



XVI
Congreso Nacional de
Investigación Educativa
CNIE-2021

Aprendizaje de ciencias mediante simulaciones de laboratorio en una plataforma virtual: valoración desde la perspectiva de estudiantes de nivel medio superior

Javier Fernández de Castro de León

Universidad Panamericana, campus Aguascalientes

jfernandezc@up.edu.mx

José Luis Dávila Delgado

Cumbres International School Aguascalientes

jdavila@edu.cumbresaguascalientes.com

Área temática 06. Educación en campos disciplinares.

Línea temática: Papel de las tecnologías en los procesos educativos, en el marco de los saberes específicos de un campo de conocimiento disciplinar.

Tipo de ponencia: Reporte final de investigación.



Resumen

Las metodologías activas son mecanismos implementados por los docentes para favorecer la movilización de competencias en los alumnos, quienes poseen un rol protagónico en el proceso de aprendizaje. Una de éstas son las simulaciones, mediante las cuales los estudiantes asumen roles para resolver problemas del contexto o experimentar situaciones. Dentro del campo de las ciencias, las simulaciones se han desarrollado básicamente a través de las prácticas en laboratorios físicos, permitiendo a los estudiantes aplicar los contenidos teóricos en experimentos reales y controlados o dirigidos por personal calificado. No obstante, en los últimos años los avances tecnológicos han provocado el surgimiento de plataformas virtuales que ofrecen simulaciones de laboratorio, como lo es Labster. El objetivo general de este estudio consistió en valorar la plataforma Labster desde la perspectiva de los alumnos de educación media superior, en cuanto a tres dimensiones: (a) motivación, (b) pertinencia pedagógica de la plataforma, y (c) eficacia percibida. Para ello se desarrolló un estudio cuantitativo, con diseño no experimental, de tipo transversal y alcance exploratorio y descriptivo. Participaron 118 estudiantes de bachillerato de una institución particular de Aguascalientes, a quienes se les aplicó un instrumento orientado a medir la valoración para las tres dimensiones antes mencionadas. El análisis psicométrico reflejó buenos niveles de confiabilidad y validez de constructo en el instrumento. Los resultados evidencian que los alumnos valoran positivamente la plataforma, considerando que su uso es sencillo, brinda buena retroalimentación para el aprendizaje y los pasos ordenados para el desarrollo de las simulaciones. Como principales limitaciones se identifican la claridad y suficiencia de contenidos teóricos que incluye la plataforma, lo que revela la valoración positiva de la intervención docente.

Palabras clave: Innovación educativa, simulación, plataforma virtual, educación media superior, México.

Introducción

Desde principios del siglo XXI el enfoque educativo de México ha estado centrado en el desarrollo de competencias, entendidas éstas como un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes integrados de modo armónico, que llevan al sujeto a tener desempeños pertinentes en contextos diferenciados. La Dra. Laura Frade (Pacheco-Rocha, 2014) explica que este enfoque tiene fundamentos constructivistas, posicionando al estudiante como principal protagonista del proceso de aprendizaje, orientándose no sólo a su cognición, sino a su actuación en los distintos contextos en los que se desenvuelve.

La movilización de competencias, así como el logro eficaz de resultados de aprendizaje, implican un replanteamiento del quehacer didáctico del docente, quien, al dejar de ser el protagonista, como ocurría en el enfoque tradicional, se convierte en un guía o facilitador de metodologías activas, entendidas como los métodos de aprendizaje que promueven el desarrollo de competencias (Pimienta, 2012). Dentro de éstas encontramos numerosas propuestas, como el aprendizaje basado en proyectos, el estudio de casos, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en servicios, las simulaciones, entre otras.

