%

Fuente: Base de datos.

En la tabla (2) los resultados del post test nos muestran las diferencias que se esperaba encontrar, aunque con algún resultado inesperado. En primer lugar, los resultados del grupo de control tuvieron un cambio positivo respecto al del pre test. En el logro en inicio descendieron el 33,3% del pre test a un 10,0%, que es el resultado del post test; en el logro proceso hubo una subida: del 66,7% del pre test, subieron al 83,3% en el post test. Incluso en el logro previsto lograron llegar a 6,7% frente al 0,0% del pre test. Esto quizá se deba a la influencia de los estudiantes del grupo experimental, con quienes habitualmente se relacionan en las actividades fuera del aula. En segundo lugar, los resultados del grupo experimental son más que positivos. En comparación a los resultados

del pre test, donde tenían 36,7% y 56,0% respectivamente para el logro inicio y proceso; ahora este porcentaje bajó a 0,0% en ambos casos. Todos los estudiantes de este grupo se ubicaron en el logro previsto (63,3%) y logro destacado (36,7%) en comparación a los resultados del pre test donde solo obtuvieron un 6,7% en logro previsto y 0,0% en el destacado.

La mayoría de los autores consultados hacen referencia a las bondades pedagógicas del uso de los laboratorios virtuales, entre estos el PhET, en comparación a los tradicionales. Dados estos resultados, es evidente el desarrollo significativo de la competencia indaga, porque no solo se ha logrado aumentar el porcentaje de estudiantes en los niveles previsto y destacado; sino el hecho que no se tenga ninguno en los niveles inicio y proceso.

Estos resultados también demuestran que, dadas sus características, el uso de los laboratorios virtuales como el PhET, tiene mayores ventajas en costo, tiempo, aforo y maniobrabilidad, en relación a los tradicionales. El hecho de que los estudiantes demuestren mejores resultados a la hora de desarrollar capacidades de Ciencia y Tecnología, también tiene relación con esas otras características.

Prueba de hipótesis

El resultado de la prueba de normalidad kolmogorov smirnov para la variable logro de la competencia indaga; para ambos grupos, tiene una distribución normal, por tanto, se ha decidido realizar un estudio paramétrico con la prueba t de Student para muestras independiente, a continuación, mostramos los resultados:

Hipótesis general

Ha: Existe relación entre el uso del simulador virtual PhET y el desarrollo de la competencia indaga del Área de Ciencia y Tecnología de los estudiantes de la muestra.

Ho: No existe relación entre el uso del simulador virtual PhET y el desarrollo de la competencia indaga del Área de Ciencia y Tecnología de los estudiantes de la muestra.

Nivel de significancia: alfa = 0.05

Tabla 3.

Prueba de hipótesis para la diferencia de medias en el post test para la variable logro de la competencia indaga en el área de ciencia y ambiente

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		T de Student para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inf.	Sup.
Logro de la competencia Indaga del área de C y T.	Se han asumido varianzas iguales	5,1	,027.	17,7	58	,000	17,2	1,0	15,3	19,2
	No se han asumido varianzas iguales			17,2		,000	17,2	1,0	15,3	19,2

Fuente: Base de datos.

En los resultados de la tabla (3) se demuestra que el Sig. del post test es del, 000; es decir menor que el 0,05 del alfa. En ese sentido, se rechaza la hipótesis nula que postulaba que no existe relación entre el uso del laboratorio virtual PhET y el desarrollo de la competencia indagada del Área de Ciencia y Tecnología de los estudiantes de la muestra. Por tanto, se acepta la hipótesis alterna que plantea que existe relación significativa (8 gl) entre el uso del laboratorio virtual PhET y el desarrollo de la competencia indagada del Área de Ciencia y Tecnología de los estudiantes de la muestra de este estudio. Esto significa que, a mayor uso de laboratorios virtuales en la enseñanza, en comparación con los tradicionales, mayores serán las posibilidades de desarrollar de mejor manera la competencia indagada del área de Ciencia y Tecnología.

