

Tipo de artículo: Artículo original

# Laboratorio Virtual como herramienta para potenciar las competencias de Física en estudiantes de Bachillerato

## *Virtual laboratory as tool to boost the competences of physics in high school students*

Heber Luis Naranjo Reyes <sup>1\*</sup> , <https://orcid.org/0000-0001-8560-5241>

Oswaldo Fosado Tellez <sup>2</sup> , <https://orcid.org/0000-0002-2245-2943>

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Manabí. Instalaciones de trabajo. Ecuador. Correo electrónico: [hebertnaranjo2015@gmail.com](mailto:hebertnaranjo2015@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidad Técnica de Manabí, Docente Investigador, Doctor en Ciencias. Correo electrónico: [osvaldo.fosado@utm.edu.ec](mailto:osvaldo.fosado@utm.edu.ec)

\* Autor para correspondencia: [hebertnaranjo2015@gmail.com](mailto:hebertnaranjo2015@gmail.com)

### Resumen

Los laboratorios virtuales constituyen tecnologías bases existentes de sistemas de gestión de aprendizajes, ellos resultan limitados cuando lo que se requiere es promover procesos de aprendizaje a distancia en el campo de disciplinas de base experimental como lo es la Física y el resto de las Ciencias Naturales. El presente trabajo tiene como propósito determinar el impacto del laboratorio virtual en el aprendizaje de la Física en estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa Fiscal “Cinco de Junio” de Manta. El análisis se lleva a cabo desde la dimensión afectiva, referente a la actitud de los estudiantes hacia los conocimientos científicos y las asignaturas de ciencia y desde la dimensión cognitiva, concerniente al nivel de comprensión de los contenidos de la Física, relacionada con la habilidad para resolver problemas de Física. El estudio se aborda desde el enfoque cuantitativo siguiendo un diseño cuasi experimental con pre prueba, pos prueba y grupos intactos, uno de ellos de control. El tamaño de la muestra probabilística es de 56 sujetos, de los cuales 27 hicieron parte del grupo experimental con el cual se siguió una estrategia didáctica mediada por el uso del laboratorio virtual. El grupo de control estuvo conformado por 29 alumnos que siguieron una estrategia de enseñanza tradicional. La prueba t Student permitió establecer que, en las dimensiones afectiva y cognitiva, existía diferencia significativa a favor de los alumnos que emplearon una estrategia didáctica basada en el uso del laboratorio virtual.

**Palabras clave:** Laboratorios virtuales, TIC en enseñanza de la Física, sistemas de gestión aprendizaje, investigación y desarrollo, redes de colaboración.

### Abstract

*Virtual laboratories constitute existing base technologies of learning management systems, they are limited when what is required is to promote distance learning processes in the field of experimental based disciplines such as Physics and the rest of the Natural Sciences. The purpose of this work is to determine the impact of the virtual laboratory on the learning of Physics in high school students of the Fiscal Educational Unit "Cinco de Junio" of Manta. The analysis is taken to end from the affective, relating dimension to the attitude of the students towards the scientific knowledge and the courses of science and from the cognitive dimension, concerning to the level of comprehension of the contents of the Physics, related with the skill to resolve problems of physics. The study is approached from the quantitative approach following a quasi experimental design with pre test, post test and intact groups, one of them as a control. The size of the probabilistic sample is 56 subjects, of which 27 were part of the experimental group with which a didactic strategy mediated by the use of the virtual laboratory was followed. The control group consisted of 29 students who followed a traditional teaching strategy. The t Student test allowed us to establish that, in the*



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**  
(CC BY 4.0)

*affective and cognitive dimensions, there was a significant difference in favor of the students who used a didactic strategy based on the use of the virtual laboratory.*

**Keywords:** *Virtual laboratories, TIC in teaching of the physics, step of systems apprenticeship, investigation and develop, collaboration of nets.*

**Recibido:** 08/01/2022

**Aceptado:** 12/05/2022

## Introducción

La educación y formación de los estudiantes en el campo de las ciencias es un tema de interés nacional e internacional, como lo demuestra el hecho de que diversas instituciones y organismos en el mundo se dan la tarea de evaluar los niveles de aprendizaje alcanzados por los estudiantes en estas materias. Así, por ejemplo, podemos citar a la IEA (por sus siglas en inglés) *The International Association for the Evaluation of Educational Achievement*, que desde 1964 ha promovido evaluaciones internacionales y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) que ha desarrollado un sistema internacional de indicadores educativos, a partir del cual se desarrolló el programa internacional de evaluación de aprendizajes llamado PISA, por sus siglas en inglés: (Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes) en el que participan muchos países, incluyendo al Ecuador.