Pese a las diferencias que las metodologías activas tienen entre sí, hay algunos rasgos en común, como el hecho de demandar del estudiante un rol protagónico para el aprendizaje activo, la transversalidad o interdisciplinariedad de saberes, la transferencia de los aprendizajes a contextos o situaciones reales (o plausibles de ser reales), así como el trabajo colaborativo. En este sentido, el estudiante no recibe y repite saberes de modo pasivo, sino que los construye a través de la experiencia, siendo capaz de replicarlos autónomamente en situaciones diversas en los distintos contextos de su vida. Otro rasgo que tienen en común es que requieren que el alumno desarrolle la habilidad para autorregular su aprendizaje, implicando lo anterior la presencia de actitudes positivas y motivadas para el aprendizaje, el desarrollo de estrategias cognitivas, así como la aplicación de estrategias de acciones de autoevaluación y regulación metacognitiva (Fernández-de-Castro, Ramírez-Ramírez y Rojas-Muñoz, 2021).

La simulación, como metodología activa, se entiende como una estrategia que busca representar situaciones de la vida real en las que los estudiantes participan actuando roles, a fin de dar solución a un problema, o bien, para experimentar una situación determinada. Entre sus bondades se encuentra que favorece prácticas innovadoras, permite resolver problema y fomenta aspectos como la transferencia de conocimientos, la metacognición, el aprendizaje cooperativo, el liderazgo positivo, la autonomía, el acercamiento a la realidad laboral y profesional, así como la comprensión de los problemas sociales y sus múltiples causas (Pimienta, 2012).

Si bien la simulación es una metodología susceptible de ser aplicada en distintas áreas del conocimiento, para fines de este estudio se contextualizará dentro del campo del aprendizaje de las ciencias, mismas que se enseñan en México desde temprana edad. De acuerdo con los Planes y Programas de Estudios oficiales, la enseñanza de las ciencias trae de manera implícita la implementación de prácticas de laboratorio, cuyo objetivo es situar al estudiante en el trabajo cotidiano del científico. Por lo general han sido desarrolladas en aulas especiales,

con modalidad presencial, bajo la guía de profesores o tutores capacitados para ello. Su aplicación permite promover igual importante al aprendizaje de conceptos, como procedimientos y actitudes (López y Tamayo, 2012). No obstante, los avances tecnológicos han promovido innovación educativa, surgiendo recientemente los laboratorios virtuales utilizados para fines educativos.

Los laboratorios virtuales son una experiencia de aprendizaje que simula una experiencia auténtica de laboratorio real a través de la realidad virtual la cual puede darse en 2D o incluso en 3D. Tal y como sucede en una experiencia tradicional de laboratorio, apoyan la impartición de las ciencias a través de la enseñanza y descubrimiento de conceptos, la familiarización con equipos característicos de laboratorio y sobre todo con actividades que ayudan a la comprensión del método científico. Es sabido por todos que jugando se aprende mejor, y que la utilización de simuladores en algunas profesiones es algo habitual. Pero su uso en la ciencia es muy limitado aún. La idea de laboratorios virtuales está ganando terreno a medida que las empresas e instituciones intentan ampliar su alcance, reducir costes, mejorar la comprensión de los estudiantes y proporcionar un tipo diferente de formación práctica para los futuros científicos.

Labster es una de las empresas que más destacan en la oferta de laboratorios virtuales para apoyar la enseñanza de las ciencias actualmente. Importantes universidades han incorporado estas simulaciones en sus cursos tradiciones de ciencias, como la Universidad Estatal de Arizona (ASU) y la Universidad de Texas en San Antonio, entre otras. A diferencia de otras plataformas, las simulaciones de Labster tienen sombras y luces, y permiten a los usuarios “caminar”. Se permite navegar por un espacio 3D. Dr. One, una voz en off robótica, guía a los usuarios a través de las tareas, desde ponerse una bata de laboratorio, unos guantes, manipular un microscopio electrónico, hasta trabajar con el ADN. El usuario puede replicar movimientos físicos como imitar la toma de una pipeta y agregarle una punta, y después de haberla usado tener que desecharla. Las diferentes opciones de proyectos están llenas de personajes que te hablan, los detalles y gráficos tipo videojuego ayudan a mejorar la calidad de inmersión. El objetivo es ofrecer una verdadera experiencia inmersiva. El conjunto de simulaciones de Labster abarca desde una práctica de seguridad básica en el laboratorio hasta procedimientos que implican el desarrollo de investigación de cáncer o cultivo de tejidos (Labster, 2021).

