



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.12

OCTUBRE - DICIEMBRE 2024

Artículo Científico

236 - 248



ARTÍCULO
Científico

IMPACTO DE LA METODOLOGÍA ACODESA Y LA EXPERIMENTACIÓN VIRTUAL CON GEOGEBRA Y PHET PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA CINEMÁTICA

IMPACT OF THE ACODESA METHODOLOGY AND VIRTUAL EXPERIMENTATION WITH GEOGEBRA AND PHET ON MEANINGFUL LEARNING IN KINEMATICS

Gricelda Patricia Vargas López¹

gricelda.vargaslpz@uanl.edu.mx

ORCID: 0009-0002-6109-9916

Elizabeth Guajardo García²

elizabeth.guajardogr@uanl.edu.mx

ORCID: 0009-0002-8089-9636

Miguel Ángel Martínez Martínez³

miguel.martinezmrt@uanl.edu.mx

ORCID: 0009-0003-5894-9665

^{1,2,3} Universidad Autónoma de Nuevo León-México

Aceptación: 16 de Diciembre del 2024

Publicación: 31 de Diciembre del 2024

RESUMEN

Se presenta una propuesta didáctica ante la demanda institucional de contribuir al aprendizaje significativo en los conceptos de física en 40 estudiantes de cinemática del segundo semestre de la Preparatoria 25 de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México (UANL). Un estudio cualitativo, de tipo investigación-acción, con énfasis en los principios de la socioformación, el cual se desarrolló aplicando la metodología ACODESA (Aprendizaje Colaborativo, Debate Científico y Autorreflexión), la experimentación virtual, mediante las plataformas GeoGebra y PhET, entrevistas y encuestas. Se identificó que el alumno desarrolló la capacidad para utilizar la lógica en las discusiones, argumentar sus respuestas y llegar a conclusiones individuales y grupales, potenció la comprensión de conceptos cinemáticos y facilitó en gran medida el proceso de enseñanza de la cinemática. El aprendizaje mediado por la experimentación virtual y la metodología ACODESA, disminuyó los índices de reprobación, con relación a los tres periodos educativos de años anteriores, destacando una disminución del 50 % (Índice de Reprobación Ordinario). Se recomienda implementar la Propuesta de Plan de Acción y Evaluación de Resultados de la Experimentación Virtual para fomentar el aprendizaje significativo de la cinemática en los estudiantes de la asignatura de física en las instituciones educativas de Nivel Medio Superior (NMS).

Palabras clave: Experimentación virtual; GeoGebra; metodología ACODESA; aprendizaje significativo; aprendizaje colaborativo; física

ABSTRACT

A didactic proposal is presented in response to the institutional demand to contribute to meaningful learning of physics concepts among 40 kinematics students in their second semester at Preparatoria 25 of the Universidad Autónoma de Nuevo León, Mexico (UANL). This qualitative, action-research study emphasized the principles of socioformation and was conducted using the ACODESA methodology (Collaborative Learning, Scientific Debate, and Self-reflection), virtual experimentation through the GeoGebra and PhET platform, interviews and surveys. It was identified that students developed the ability to use logic in discussions, justify their answers, and reach individual and group conclusions. Moreover, the approach enhanced the understanding of kinematic concepts and significantly facilitated the teaching process of kinematics. Learning mediated by virtual experimentation and the ACODESA methodology reduced failure rates compared to the three previous academic periods, with a notable 50% decrease in the Ordinary Failure Rate. It is recommended to implement the Action Plan Proposal and the Evaluation of Virtual Experimentation Results to promote meaningful learning of kinematics among physics students in upper-secondary educational institutions (NMS).

Keywords: Virtual experimentation; GeoGebra; ACODESA methodology; meaningful learning; collaborative learning; physics

IMPACTO DE LA METODOLOGÍA ACODESA Y LA EXPERIMENTACIÓN VIRTUAL CON GEOGEBRA Y PHET PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA CINEMÁTICA

Miguel Ángel Martínez Martínez
ORCID:0000-0002-3847-0554

Elizabeth Guajardo García
ORCID:0000-0002-3847-0554

Gricelda Patricia Vargas López
ORCID: 0009-0002-6109-9916

<https://revista.scienceevolution.com/>





INTRODUCCIÓN

La comisión económica para América Latina y el Caribe y la Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura acordaron que la transformación educativa es necesaria para desarrollar capacidades en los alumnos, de innovación, creatividad, integración, de adaptación a los cambios y solidaridad; por lo que las escuelas deben fortalecer estas capacidades requeridas en la sociedad y realizar un cambio en los modelos de educación, en la calidad, equidad y pertinencia del sistema educativo (Becerra et al., 2014; Ruiz, 2016).

Para el proceso de cambio, la Secretaría de Educación Pública de México (SEP), junto con las Secretarías de Educación de todas las entidades federativas, así como casi todas las universidades autónomas, han instrumentado una política de largo plazo para elevar la calidad de la educación. En ese marco, se ha llevado a cabo la Reforma Integral de la Educación Media Superior (Razo, 2018), que tiene entre sus principales propósitos impulsar un cambio cualitativo, orientándola hacia el desarrollo de competencias, así como una mejora en la organización y las condiciones de operación de los planteles (Razo, 2018).

Dado que el proceso educativo se realiza en ámbitos y condiciones muy variadas, con una diversidad de modelos educativos, necesariamente este cambio se irá concretando por etapas durante cierto tiempo, pasando por el nivel de subsistema y de plantel, hasta que llegue al más importante, que es el nivel del aula (Razo, 2018).

Educar en ciencias según Area (2004), implica que el alumno aprenda significados, a interpretar el mundo, a manejar conceptos, leyes, teorías, a razonar científicamente y a solucionar problemas. Es por esto por lo que el aprendizaje de las ciencias debe realizarse desde una perspectiva teórica y experimental.

Un medio de experimentación virtual, según Molina (2012), ofrece múltiples propuestas de aprendizaje al permitir la construcción mental de un modelo a escala de la situación, así como su comprensión y solución de forma competente. Asimismo, este sistema debe favorecer la comprensión, el logro del aprendizaje y la resolución de problemas a través de la visualización de los fenómenos estudiados (Chi, 2006; Aldrich, 2005), debe desarrollar capacidades de observación, intuición, manipulación, exploración, toma de decisiones y capacidades que favorecen la apropiación de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Prendes y Castañeda (2010), destacan la relevancia de la experimentación virtual, porque esta se centra en la rapidez con la que permite el acceso a la información, la estimulación del aprendizaje basado en las asociaciones e interconexiones de la información, el aprendizaje activo mediante representaciones, el uso de capacidades en la construcción del conocimiento, toma de decisiones y comunicación de conocimientos.