Discusión

En relación al objetivo del artículo, se ha podido demostrar que existe una relación significativa entre el uso del laboratorio virtual PhET y el desarrollo de la competencia indagada del Área de Ciencia y Tecnología en los estudiantes de la muestra. Esto significa que, a mayor uso de laboratorios virtuales, en comparación con los tradicionales, mayores serán las posibilidades de desarrollar de mejor manera la competencia en cuestión. Los resultados del post test son más que concluyentes, tomando en cuenta las diferencias entre el grupo experimental y el de control. Este resultado coincide con los resultados de Sandoval et al. (2021) que constató la efectividad de la aplicación del laboratorio virtual PhET en el desarrollo significativo de la competencia indagada de los estudiantes o los de Zulkifli et al. (2022) y Safitri et al. (2020) que, en sendos trabajos en Indonesia, hallaron que los laboratorios virtuales PhET tenían mayores posibilidades de desarrollo de las competencias científicas en comparación a los tradicionales. También con el de Pérez-Higuera et al. (2020) que constataron que el uso de software de simulación PhET mejoraba significativamente el desarrollo de las competencias de física de estudiantes colombianos. Los mismo hallaron Alulima y Mena (2021) que demostraron que el uso de simuladores virtuales como Chemlab y Modellus (parecidos a PhET) fortalecían las competencias de ciencias, pero también las relacionadas con el trabajo grupal, la creatividad, la autonomía, el pensamiento crítico y la reflexión de los estudiantes ecuatorianos de la muestra. Por su parte, Conde et al. (2019); Escobar y Augusto (2019) y Acosta (2019) en sendos estudios en Colombia, encontraron que el uso de laboratorios virtuales como el PhET permitían un mayor desarrollo de las capacidades relacionadas con la ciencia (química y física), el autoaprendizaje y el trabajo colaborativo en los estudiantes. En el caso peruano, coincide con los resultados de Auris (2022) que explicó que el uso del laboratorio virtual de biología influía significativamente en el desarrollo de las competencias del área de Ciencia y Tecnología en los estudiantes de su muestra; o el de Velásquez (2022) que determinó la mejora significativa del aprendizaje de la física con el uso de simuladores virtuales; o el de Zapana (2021) que pudo demostrar que había una relación directa entre el uso del Software de Google Classroom y la mejora del desarrollo de la competencia indagada de los estudiantes de su estudio. También está el de Trujillo (2020) que demostró la efectividad del uso de los simuladores virtuales en la mejora del aprendizaje del curso de física. Finalmente, está el trabajo de Bendezú y Romero (2022), que demostraron que el desarrollo de la competencia Indaga de Ciencia y Tecnología tenía mejores resultados con el uso del flipped classroom. Si bien es cierto, el flipped classroom no es necesariamente un laboratorio virtual sino, un enfoque pedagógico que se nutre de herramientas como el laboratorio virtual, si que respalda de alguna manera el resultado, porque está directamente relacionado con este tipo de herramientas virtuales.

Por otra parte, los resultados de ambos grupos también demuestran que, dadas sus características, el uso de los laboratorios virtuales como el PhET posee mayores ventajas en costo, tiempo, aforo y maniobrabilidad, en relación a los laboratorios tradicionales. En el experimento, los estudiantes del grupo de control mantuvieron sus resultados en comparación a los del experimental

que subieron considerablemente sus porcentajes de éxito. Autores como Silva y Morán-Mirabal, (2022) o Infante (2014) ya habían dedicado abundante literatura científica sobre las mayores características pedagógicas de los laboratorios virtuales en comparación a los tradicionales. La practicidad a la hora de manipular los experimentos; la mayor interactividad entre los estudiantes; la facilidad en la conexión remota; la máxima seguridad en su uso; su uso práctico; el aforo mayoritario y su uso ilimitado sin mayores costes que los laboratorios físicos han demostrado que no solo permiten un mayor desarrollo de las competencias de Ciencia y Tecnología, sino ventajas convenientes (Magana y Coutinho, 2017; Silva y Morán-Mirabal, 2022).

Finalmente, otra de las ventajas que se ha encontrado es que permite también el desarrollo y reforzamiento de capacidades digitales que son tan necesarias en la educación actual. Autores como Molina (2012) o Barrios y Olivo (2019) proponen algunos argumentos respecto a la importancia de este tipo de herramienta pedagógica en el desarrollo de competencias digitales y la revolución de la educación virtual. Por ello mismo, todos los países de Asia, Europa y Norteamérica los han integrado dentro de sus sistemas educativos porque su utilización demanda muchas ventajas en comparación a los tradicionales (Heradio et al., 2016).