A la luz de lo anterior, el objetivo general de este estudio consiste valorar desde la perspectiva de estudiantes de educación media superior el aprendizaje de ciencias mediante simulaciones de laboratorio en una plataforma virtual (Labster). Dicha valoración se plantea en función de tres perspectivas: (a) motivación, (b) pertinencia pedagógica de la plataforma, y (c) eficacia percibida.

Desarrollo

En atención al objetivo de investigación se desarrolló un estudio cuantitativo con diseño no experimental, de tipo transversal y con alcance exploratorio y descriptivo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Fue no

experimental, ya que no se desarrolló un tratamiento como tal. Se trató de una investigación transversal, ya que se hizo una sola medición. El alcance fue exploratorio y descriptivo, debido a que no se identificaron estudios previos con este planteamiento.

La recolección de datos contempló a los estudiantes 10° y 11° grado (1° y 2° año de bachillerato) de un centro escolar privado de Aguascalientes (México). El muestreo se realizó a juicio de los investigadores, descartando a los estudiantes de 12° grado, quienes debido a la selección del área terminal (A1 = Físico-matemático, A2 = Económico-administrativo, A3 = Bioquímica y ciencias de salud, y A4 = Humanidades) cursaban asignaturas diversas. En este caso, la población estudiantil de bachillerato estaba constituida por 178 estudiantes, quedando incluidos en la muestra un total de 118 (61 mujeres y 57 varones).

La recolección de datos se hizo a través de un instrumento diseñado para fines de la investigación. Constó dos secciones: la primera con reactivos orientados a variables de contraste (edad, sexo, grado, entre otros), y la segunda con una escala tipo Likert de cinco niveles con 18 reactivos, orientados a la medición de los indicadores de los tres rubros de interés: D1. Motivación, D2. Pertinencia pedagógica de la plataforma, y D3. Eficacia percibida. En la Tabla 1 se presenta el sistema de indicadores que orientó el diseño del instrumento.

Previo aplicación del instrumento se revisó su validez de contenido a través del método jueceo de expertos. Para ello, se solicitó el apoyo de tres expertos de didáctica, innovación educativa e investigación, evaluar la congruencia ítem-indicador, la suficiencia de reactivos y la redacción. Las valoraciones fueron positivas en los tres casos, recibiendo retroalimentación exclusivamente en cuestiones de redacción de algunos ítems, en consideración del público estudiantil al que iban dirigidos. Dichas sugerencias se atendieron.

La aplicación del instrumento se hizo a través de un formulario electrónico (Google Formularios), en una sesión sincrónica por Google Meet, en la que el profesor de ciencias de la institución educativa aseguró que las condiciones fueran pertinentes. La participación de los alumnos fue voluntaria e informada, los datos recabados confidenciales y todo el proceso se realizó con previa autorización de las autoridades escolares. La aplicación se hizo después de cuatro meses de haber utilizado sistemáticamente la plataforma Labster, en la que los estudiantes realizaron simulaciones virtuales de prácticas de laboratorio para las materias de Ciencias que cursaban. La recolección se realizó específicamente la segunda semana de diciembre de 2020.

Los datos recabados se procesaron en el software SPSS 27 (IBM). El análisis se orientó a dos aspectos: (a) el análisis psicométrico del instrumento, y (b) el análisis descriptivo de los resultados en congruencia al objetivo de investigación.

En cuanto al análisis psicométrico del instrumento, se revisaron la confiabilidad y validez de constructo. Respecto a la confiabilidad se utilizó el método Alpha de Cronbach, observando buenos niveles de consistencia interna en las subescalas ($\alpha(D1) = 0.884$, $\alpha(D2) = 0.896$ y $\alpha(D3) = 0.887$), así como en la escala en general ($\alpha = 0.949$). Al estar los valores por arriba de 0.7, se concluyó que el instrumento contaba con consistencia interna (Nunnally y Bernstein, 1994).