Además, Kerckhove (1995) afirma que la realidad virtual aporta una forma de proyectar el sistema nervioso electrónicamente. En ese contexto, para Long et al. (2024), la tecnología de realidad virtual posee características como inmersión, interactividad, imaginación e inteligencia, permitiendo la simulación de escenarios y equipos de trabajo reales, lo que proporciona a los alumnos espacios de aprendizaje altamente abiertos y les ayuda a cultivar sus habilidades prácticas, así como su pensamiento innovador.

La experimentación que se desarrolla en los laboratorios de realidad virtual (VR), brindan la oportunidad de experimentar con fenómenos no observables (p. ej., radiación), manipular variables (p. ej., rayos de luz) y otros parámetros (p. ej., tiempo, dimensiones espaciales, presentaciones de datos) y de interactuar con conceptos abstractos (p. ej., representaciones simbólicas de la luz). Además, brindan acceso a múltiples usuarios, son eficientes en términos de costos y seguridad, y minimizan los errores de prueba (Pavlou, 2024).

En consecuencia, la educación virtual debe aplicarse como un nuevo mediador didáctico desde una perspectiva orgánica que busque un equilibrio entre la enseñanza tradicional y virtual. De esta manera, las metodologías de ambas modalidades de aprendizaje se complementan para que los alumnos aprovechen las oportunidades únicas de aprendizaje que ofrece la VR (Santilli et al. 2024). En respuesta a esto surge el concepto de blended learning (BL), conocido también como "aprendizaje combinado", refiriéndose a la integración de la enseñanza presencial y en línea (Dziuban et al. 2018).

En ese marco, es congruente mencionar cómo se genera el Aprendizaje Significativo, el cual ocurre cuando una nueva información se conecta con un concepto relevante preexistente en la estructura cognitiva del estudiante. Este enfoque destaca la importancia de la interacción entre la



nueva información y los esquemas existentes en la mente del alumno, lo que facilita una comprensión profunda y duradera (Ausubel, 1983). También es relevante comprender la aplicación del concepto de aprendizaje mediado y al mediador, originados por la teoría sociocultural de Vygotsky (1979), en donde los mediadores son instrumentos que transforman la realidad. Esta teoría la dirige a través de la zona de desarrollo potencial para lograr aprendizajes duraderos y el desarrollo óptimo en las capacidades de estudiantes, con ayuda de profesores o estudiantes de niveles más avanzados, quienes actúan como mediadores de los aprendizajes del estudiante, a la vez que se contribuye a la incorporación de valores, actitudes, competencias y formas de percibir el mundo.

En ese sentido, Pozo (1999) indica que “aprender, es construir modelos para interpretar la información que recibimos”, afirmando que el aprendizaje básicamente consiste en una reestructuración de los conocimientos anteriores, más que en la sustitución de unos conocimientos por otros. La enseñanza debe estar centrada en la adquisición de aprendizajes significativos, lo que significa que, cuando un estudiante adquiere algún conocimiento, este automáticamente lo habilita para aplicarlo.

Por otro lado, la educación basada en competencias es una modalidad que permite formar al educando a partir de normas de competencia laboral o profesional obtenidas de los requerimientos del sector productivo o de servicios (ANUIES, 2018). Su metodología está basada en saber hacer (Colmena & Sánchez 1995). Por ello, esta investigación promueve el modelo educativo por competencias, tal como lo impulsa Tobón (2013), orientado al alumno de física y adaptado a la currícula educativa de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) para el Nivel Medio Superior (NMS), desde el marco de la Reforma de Educación Media Superior (Razo, 2018). Por consiguiente, las asignaturas de ciencias exactas en preparatoria de la UANL, específicamente física, arrojan resultados bajos en las evaluaciones, por lo que se buscan nuevas formas de enseñar y aprender esta asignatura.

En respuesta al déficit de aprendizaje detectado, se aplicó la metodología ACODESA (aprendizaje en colaboración, debate científico y autorreflexión) de Hitt y Cortés (2014), la cual resalta por ser una adaptación a un acercamiento sociocultural (Vygotsky, 1979) del aprendizaje mediado de las matemáticas, a través del uso del BL como herramienta de enseñanza, en la que el profesor presenta una situación-problema (Aprendizaje Basado en Problemas - ABP) que provoque la reflexión, de modo que al final de la aplicación de ACODESA, se propicie el aprendizaje significativo (Ausubel, 1983) de los modelos matemáticos en un proceso de institucionalización de los conceptos de cinemática del NMS.

Por otro lado, se seleccionó GeoGebra como herramienta tecnológica, debido a su diseño de modelos de geometría dinámica para la simulación y experimentación virtual y el aprendizaje de conceptos de cinemática. Se destaca que el programa Geogebra, es un software interactivo diseñado con mentalidad colaborativa para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas y la física en el campo de la educación, permitiendo distintas representaciones de los objetos, gráficas, algebraicas, estadísticas y de organización en tablas y planillas, así como mediante hojas de datos dinámicamente vinculadas (Geogebra, 2024). Además, PhET Interactive Simulations, un sistema en línea que proporciona simulaciones científicas y matemáticas divertidas, gratuitas, interactivas y basadas en la investigación (PhET, 2024).

Bajo esta coyuntura, el objetivo general de este estudio es implementar la metodología de aprendizaje ACODESA para propiciar el aprendizaje significativo de modelos matemáticos de fenómenos naturales de cinemática en los estudiantes de física en la preparatoria 25 de la UANL. Además, el estudio persigue los siguientes objetivos específicos: diseñar y aplicar hojas de trabajo en laboratorios virtuales con la herramienta GeoGebra, mediante la metodología ACODESA, para potenciar la comprensión de conceptos de cinemática a través de experimentación virtual; aplicar estrategias de experimentación virtual para el logro del aprendizaje significativo de modelos matemáticos de cinemática, a través de la metodología ACODESA; y determinar en qué medida facilita la experimentación virtual el proceso de enseñanza problemática de la cinemática.

Por lo tanto, este estudio busca contribuir al desarrollo de la capacidad en el alumno para asignar significados a las variables y parámetros que aparecen en las ecuaciones que modelan matemáticamente a los conceptos de cinemática en los estudiantes de física del NMS.