Físicos de diferentes países han venido contribuyendo al crecimiento de un nuevo campo de investigación: el de la Física Educativa. Los resultados de estas investigaciones sugieren la presencia de diferentes factores que influyen en la enseñanza de la Física y que hace que esta tarea sea compleja. Los resultados con que se cuentan, indican que la tarea a desarrollar al respecto y los problemas a afrontar son lo suficientemente complejos como para constituir un campo propio de investigación (Guisasola, et al., 2004).

El importante papel de la formación de los alumnos en el campo de la Física dentro del Bachillerato es claro por lo antes expuesto y ésta es una de las muchas razones que justifica la existencia de la Física Educativa, como un área científica independiente, con marco teórico propio, aunque nutrido por otras disciplinas, tales como la propia Física, la filosofía de las ciencias, la psicología cognitiva y la pedagogía, entre otras (Guisasola, 2005).

Desde hace varios años, las autoridades educativas de Ecuador han buscado la transformación de la educación ecuatoriana, tanto en el plano administrativo, como en el plano curricular. Estas transformaciones, con el sano interés de incrementar la calidad del sistema educativo han sido buenas, porque cada una significó un avance respecto a la anterior. Sin embargo, la implementación de las mismas, no ha tenido la respuesta esperada. Se pretendía que los estudiantes llegaran a alcanzar altos niveles cognitivos, que integren la teoría con la práctica y que logren establecer



los ejes transversales en todas las asignaturas; a pesar de todo este conjunto de intenciones, no se ha logrado implementar una verdadera educación de calidad en el país.

Estudios de Gallegos y Pavón (2018) enfatizan en los cambios que se sustentan en los criterios de la Pedagogía Crítica, se pretende dar protagonismo a los estudiantes en el proceso de interpretación y solución de problemas basados en el desarrollo de macro destrezas y destrezas con criterio de desempeño. Además, esta nueva propuesta denominada pragmático constructivista (considerada una síntesis de diferentes visiones: pragmatistas, convencionalistas, constructivistas, antropológicas, semióticas, falibilistas, socio históricas y naturalistas). Este modelo epistemológico considera que el estudiante alcanza un aprendizaje significativo cuando resuelve problemas de la vida real aplicando diferentes conceptos y herramientas matemáticos.

El último cambio significativo en este ámbito es el que entra en vigencia en el régimen sierra en septiembre de 2016 y en el régimen Costa en 2017. Como dato interesante, con la introducción de la nueva malla curricular en la actualidad, se puede observar que el componente pedagógico y didáctico de las asignaturas de física y matemática, han disminuido el número de horas lectivas.

Las Unidades Educativas Fiscales en la ciudad de Manta no han sido la excepción a esta problemática. En ellas, fue considerable la disminución en horas de las asignaturas llamadas duras con la introducción del último currículo, unido a la desatención de los pocos laboratorios y la escasez de recursos y equipos creaban las condiciones ideales para que el estudiantado no desarrollara destrezas en la resolución de problemas prácticos.

El aprendizaje de las asignaturas de Física y Química, también llamadas ciencias fundamentales, se basan enteramente en la observación y experimentación como prácticas para crear conocimientos con base en el lenguaje matemático. Una de las problemáticas en la enseñanza de estas materias es la división existente entre la teoría y la práctica. Esto ha creado una barrera entre el aprendizaje conceptual, la resolución de problemas y la realización de las prácticas de laboratorio, donde esta última tradicionalmente se ha concebido para que los estudiantes comprueben los conceptos, leyes o teorías que los profesores enseñan con anterioridad.

## **Tecnologías de la Información y las Comunicaciones como paradigma educativo**

En la actualidad la educación tiene como reto combinar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) con paradigmas educativos logrando la transformación de la sociedad desde la escuela, dado que ninguna otra tecnología habría generado grandes mutaciones en la sociedad y en diversos sectores como: cultura, economía, política, ciencia, entre otros. Universalmente se reconoce a las TIC como responsables de aumentos en productividad, en varios sectores empresariales, de forma notoria en las economías del conocimiento y la innovación, aunque existen



estudios que aún revisan las relaciones entre las TIC y la educación, buscando el protagonismo de su presencia en la vida de los seres humanos, cabría pensar que tan indispensable sería en la escuela; se puede lograr otro punto de vista en el trabajo realizado por Benito (2009), en Las TIC y los nuevos paradigmas educativos.