La validez de constructo se revisó a través del método correlación ítem-dominio, calculando coeficientes no paramétricos de correlación (Rho de Spearman) entre los reactivos (variables ordinales) y los puntajes de sus respectivas dimensiones (variables cuantitativas). Las significancias en todos los casos fueron de .000, y las fuerzas de correlación oscilaron entre 0.635 y 0.870, siendo de moderadas a fuertes desde los criterios propuestos por Dancey y Reidy (Akoglu, 2018). Estas evidencias permitieron suponer que el instrumento contaba con validez de constructo.

Habiendo identificado que el instrumento poseía buenas propiedades psicométricas, se procedió con el análisis de los resultados. Primeramente, se calcularon los puntajes por reactivo, mismos que se presentan en la Tabla 2 acomodados de forma descendente. Se puede apreciar que las tres principales fortalezas correspondieron a la D2 (Pertinencia pedagógica de la plataforma), tratándose de los reactivos 10 (Considero que los pasos que se van dando en las simulaciones están debidamente ordenados), 11 (A lo largo de las simulaciones recibo retroalimentación que permite mejorar mis aprendizajes) y 7 (Considero que es fácil utilizar la plataforma Labster). En cuanto a las limitaciones también correspondieron a la D2 (Pertinencia pedagógica de la plataforma) y a la D3 (Eficacia percibida), abarcando los reactivos 9 (Los contenidos teóricos que se incluyen en las simulaciones son fáciles de entender), 12 (La explicación teórica que se brinda en la simulación es suficiente para aprender los temas) y 5 (Considero que aprendo más con Labster que con una clase expositiva).

A fin de poder profundizar en el análisis, se prosiguió con el cálculo de puntajes por dimensión. Los resultados se presentan en la Tabla 3. Se aprecia que la dimensión con mayor puntaje fue D2 (Pertinencia pedagógica), seguida de D3 (Eficacia percibida), siendo la de menor puntaje la D1 (Motivación). No obstante, cabe destacar que las diferencias son mínimas. Asimismo, considerando que los valores de la escala oscilaban entre 1 y 5, y los valores de las dimensiones estuvieron cercanos a 4, se puede concluir que los estudiantes tienden a valor de modo aceptable la motivación, pertinencia pedagógica y eficacia de la plataforma.

Conclusiones

Los avances tecnológicos han podido capitalizarse en el ámbito educativo a través de la generación de recursos orientados al aprendizaje de los estudiantes. No obstante, para asegurar su eficacia y eficiencia, es fundamental desarrollar investigaciones, a fin de identificar si tales atributos de calidad son, en efecto, realidades. De este modo la innovación educativa podrá llevar un rumbo encaminado a la calidad y favorecer la movilización de competencias de los estudiantes. En este sentido, este estudio ha contribuido con esta convicción, al contemplar una valoración de un recurso tecnológico (Labster) dirigido al aprendizaje de las ciencias, consistente en una plataforma virtual que ofrece la realización de simulaciones de laboratorio.

Resulta interesante observar que los estudiantes valoran positivamente el recurso, respecto a la motivación que les genera su uso, su pertinencia pedagógica, así como la eficacia percibida respecto a los aprendizajes

desarrollados a través de ésta. Sin embargo, contrasta el hecho de que, pese a dicha valoración, no desestiman la intervención docente, inclusive ante experiencias expositivas de enseñanza. Lo anterior permite suponer que el recurso didáctico jamás rebasará en relevancia el rol trascendente del docente.

El aprendizaje de las ciencias, así como el del resto de áreas del conocimiento, contempla facetas teóricas y prácticas. A la luz de los resultados revelados por este estudio exploratorio, se identifica que la realización de simulaciones de laboratorio en plataformas virtuales tiende a favorecer más el desarrollo de los aprendizajes de carácter práctico, mas no el de los teóricos, que desde la voz de los alumnos parecieran ser mejor consolidados a través de la intervención docente. Importante aclarar que la afirmación anterior refleja tan sólo una hipótesis que emerge del estudio, y que habría de comprobarse a través de algún futuro estudio que involucre una muestra de mayor tamaño y representativa de la población mexicana, a fin de posibilitar generalizaciones.