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.12

OCTUBRE - DICIEMBRE 2024

Artículo Científico

236 - 248

IMPACTO DE LA METODOLOGÍA ACODESA Y LA EXPERIMENTACIÓN VIRTUAL CON GEOGEBRA Y PHET PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA CINEMÁTICA

Miguel Ángel Martínez Martínez
ORCID:0000-0002-3847-0554

Elizabeth Guajardo García
ORCID:0000-0002-3847-0554

Gricelda Patricia Vargas López
ORCID: 0009-0002-6109-9916

<https://revista.scienceevolution.com/>



MÉTODO

Enfoque metodológico

Se aplicó un enfoque cualitativo, orientado a la evaluación de competencias para comprender la integración de saberes. Un paradigma de investigación, centrado en las representaciones, el cual facilita el análisis de los procesos de cambio educativo mediante estrategias metodológicas que enriquecen la comprensión y profundización de los fenómenos estudiados.

Además, se adoptó una perspectiva interpretativa, que privilegia métodos inductivos-deductivos y la flexibilidad en la construcción de categorías analíticas, las cuales pueden ajustarse según las características específicas del contexto estudiado. Esta perspectiva considera también los cambios en la percepción y comprensión del investigador durante el desarrollo del estudio (Erickson, 1997).

Diseño de estudio

Se desarrolló bajo un diseño de tipo investigación-acción, con énfasis en los principios de la socioformación, que permiten entender e interpretar las prácticas sociales (indagación crítica, sistemática y pública), así como modificarlas (acción informada, comprometida e intencionada), y enriquecerlas (propósito útil).

Se aplicó la observación como una estrategia inherente a la investigación cualitativa. Se enfocó en fenómenos educativos dentro y en relación con los contextos en que tienen lugar. Se basó en el estudio de situaciones problema y en la evaluación del resultado de las actividades didácticas sobre cinemática para la obtención y análisis de datos que permitan al investigador planificar, observar y registrar información relevante desde una perspectiva interpretativa, abierta a modificaciones según el avance del estudio y los cambios en la comprensión de los fenómenos.

Etapas metodológicas del diseño de la presente investigación

Las etapas metodológicas del diseño de investigación educativa, que condujeron al reporte de resultados de la investigación, son las siguientes:

Problematización

Diagnóstico

Diseño de una propuesta de cambio en el proceso educativo de Física de NMS

Aplicación de la propuesta metodológica

Evaluación cualitativa, cuantitativa o mixta, de resultados de las acciones educativas

Contexto de investigación

Se investigaron antecedentes y oportunidades de mejora sobre el uso de tecnología en el aula para el aprendizaje de física en el NMS, a fin de abstraer el objeto de investigación, el problema, el objetivo, sobre posibilidades educativas de los laboratorios virtuales y la metodología ACODESA como una excelente alternativa para potenciar el aprendizaje de cinemática en la física del NMS (Universidad Autónoma de Nuevo León, 2008).

Participantes

La muestra estuvo constituida por 4 grupos de estudiantes de física de segundo semestre del periodo escolar enero-junio del 2018. Cada grupo fue de 40 alumnos pertenecientes al segundo semestre de la Preparatoria 25 de la UANL, México.

Instrumentos

Se utilizaron hojas de trabajo en laboratorios virtuales, implementando una metodología de aprendizaje basado en problemas (ABP) para promover conocimientos significativos de fenómenos de cinemática, apoyados en la experimentación virtual mediante simuladores en las plataformas GeoGebra y PhET. Del mismo modo, se aplicó el ABP con la metodología educativa ACODESA. Por último, se llevaron a cabo entrevistas y encuestas.

Metodología de aprendizaje ACODESA

Etapas de la Metodología aplicadas en el estudio según Hitt y González (2015).

Etapas 1. Trabajo individual. Los alumnos se acercaron de manera individual a la comprensión de la situación problema.

Etapas 2. Trabajo en equipo. Los alumnos compararon los acercamientos a la solución del problema a través de la discusión y validación de los argumentos con sus compañeros de equipo.

Etapas 3. Debate. Los alumnos establecieron un proceso de discusión y validación de sus argumentos y procedimientos establecidos en la fase anterior, comparando argumentos con otros grupos de trabajo en una plenaria dirigida por el docente, propiciando acercamientos claros a la estructuración correcta de los conceptos, eliminando concepciones erróneas persistentes.

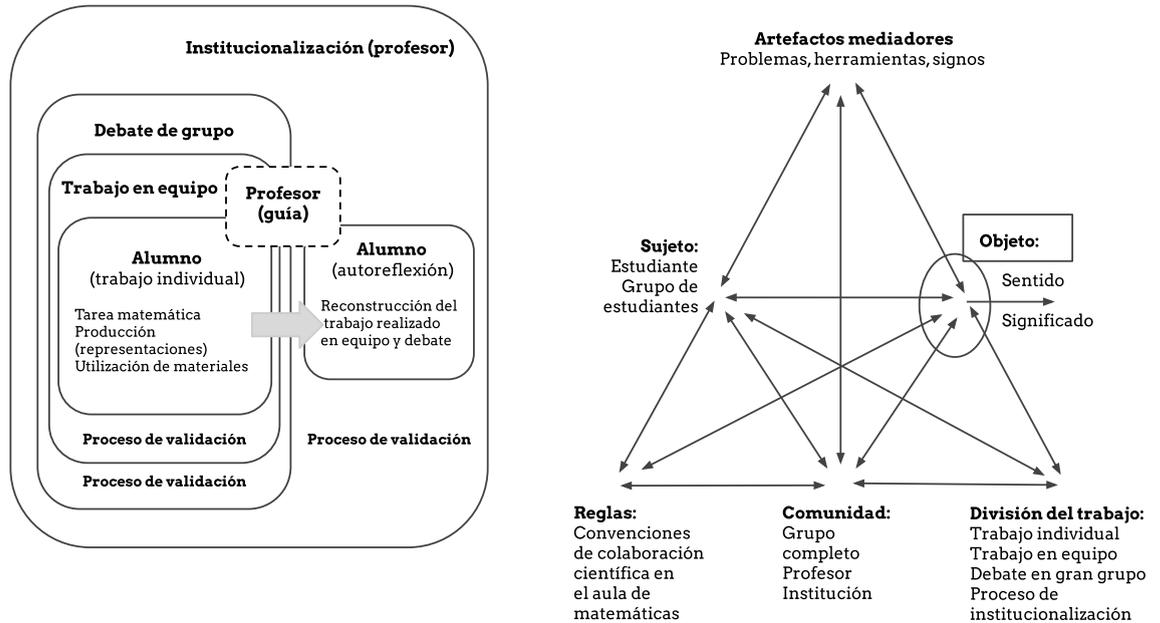


Etapa 4. Reconstrucción y autorreflexión. Se promovió el regreso individual a la situación problema. Después de la actividad grupal, el estudiante reflexionó de manera individual sobre los acercamientos que tenía hacia la solución del problema.