Por su parte, cabe destacar que las nuevas tecnologías vienen revolucionando con las nuevas redes sociales, Internet se revela intensamente social, por la interacción planetaria que produce entre seres humanos. En la actualidad las unidades educativas buscan satisfacer, atender las nuevas demandas de una sociedad más informatizada donde las TIC son su recurso principal en el aula de clase, identificando los factores que influyen en el proceso enseñanza-aprendizaje, aunque queda mucho camino por recorrer.

Específicamente, la educación como fuente del desarrollo se enfrenta a nuevos desafíos: expandir y renovar permanentemente el conocimiento, dar acceso universal a la información y promover la capacidad de comunicación entre individuos y grupos sociales. Las políticas educacionales de cada país deben incorporar tecnologías de información y comunicación (TIC) en los establecimientos educativos y su utilización planificada efectivamente, para así responder a los desafíos que incluye la globalización.

La introducción de TIC considérese primordial no una mera sofisticación o moda, respondiendo a las necesidades de desarrollo de los países latinoamericanos. Borja López, Gutiérrez Constante & Cevallos Black (2017), consideran consumo digital y exponen algunos efectos de integrar TIC en la educación dando énfasis al cambio significativo en los procesos de aprendizaje, comunicación y producción de conocimientos, consecuentemente en la cultura de ese país, ellos consideran que trabajar en la educación con las TIC, es generar nuevas formas de producir nuevos conocimientos, el comunicarse a distancia y formar parte de una era digital basada en el consumismo.

En países desarrollados el sistema estructural de su sociedad se sustenta en tres parámetros definidos que son: talento humano de calidad, productividad basada en el conocimiento y competencias y desarrollo científico tecnológico, motivo por el cual plantear la aplicación de tecnologías informáticas en el proceso de enseñanza - aprendizaje, consecuentemente, se debe cambiar los paradigmas, y la fórmula de los aprendizajes significativos se centran en el estudiante con planificación pedagógica, mediante un desarrollo de competencias intelectuales relacionadas con el mundo laboral.

La relación entre TIC y educación busca manifestarse en un consenso regional, considerando las diferencias estructurales que existen en los procesos de educación; lograr igualdad, eficacia y calidad depende de cada país. Las Buenas Prácticas con TIC en centros educativos genera una integración de las Tecnologías de la Comunicación y la Información (TIC) en muchos países orientan sus políticas educativas logrando un enfoque de efectividad de las escuelas y añade valor a los modelos educativos (Ramírez & López, 2010).



Existen varias estrategias metodológicas que orientan los procesos de aprendizajes significativos entre los que se menciona:

- Las teorías del docente y su relación con las prácticas de enseñanza, tema de investigación constante por la psicología de la educación, dado que los conocimientos disciplinares en muchos casos no coincide con el sentido común debido a factores como la cultura (Elichiry, 2004).
- Enseñar y aprender son procesos diferentes, la enseñanza y el aprendizaje se constituyen una unidad didáctica y dialéctica, enfocando estos procesos como no antagónicos, sino complementarios. Enseñar se centra en las condiciones y acciones docentes, enfocadas al sistema cognoscitivo o afectivo, mientras que aprender se enfoca en la parte interna del individuo, concluyendo que una eficiente organización del proceso de enseñanza no garantiza un aprendizaje exitoso, dado que depende de los factores internos del sujeto que aprende, como su nivel cognitivo, motivación, que condicionan el efecto favorable o no de la enseñanza (Klingler Kaufman & Vadillo, 2000).