Conclusiones

Los resultados demuestran que existe una relación significativa entre el uso del laboratorio virtual PhET y el desarrollo de la competencia indaga del Área de Ciencia y Tecnología en los estudiantes de la muestra. Esto significa que, a mayor uso de laboratorios virtuales, en comparación con los tradicionales, mayores serán las posibilidades de desarrollar de mejor manera la competencia indaga.

Los resultados comparativos entre el pre test y post test de ambos grupos, revelan una diferencia considerable entre el uso del laboratorio tradicional (menos eficaz) y el laboratorio virtual (más eficaz). Esto demuestra que, dadas las características de la educación virtual y mixta, el uso de los laboratorios virtuales será de uso obligatorio y masivo.

Los resultados de ambos grupos también demuestran que el uso de los laboratorios virtuales como el PhET, posee mayores ventajas en costo, tiempo, aforo y maniobrabilidad, en relación a los tradicionales. Su facilidad de manipulación en los experimentos; la interactividad entre los estudiantes; la seguridad; el aforo, su uso ilimitado y su bajo costo en comparación a los laboratorios físicos ha demostrado que permiten un mayor desarrollo de las competencias de Ciencia y Tecnología.

Por otro lado, los laboratorios virtuales permiten también el desarrollo de competencias digitales en los estudiantes que los van a manipular en el aula. Estas experiencias adicionales les van a servir para afrontar de mejor manera los retos de la educación virtual.

Referencias

Acosta, R. (2019). *Implementación de un laboratorio virtual como estrategia de enseñanza de los gases ideales en la escuela secundaria Monseñor Alberto Reyes Fonseca de Guayabetal* [Tesis de Maestría, Universidad Cooperativa de Colombia]. [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494\(14869\),6](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494(14869),6).

- Alulima, L. D. y Mena, E. V. (2021). *Chemlab y Modellus como herramientas de simulación de laboratorio virtual en Química y Física* [Tesis de Maestría, Universidad Tecnológica Indoamérica]. <http://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/2847>
- Auris, S. S. (2022). *Influencia del laboratorio virtual de biología en las competencias del área de ciencia y tecnología en los estudiantes del INAN° 18 San Ramón* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2581>
- Barrios, E. y Olivo, D. (2019). La educación a distancia como oportunidad de equidad y democratización en el Perú. En C. Rama y M. Morocho (eds), *Prospectiva de la Educación a Distancia en América Latina y el Caribe* (171-198). Observatorio de Educación Virtual, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Calidad en ESAD y Universidad Técnica Particular de Loja. <https://drive.google.com/file/d/1exOadRGcq0pgdGoA6nokXiodwyHjbBVA/view>
- Bendezú, G. y Romero, C. T. (2022). *Aula invertida para desarrollar la competencia Indaga mediante métodos científicos* [Tesis de Pregrado, Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública Monterrico]. <https://hdl.handle.net/20.500.12905/2083>
- Coll, C. y Monereo, C. (2008). *Psicología de la educación virtual. Enseñar y aprender con las tecnologías de la información y la comunicación*. Editorial Morata.
- Colorado University (2023). *PhET Physics Education Technology*. Universidad de Colorado. https://phet.colorado.edu/es_PE/
- Conde, M., Sanchez, E., Rico, R., Frias, O. y Romero, S. (2019). El laboratorio virtual de física, un entorno B-Learning para el desarrollo de competencias en ciencias naturales. *Revista Espacios*, 40 (36). 29. hdl.handle.net/11323/7320
- Escobar, O. A. y Augusto, C. (2019). *Uso didáctico del laboratorio virtual y su influencia en el aprendizaje de las unidades químicas de masa por competencias en estudiantes de los grados 10 y 11 en la Escuela secundaria Fe y Alegría Aures de Medellín* [Tesis de Maestría, Universidad Norbert Wiener]. <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/3520>
- Glasse, J., y Magalhães, F. D. (2020). Virtual labs - love them or hate them, they are likely to be used more in the future. *Education for Chemical Engineers*, 33. 76-77. DOI:10.1016/j.ece.2020.07.005
- Heradio, R., De La Torre, L., Galan, D., Cabrerizo, F. J., Herrera-Viedma, E., y Dormido, S. (2016). Virtual and Remote Labs in Education: a Bibliometric Analysis. *Computers & Education*, 98, 14-38. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.010>
- Infante, C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 19(62), 917-937. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662014000300013&lng=es&tlng=es.
- Magana, A. J., y Coutinho, G. S. (2017). Modeling and simulation practices for a computational thinking-enabled engineering workforce. *Computer Applications in Engineering Education*, 25(1), 62-78. <https://doi.org/10.1002/cae.21779>

MINEDU (2015). *Rutas del Aprendizaje Versión 2015 ¿Qué y cómo aprenden nuestros estudiantes?* Ministerio de Educación.