Etapa 5. Institucionalización. El docente institucionalizó todos aquellos elementos relacionados con la actividad didáctica que ya estaban planteados en los objetivos de aprendizaje. En este proceso, el docente tuvo en cuenta las representaciones funcionales desarrolladas por los estudiantes, para que las comparen al abordar los conceptos que ya estaban institucionalizados en sus libros de texto.

Gráfico 1

Esquemas de la Metodología ACODESA



Nota: Esquema de la metodología ACODESA de Hitt y Cortés (2014) y Esquema de Organización en el Aula según el modelo de Engeström (1987), ambos publicados en Hitt y González (2015).

Metodología de experimentación educativa con GeoGebra y PhET

La planificación de la experimentación incluyó el uso de hojas de trabajo para la experimentación virtual, considerando el rol del profesor en las siguientes estrategias:

- **Dirección, motivación y mediación de actividades en clase.** Facilitaron la experimentación virtual y generaron oportunidades de aprendizaje significativo al realizar el análisis de resultados de fenómenos de cinemática (MRU, MRUA, caída libre, etc.).
- **Orientación en la experiencia científica al trabajar situaciones problema.** Permitió que el alumno identifique y analice variables involucradas en cada problema de la vida real o situación de simulación, para la construcción de saberes de cinemática (MRU, MRUA, caída libre, etc.).
- **Inducción de un conjunto de actividades educativas.** Contó con la participación de todos los alumnos, quienes desempeñaron un rol activo.
- **Coordinación para el aprendizaje de saberes y procedimientos.** Se presentaron como sugerencias de la gestión del proyecto.
- **Promoción explícita de los aprendizajes de conceptos de cinemática.** Asociados a los resultados de la experimentación virtual, correspondientes al currículo escolar.

Análisis de datos

Se aplicó un proceso de análisis teórico descriptivo sobre la pertinencia y eficacia de evaluar las competencias, tomando como base la visión socioformativa, conectando las ideas, necesidades y retos que representa el formar la Sociedad del Conocimiento (SC), operando una Educación Basada en Competencias (EBC) (Dey, 1993). Por último, se utilizó para el procesamiento de datos el software de hojas de cálculo Microsoft Excel.



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.12

OCTUBRE - DICIEMBRE 2024

Artículo Científico

236 - 248

IMPACTO DE LA METODOLOGÍA ACODESA Y LA EXPERIMENTACIÓN VIRTUAL CON GEOGEBRA Y PHET PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA CINEMÁTICA

Miguel Ángel Martínez Martínez
ORCID:0000-0002-3847-0554

Elizabeth Guajardo García
ORCID:0000-0002-3847-0554

Gricelda Patricia Vargas López
ORCID: 0009-0002-6109-9916

<https://revista.scienceevolution.com/>

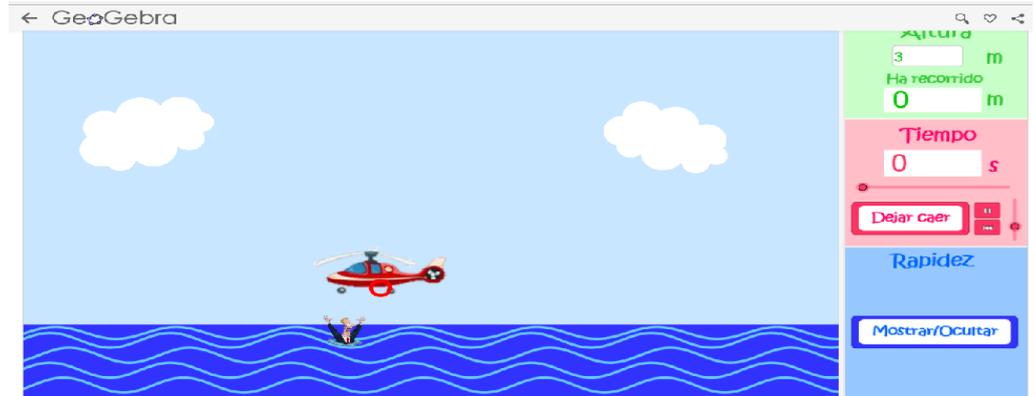


RESULTADOS

Se presentan resultados de la evaluación de situaciones problema llevados a cabo en laboratorios virtuales con GeoGebra y PhET, mediante actividades de experimentación virtual aplicadas en el ámbito de la metodología ACODESA y las competencias de la asignatura de física que desarrolló el alumno al implementar metodologías educativas.