Tablas y figuras

Tabla 1. Sistema de indicadores del instrumento de medición

Variables	Indicadores	Reactivos
D1. Motivación	1.1. Interés por realizar actividades de la plataforma	1, 3, 4, 6
	1.2. Utilidad para aprender los contenidos de la materia	2,5
D2. Pertinencia pedagógica de la plataforma	2.1. Organización pertinente de componentes pedagógicos que facilita el uso de la plataforma	7, 8, 10, 11
	2.2. Claridad en los contenidos teóricos que implica la plataforma	9, 12
D3. Eficacia percibida	3.1. Logro de aprendizajes y desarrollo de autoeficacia en el aprendizaje	13,18
	3.2. Desarrollo de habilidades cognitivas, metacognitivas y hábitos académicos	14, 15, 16, 17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Puntajes por reactivo

Reactivo	Media	Desv. Est.	Dimensión
10. Considero que los pasos que se van dando en las simulaciones están debidamente ordenados	4.10	0.900	D2
11. A lo largo de las simulaciones recibo retroalimentación que me permite mejorar mis aprendizajes	4.07	0.940	D2
7. Considero que es fácil utilizar la plataforma Labster	4.03	1.050	D2
4. Me mantengo concentrado en las actividades de las simulaciones	3.97	0.901	D1
8. Entiendo los procesos que se deben seguir para realizar las simulaciones	3.97	0.991	D2
1. Las actividades de la plataforma Labster me parecen interesantes	3.96	1.008	D1
14. Las simulaciones me ayudan a desarrollar mi capacidad de análisis	3.95	0.986	D3
13. Las simulaciones me permiten generar aprendizajes reales de los temas abordados	3.90	0.955	D3
2. Las simulaciones de la plataforma permiten aprender los temas de la materia correspondiente	3.87	0.983	D1
15. Las simulaciones me ayudan a resolver problemas reales sobre temas científicos	3.87	1.067	D3
3. Disfruto llevar a cabo las simulaciones de la plataforma	3.86	1.119	D1
17. Considero que el uso de Labster favorece mi desempeño académico	3.81	1.070	D3
18. Considero que el uso de Labster facilita mi capacidad para aprender ciencias	3.81	1.070	D3
6. Me gusta que el profesor nos asigne simulaciones en Labster	3.75	1.169	D1
16. Las actividades realizadas a través de las simulaciones me hacen reflexionar sobre el modo en el que aprendo ciencias	3.62	1.078	D3
9. Los contenidos teóricos que se incluyen en las simulaciones son fáciles de entender	3.50	1.044	D2
12. La explicación teórica que se brinda en la simulación es suficiente para aprender los temas	3.49	1.130	D2
5. Considero que aprendo más con Labster que con una clase expositiva	3.13	1.271	D1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Puntajes por dimensión

	Estadísticos		
	D1	D2	D3
Media	3,7571	3,8602	3,8277
Desv. Desviación	,86112	,77010	,84280

Fuente: Elaboración propia

Referencias

- Akoglu, H. (2018). User's guide to correlation coefficients. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, 18, 91-93. doi: 10.1016/j.tjem.2018.08.001
- Fernández-de-Castro, J., Ramírez-Ramírez, L.N., y Rojas-Muñoz, L.M. (2021). Desarrollo de la autorregulación del aprendizaje en educación secundaria y media superior ante la contingencia de la COVID-19. *Revista Panamericana de Pedagogía*, 31, 119-148. Recuperado de: <https://revistas.up.edu.mx/RPP/article/view/2122/1802>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.

Labster (2021). About Labster: What is Labster? Recuperado de: <https://www.labster.com/about/>

López, A.M., y Tamayo, O.E. (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>

Nunnally, J. C. & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.

Pacheco-Rocha, L.E. (2014, septiembre, 7). Definición de competencia – Laura Frade. [Video]. Youtube. Recuperado de <https://youtu.be/WvumJRgtFpU>

Pimienta, J.H. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje*. México: Pearson Educación.