MINEDU (2017). *Currículo Nacional de la Educación Básica*. Ministerio de Educación

Molina, J. (2012). Herramientas virtuales: laboratorios virtuales para ciencias experimentales - una experiencia con la herramienta. J.D. Teruel, M.T. Tortuosa y N. Pellín (coords) VCL. X *Jornades de Xarxes D'investigació en Docència Universitària*. (pp. 2689-2702). Universidad de Alicante. web.ua.es/es/ice/jornadas-redes-2012/documentos/posters/245405.pdf

Pérez-Higuera, G. D., Niño-Vega, J. A., y Fernández-Morales, F. H. (2020). Estrategia pedagógica basada en simuladores para potenciar las competencias de solución de problemas de física. *Aibi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 8(3), 17-23. <https://doi.org/10.15649/2346030X.863>

Pizzonia, M. y Rimondini, M. (2016). Netkit: Network emulation for education. *Software-Practice & Experience*, 46(2), 133-165. <https://doi.org/10.1002/spe.2273>

Safitri, L. N., Fahrudin y Jumadi (2020). Comparison of student's science process skills after using learning an experimental and virtual laboratory on Archimedes Laws. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440, The 5th International Seminar on Science Education. Yogyakarta, Indonesia. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012079>

Sandoval, M., Moreno, J. y Mora, C. (2011). Uso de simuladores PhET para la enseñanza del comportamiento de gases ideales. *Lat.-Amer. J. of Phys. Educ.*, 15(1), 13131-13136. http://www.lajpe.org/mar21/15_1_13.pdf

Sanz, M. D., Martínez, E. y Pernas, E. (2010). Innovación con TIC y cambio sostenible. Un proyecto de innovación colaborativa. *Revista de Curriculum y Formación del Profesorado*, 14(1), 319-336. <http://www.ugr.es/local/recfpro/rev141ART17.pdf>

Silva, G. y Morán-Mirabal, L. F. (2022). Los laboratorios virtuales y su contribución al futuro de la educación. *Institute for the Future of Education Tecnológico de Monterrey*. <https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/laboratorios-virtuales-y-su-contribucion-al-futuro-de-la-educacion/>

Trujillo, W. M. (2020). *Programa de simuladores virtuales para mejorar el aprendizaje en el curso de Física Elemental en la competencia de indagación mediante método científico para construir conocimiento; en los estudiantes de 5to año de secundaria de la I.E.P. "Rosa María Checa", Chiclayo 2018*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Pedro Ruiz gallo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/5818>

UNESCO. (2000). *Informe de la Reunión de Expertos sobre Laboratorios Virtuales, París: UNESCO*. <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001191/119102s.pdf>

UNESCO (2020). *Educación: del cierre de la escuela a la recuperación*. *Unesco.org*. <https://www.unesco.org/es/covid-19/education-response>

- Velásquez, Y. L. (2022). *Simulador virtual para el aprendizaje de la física elemental en estudiantes de secundaria de la Escuela secundaria "Jesús Maestro", 2020* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3965>
- Vidal, M. (29 de mayo de 2019). *La educación del futuro. Desde 2020 al 2050* [Entrada de Blog]. <https://www.marcvidal.net/blog/2019/5/29/la-educacion-futuro-2020-2050>
- Zapana, N. R. (2021). *Software de google classroom para mejorar la competencia indaga en los estudiantes del tercer grado de educación secundaria de la Escuela secundaria "Américo Garibaldi Gherzi" de la provincia de Ilo, 2018* [Tesis de Maestría, Universidad José Carlos Mariátegui]. <https://hdl.handle.net/20.500.12819/1258>
- Zulkifli, Z., Azhar, A., y Syaflita, D. (2022). Application Effect of PhET Virtual Laboratory and Real Laboratory on the Learning Outcomes of Class XI Students on Elasticity and Hooke's Law. *Journal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 401-407. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i1.1274>