Gráfico 2

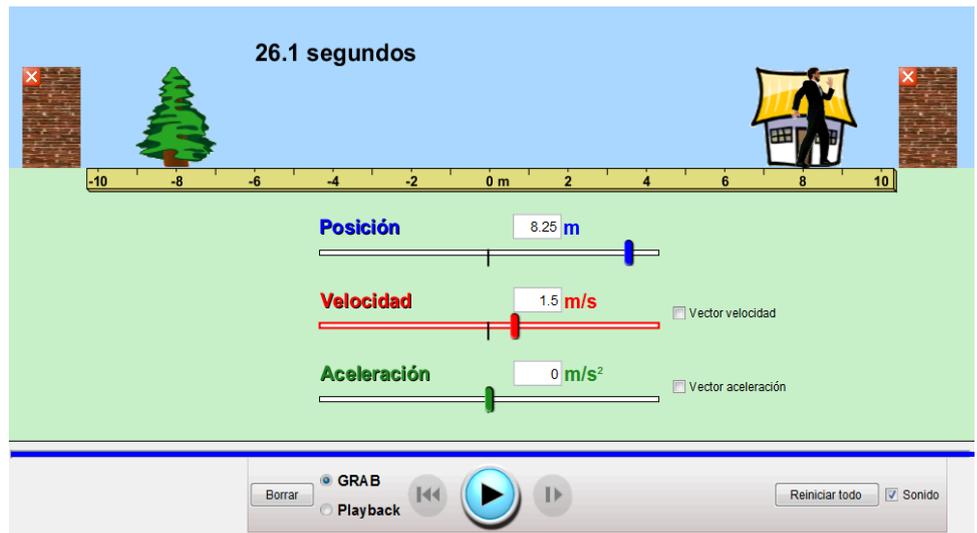
Simulador de Caída Libre en GeoGebra



Fuente: GeoGebra, 2018

Gráfico 3

Simulador del Movimiento Acelerado de los Cuerpos en PhET



Fuente: PhET, 2018

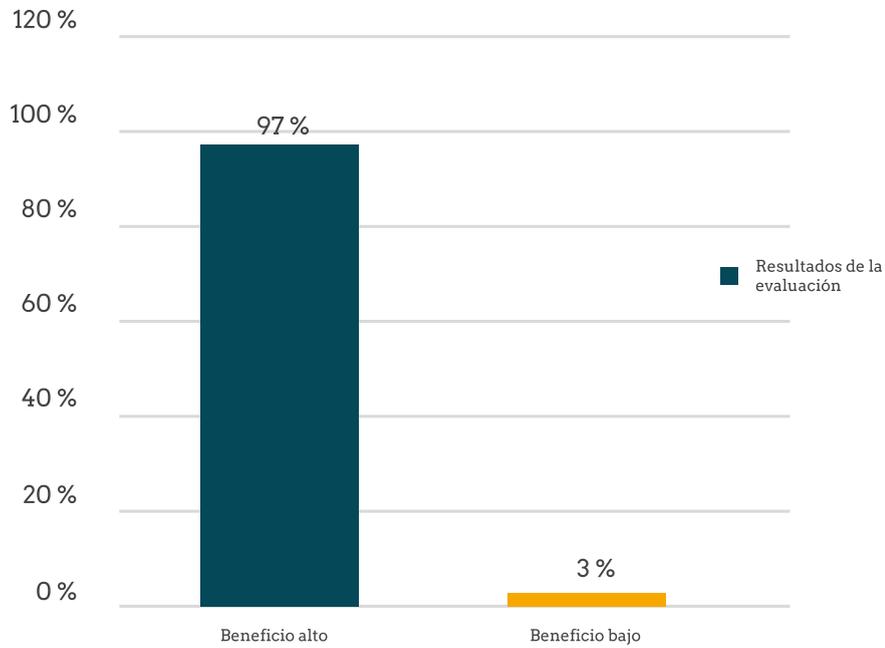
Se muestran los Gráficos 2 y 3, como evidencia del sistema de simulación utilizado en el laboratorio de realidad virtual, correspondiente a la primera etapa de la metodología ACODESA. La totalidad de los estudiantes recibieron una explicación inicial y luego empezaron a explorar y desarrollar de forma autónoma las situaciones problema de trabajo en grupos, mediante GeoGebra y PhET en las diferentes etapas de ACODESA (aprendizaje en colaboración, debate científico y autorreflexión) de Hitt y Cortés (2009).

De las entrevistas se identificó en el Gráfico 4 que el 97 % de los estudiantes coincidió en que los laboratorios virtuales son una excelente alternativa para potenciar el aprendizaje de la física.



Gráfico 4

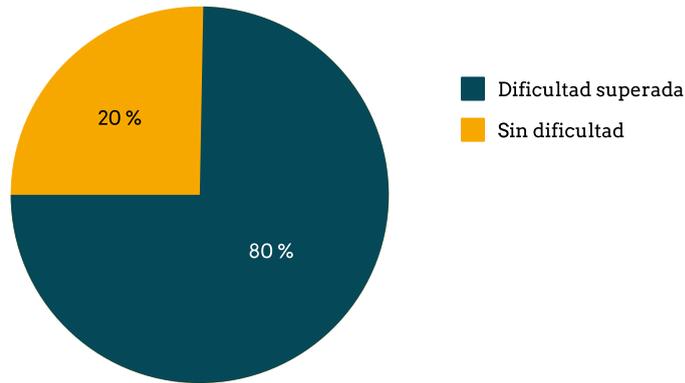
Resultados del uso de los laboratorios virtuales como una alternativa para potenciar el aprendizaje de la física



De la observación participativa, sobre capacidades y destrezas, se observó en el Gráfico 5 que 80 % del alumnado manifestó algunos problemas al trabajar con el simulador, que fueron solucionados en poco tiempo. El 20 % restante, realizó su práctica sin problema alguno. Al terminar la práctica, todos demostraron un buen dominio del simulador.

Gráfico 5

Resultados del uso de los laboratorios virtuales sobre sus capacidades y destrezas



A nivel actitudinal se evaluaron las competencias que desarrolló el alumno a partir de las actividades educativas durante el estudio.

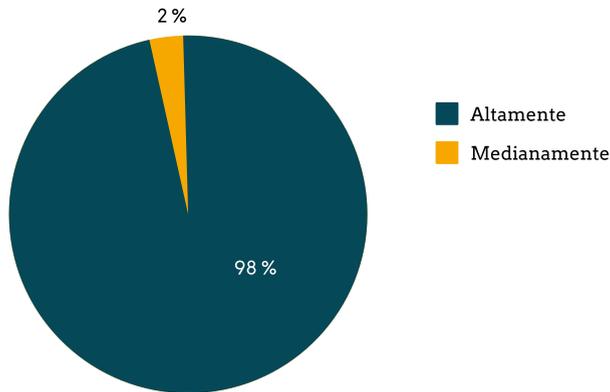
- Competencias para la cooperación y el trabajo en equipos, orientadas a la solución de una situación problema diseñada para laboratorios virtuales.
- Competencias para la comunicación verbal y escrita, referidas a las ideas, conjeturas y resultados, con su profesor y compañeros de grupo.
- Competencias de autoevaluación, para el análisis reflexivo, la elección de apoyo y búsqueda de nuevos planes de solución de problemas en la vida real y/o de situaciones de simulación.



En el Gráfico 6 se muestra que el 98 % concluyó que los laboratorios virtuales favorecen el proceso social y de aprendizaje dentro del grupo practicante.

Gráfico 6

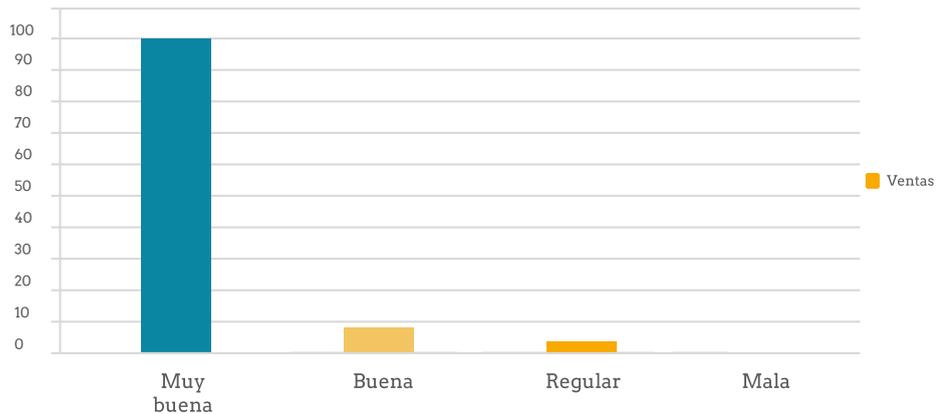
Resultados sobre el uso de los laboratorios virtuales de cómo favorecen el proceso social y de aprendizaje dentro del grupo practicante



Según el Gráfico 7, el 90 % de los estudiantes encuestados evaluaron la enseñanza mediante el uso de los simuladores en la experimentación virtual como "Muy Buena".

Gráfico 7

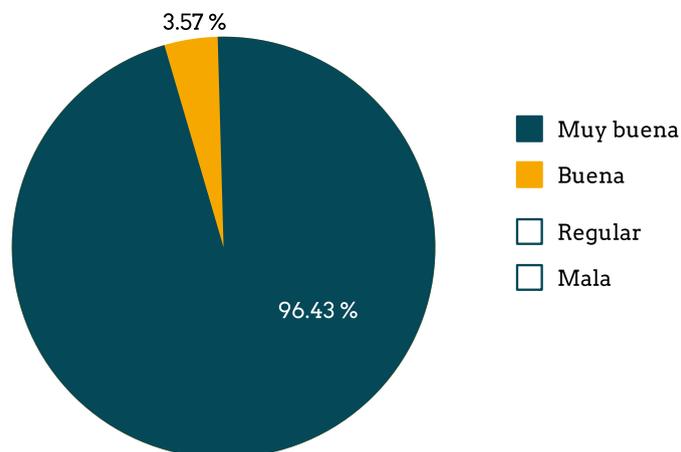
Resultados sobre la evaluación a estudiantes acerca del uso de los simuladores en la experimentación virtual



Por su parte, en el Gráfico 8, el 96.43 % de los docentes encuestados evaluaron la enseñanza mediante el uso de los simuladores en la experimentación virtual como "Muy Buena". No se reportaron porcentajes en los ítems "Regular" ni "Malo".

Gráfico 8

Resultados de evaluación a docentes acerca del uso de los simuladores en la experimentación virtual





Propuesta de Plan de Acción y Evaluación de Resultados de la Experimentación Virtual

También, se elaboró e implementó el Plan de Acción y Evaluación de Resultados de la Experimentación Virtual, con grupos interactivos en un ambiente colaborativo para desarrollar la capacidad de argumentar y consensuar. Los resultados se observan en las Tablas 4 y 5.

Tabla 1

Plan de acción y recolección de información por sesión

Contenidos	Técnicas	Procedimientos	Fechas	Evaluación
Conceptos básicos de Cinemática del NMS	<ul style="list-style-type: none"> Lluvia de ideas Experimentación virtual Búsqueda de significados de parámetros Observación del participante 	<ul style="list-style-type: none"> Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) Presentación de argumentos individuales y consensos Presentación de resultados grupales 	Período escolar enero-junio 2018	<ul style="list-style-type: none"> Competencias comunicativas y sociales Nivel de argumentación Resultados de ABP en hojas de trabajo

Tabla 2

Análisis de los cuestionarios y entrevistas realizadas a docentes y alumnos

Dimensión	Valoración del Alumnado	Valoración de Observadores	Coherencias	Discrepancias
Actitudes comunicativas y sociales	Me gustó mucho y me ayudó a entender mejor los temas que vimos, yo creo que si sirve la verdad me gustó mucho y es una buena forma de comprender mejor los temas.	La experimentación virtual generó mayor interés por trabajar cooperativamente la solución de problemas de cinemática. Con gusto compartían argumentos y observaciones sobre resultados individuales y grupales.	√	
Niveles de Argumentación y Aprendizaje Significativo	<ul style="list-style-type: none"> Ver gráficamente el cómo reacciona es muy útil para facilitar su comprensión. Estas plataformas me sirvieron para observar más a detalle los fenómenos físicos. Ayuda mucho a comprender los temas que se presentan. 	Los alumnos lograron aprendizajes significativos al visualizar los cambios gráficos del fenómeno de cinemática (tiro parabólico, etc) al realizar cambios en los valores de los parámetros del modelo matemático correspondiente, a través de la experimentación virtual.	√	
Habilidades de resolución de problemas de cinemática de NMS	<ul style="list-style-type: none"> Se me facilitó mucho más la clase con los simuladores. Me pareció una muy buena forma de aprendizaje. Sirve mucho, deberían implementarlos, ya que comprendes todo de mejor manera. 	Las habilidades digitales para la experimentación virtual permitieron que los alumnos trabajaran con gusto la solución de problemas en hojas de trabajo.	√	

Resultados del nivel de intervención de la propuesta

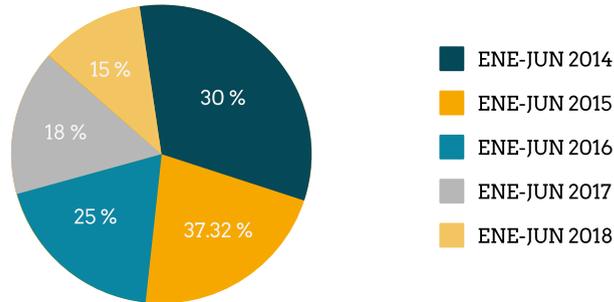
- El diseño y aplicación de hojas de trabajo en laboratorios virtuales, a través de una metodología de aprendizaje basado en problemas, potenció la comprensión de conceptos cinemáticos mediados con la experimentación virtual.
- La aplicación de estrategias de experimentación virtual propició el logro de aprendizajes significativos en el alumnado.
- La experimentación virtual facilitó en gran medida el proceso de enseñanza de la cinemática.



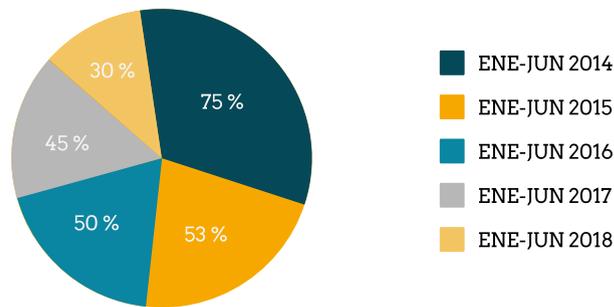
Por último, el Gráfico 9 muestra los resultados de la evaluación cualitativa a través de resultados académicos, mostrando el Índice de Reprobación Ordinaria (obtenido en las evaluaciones regulares) y Extraordinaria (evaluación posterior a la ordinaria), como indicadores académicos que reflejan el porcentaje de estudiantes que no logran aprobar la asignatura de física. Se aprecia que con cada periodo educativo, el Índice de Reprobación Ordinaria ha descendido de un 30 % a un 15 %; mientras que el Índice de Reprobación Extraordinaria, ha disminuido de 75 % a 30 %.

Gráfico 9
Resultados académicos

ÍNDICE DE REPROBACIÓN ORDINARIA



ÍNDICE DE REPROBACIÓN EXTRAORDINARIA



DISCUSIÓN

A nivel internacional se ha registrado el cambio hacia la nueva era digital, a la que se le ha denominado globalización, y se ha definido como un movimiento en dónde la cultura y la tecnología se han integrado para eliminar barreras. Es primordial, como actividad para el docente, prepararse y capacitarse para hacer un buen uso de las herramientas tecnológicas.

A nivel nacional, la investigación realizada por Chao (2014) "Enseñanza y aprendizaje de la física utilizando una simulación digital interactiva y un texto ilustrado", sobre la enseñanza y aprendizaje de la física en la UNAM, utilizando una simulación digital interactiva y un texto ilustrado, identificó que en la resolución de problemas, los estudiantes que utilizaron sistemas de simulación tuvieron un mejor desempeño al definir los fenómenos estudiados.

Por su parte, Dziuban et al. (2018) abordan posibles direcciones para el futuro sobre el BL mediante un estudio comparativo, encontrando que el BL es efectivo; sin embargo, se encuentra inextricablemente ligado a las TIC y a procesos de pensamiento modernos.

Mendoza (2016), analiza el proceso de aprendizaje de la física, a través de un enfoque pedagógico y de un laboratorio para la experimentación virtual, diseñado para desarrollar la capacidad de resolver exitosamente los problemas y para el aprendizaje significativo en el estudio del movimiento de los cuerpos, a partir de los conocimientos previos, implementando actividades de aprendizaje basado en problemas como herramienta de descubrimiento de explicaciones causales, donde se utilizan técnicas de recolección de dato con preprueba, posprueba y portafolios virtuales. De la investigación se destaca que los laboratorios virtuales no solo permiten complementar y



potencializar los aprendizajes de los estudiantes, sino que también contribuyen a la comprensión de los fenómenos de la física.

Asimismo, Montoya (2015), propone la implementación de laboratorios virtuales de experimentación como función pedagógica para dar solución a las inquietudes en un salón de clase de física, donde no es posible complementar el conocimiento teórico con el práctico, concluyendo que el uso de los laboratorios virtuales de experimentación a través de simuladores, conducen a la comprensión de los fenómenos científicos, permitiendo que los estudiantes perciban, representen y visualicen procesos complejos e interactúen con ellos para lograr aprendizajes significativos.

CONCLUSIONES

En este estudio se observó que cada situación de simulación potenció las habilidades de pensamiento de inducción, de razonamiento, de observación y de abstracción en la resolución de las situaciones problema de cinemática en los alumnos del NMS. Aunque al principio el 80 % del alumnado atravesó desafíos para interactuar con el simulador, el 20 % completó su práctica didáctica sin inconvenientes; sin embargo, al término el 100 % de los estudiantes alcanzó un buen dominio del simulador.

De la indagación y evaluación de resultados del presente trabajo, los integrantes del grupo estructuraron la acción coordinada para prosperar, actuar, poner el plan en práctica y analizar de forma individual o conjunta los resultados de la acción y la reflexión, concluyendo que la apropiación del aprendizaje significativo de los modelos matemáticos de la cinemática del NMS depende del desarrollo de mayores niveles en la capacidad de argumentación.

Luego, se analizaron resultados cualitativos de la etapa 4 de reflexión, en torno a los efectos y resultados de las tres etapas previas de ACODESA (observación, planificación y acción) y se encontró que el trabajo grupal y convivencia, intensificó la comunicación y sociabilidad entre compañeros, mejorando así las relaciones entre estudiantes mediante el apoyo mutuo, comparación y verificación de resultados.

En la etapa 5 de la metodología ACODESA, el profesor coordinó la institucionalización de los conceptos de cinemática de preparatoria, que definen a los diferentes casos de fenómenos de cinemática (movimientos de aceleración, caída libre, tiro vertical, tiro horizontal y tiro parabólico), enfatizando conceptos definidos en los libros de texto y retomando las ideas correctas en un proceso continuo y cíclico del trabajo de evaluación y autoevaluación en el aula.

La metodología ACODESA propició el aprendizaje significativo de los modelos matemáticos en un proceso de institucionalización de los conceptos de cinemática de NMS.

Los laboratorios virtuales de física brindan beneficios complementarios en la seguridad, fácil manejo del simulador, economía, protección ambiental, beneficio de repetición y motivación hacia el aprendizaje avanzado. Por ello, se concluye que la experimentación virtual, convierte a los laboratorios virtuales de física en una buena opción como herramienta de apoyo a los laboratorios de física tradicionales para potenciar el aprendizaje de la física en trabajo grupal desarrollando actividades colectivas.

Por consiguiente, el aprendizaje mediado, a través de la experimentación virtual en GeoGebra y PhET favoreció a la consecución de los objetivos de aprendizaje, permitiendo al alumno la oportunidad de interpretar, predecir, graficar y describir el razonamiento que utilizó para dar sentido a los gráficos y modelos matemáticos de situaciones problema sobre temas como movimiento acelerado, caída libre y tiro parabólico, en física del NMS de la UANL.

Los alumnos (90 %) y docentes (96.43 %) concordaron en evaluar como "Muy Buena" la enseñanza mediante el uso de los simuladores en la experimentación virtual. Asimismo, el 97 % de los estudiantes considera que los laboratorios virtuales son una excelente alternativa para potenciar el aprendizaje de la asignatura de física. Mientras que, el 98 % determinó que los laboratorios virtuales favorecen el proceso social y de aprendizaje dentro del grupo practicante. En este sentido, los hallazgos sugieren una notoria predisposición por parte de alumnos y plana docente para enriquecer el proceso enseñanza-aprendizaje mediante la experimentación virtual, lo que reduciría las tasas de resistencia al cambio y facilitaría una adopción más rápida en la implementación de laboratorios virtuales.



También se puede apreciar la oportunidad de mejora por parte de las instituciones, al integrar herramientas tecnológicas y metodologías que complementen orgánicamente la educación tradicional, lo que se traducirá en la disminución de los índices de reprobación, como el que se ha contrastado con los tres periodos educativos de años anteriores, destacando una disminución del 50 % en Índice de Reprobación Ordinario.

Finalmente, se encontró que la Propuesta de Plan de Acción y Evaluación de Resultados de la Experimentación Virtual, la cual implica el aprendizaje mediado por las herramientas de VR y la metodología ACODESA lograron en conjunto facilitar el aprendizaje significativo de la cinemática en los estudiantes del NMS.

REFERENCIAS

- Aldrich, C. (2005). *Learning by Doing: A Comprehensive Guide to Simulations, Computer Games, and Pedagogy in e-Learning and Other Educational Experiences*. John Wiley and Sons: Pfeiffer
- Area Moreira, M. (2004). Nuevas tecnologías, educación a distancia y la mercantilización de la formación. *Revista Iberoamericana De Educación*, 35(1), 1-10. <https://doi.org/10.35362/rie3512951>
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). (2018). *Visión y acción 2030: Propuesta de la ANUIES para renovar la educación superior en México. Diseño y concertación de políticas públicas para impulsar el cambio institucional*. Encuentro ANUIES https://visionyaccion2030.anui.es.mx/Vision_accion2030.pdf
- Ausubel, N. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. 2° Ed. Trillas México
- Becerra, S., Castaño, P., & Enrique, M. V. J. (2014). *Prospectiva y política pública para el cambio estructural en América Latina y el Caribe*. CEPAL <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/90ff0b2e-9dbf-49e5-bc0f-57a182303b29>
- CHI. (2006). Is the premier international conference for human-computer interaction. Montreal, Canadá: Convention Center. <http://www.chi2006.org/>
- Chao Rebolledo, C. (2014). *Enseñanza y aprendizaje de la física utilizando una simulación digital interactiva y un texto ilustrado* [Tesis de doctorado]. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/97159>
- Colmena, A. & Sánchez, P. (1995). *Desarrollo de Productos electrónicos I. Grado Superior*. España: Anele-Mec.
- Dey, I. (1993). *Qualitative data analysis: A user-friendly guide for social scientists*. Routledge.
- Dziuban, C., Graham, C. R., Moskal, P. D., & al., et. (2018). Blended learning: The new normal and emerging technologies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(3), 3. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0087-5>
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki, Finland: Orienta-Konsultit Oy Publisher.
- Erickson, F. (1997). *Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza. Métodos cuantitativos y de observación*. Barcelona, Paidós.
- GeoGebra (2024). Software matemático interactivo libre para la educación en colegios y universidades. Plataforma disponible en <https://www.geogebra.org>
- Hitt, F., & Cortés, J. C. (2014). Planificación de actividades en un curso sobre la adquisición de competencias en la modelización matemática y uso de calculadora con posibilidades gráficas. *Revista Digital: Matemática, Educación E Internet*, 10(1) <https://doi.org/10.18845/rdmei.v10i1.1977>
- Hitt, F., González-Martín, A. S. (2015). Covariation between variables in a modelling process: The ACODESA (collaborative learning, scientific debate, and self-reflection) method. *Educational Studies in Mathematics*, 88 (2) 201-219. <https://doi.org/10.1007/s10649-014-9578-7>
- Kerckhove, D. (1995). *La piel de la cultura: Investigando la nueva realidad electrónica*. España: Ed. Gedisa.
- Long, Y., Zhang, X., & Zeng, X. (2024). Application and effect analysis of virtual reality technology in vocational education practical training. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13197-7>



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.12

OCTUBRE - DICIEMBRE 2024

Artículo Científico

236 - 248

IMPACTO DE LA METODOLOGÍA ACODESA Y LA EXPERIMENTACIÓN VIRTUAL CON GEOGEBRA Y PHET PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA CINEMÁTICA

Miguel Ángel Martínez Martínez
ORCID:0000-0002-3847-0554

Elizabeth Guajardo García
ORCID:0000-0002-3847-0554

Gricelda Patricia Vargas López
ORCID: 0009-0002-6109-9916

<https://revista.scienceevolution.com/>



Mendoza, J. (2016). *Aprendizaje basado en problemas y experimentación virtual*. Editorial Academia Española.

Molina Jordá, J. M. (2012). Herramientas virtuales: laboratorios virtuales para Ciencias Experimentales - una experiencia con la herramienta VCL. en J. D. Álvarez Teruel, M. T. Tortosa Ybáñez, & N. Pellín Buades (Coords.), *X Jornades de Xarxes d'Investigació en Docència Universitària: la participació i el compromís de la comunitat universitària* (pp. 2689-2702). Universidad de Alicante
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5976131>

Montoya, J. (2015). Propuesta para la implementación de laboratorios virtuales en la enseñanza del curso de química inorgánica del grado 10 de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Itagüí. *Universidad EAFIT*.
<http://hdl.handle.net/10784/8023>

Pavlou, Y., & Zacharia, Z. C. (2024). Using physical and virtual labs for experimentation in STEM+ education: From theory and research to practice. en K. Korfiatis, M. Grace, & M. Hammann (Eds.), *Shaping the future of biological education research: Contributions from biology education research*. Springer, Cham. (pp 3-19)
https://doi.org/10.1007/978-3-031-44792-1_1

PhET Interactive Simulations. (2024). About PhET. University of Colorado Boulder.
<https://phet.colorado.edu/es/PE/about>

Pozo, I. (1999). *Aprendices y maestros: La nueva cultura del aprendizaje* (Vol. 18). Alianza Editorial.

Prendes, M., & Castañeda, L. (2010). *Enseñanza superior, profesores y TIC*. MAD, S.L.

Razo, A. E. (2018). La Reforma Integral de la Educación Media Superior en el aula: política, evidencia y propuestas. *Perfiles Educativos*, 40(159).
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982018000100090

Ruiz Méndez, M. del R. (2016). Análisis pedagógico de la docencia en educación a distancia. *Perfiles Educativos*, 38(154), 76–96.
<https://doi.org/10.22201/iissue.24486167e.2016.154.57663>

Santilli, T., Ceccacci, S., Mengoni, M., & Giaconi, C. (2024). Virtual vs. traditional learning in higher education: A systematic review of comparative studies. *Computers & Education*, 227, 105214.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105214>

Tobón, S. (2013). *Formación integral y competencias: Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación*. Ecoe Ediciones.

Universidad Autónoma de Nuevo León. (2008). *Modelo educativo de la UANL*
<https://www.uanl.mx/wp-content/uploads/2018/07/Modelo-Educativo-de-la-UANL-versio%CC%81n-2008.pdf>

Vygotsky, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Grijalbo.