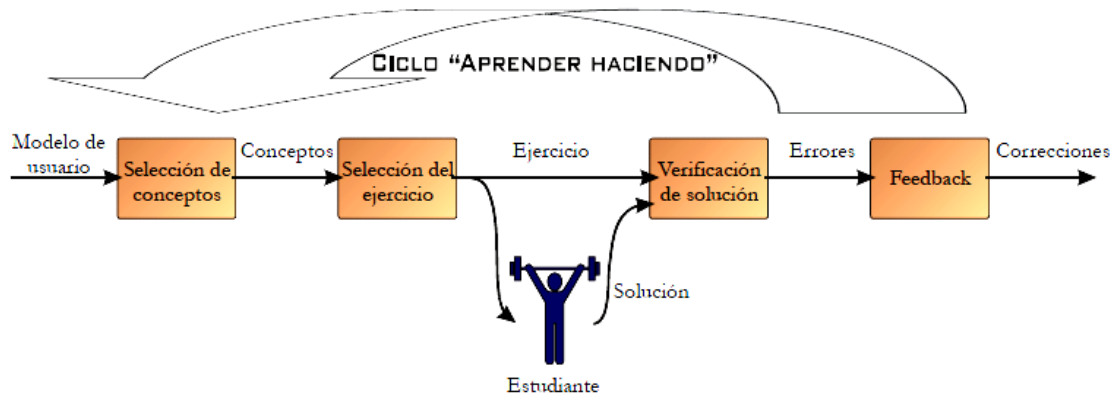
El docente en busca a los aprendizajes significativos olvida que su trabajo no es enseñar, el trabajo del docente es propiciar que sus alumnos aprendan. La función del trabajo docente no puede reducirse ni a la de simple transmisor de la información, ni a la de facilitador del aprendizaje. Por lo antes expresado, se destaca que el docente con la debida preparación pedagógica ajustada a su competencia debe convertirse en un mediador cuando el alumno enfrente al conocimiento; en este proceso el profesor orienta y guía la actividad mental constructiva de sus estudiantes. Esta afirmación conlleva una reflexión sobre la profesionalización del trabajo docente.

Por otra parte, y para potenciar las competencias de Física en estudiantes de Bachillerato, se ha puesto en práctica el uso de los laboratorios virtuales, surgidos ellos a partir de 1995 donde se vislumbra el proceso de formalización del concepto de Laboratorio Virtual, destacándose la ventaja de colaboración entre usuarios, presencia activa, control completo sobre el entorno y libertad para realizar lo que se desee (Maurel, Marín y Barrios, 2015). A partir del precedente citado, se desarrolla en el año 1999, una detallada especificación de cómo montar un Laboratorio Virtual con elementos comerciales disponibles. Posteriormente en el año 2000 se masifica el uso del concepto para experiencias simuladas y control remoto haciendo uso de la tecnología y de las telecomunicaciones (pág.7).

El Laboratorio Virtual, como práctica experimental contempla varios usuarios con el ánimo describir la trayectoria del movimiento de un objeto o partícula como un fenómeno de la naturaleza, a partir de los instrumentos se puede utilizar para realizar aplicaciones en el contexto o espacio académico. Así, el uso del Laboratorio Virtual en los trabajos experimentales desempeña un papel importante e innovador en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y en especial de la física.



El entorno de los Laboratorios Virtuales, en la enseñanza y aprendizaje de la física, implica asumir un modelo de aprendizaje activo, en ese sentido se resalta principalmente el modelo planteado por González, Gómez & Gómez (2007) en su estudio sobre Aprendizaje Activo en Simulaciones Interactivas, en el cual formulan el siguiente diagrama de proceso denominado “Ciclo de Aprender Haciendo” (Ver figura 1).



**Figura 1.** Ciclo del aprendizaje “Haciendo”. Fuente: Autor, Basado en González, Gómez & Gómez (2007, p. 26).

El ciclo mostrado en la figura 1, presenta cinco fases a saber: selección de conceptos a practicar, selección del ejercicio, resolución del ejercicio, verificación de la solución y feedback. Ciclo de aprendizaje se contextualiza cuando se hace referencia al entorno de simulación del laboratorio, donde los objetos virtuales se diseñan ajustados a la unidad de aprendizaje y se articulan con el modelo del Aprendizaje Basado en Competencias (ABC), que promueve el proceso de la resolución de problemas en contexto, tal como lo resaltan entre otros Rosado (2005), Díaz (2004), Pinto & Díaz (2015).

Por lo tanto, este es uno de los principales referentes que ilustra la importancia de la implementación del Laboratorio Virtual de Física, para el caso particular basado en el uso del Software Cocodrilo como insumo para el desarrollo y fortalecimiento de las competencias en ciencias naturales. En la literatura sobre el tema se evidencia que la importancia que tiene el diseño de los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) para potencializar el nivel de interactividad de los simuladores educativos en el proceso de desarrollo de las competencias (Universidad EAN, 2012).

En tal sentido, se evidencia que no solamente importa el diseño e interactividad de los OVA, sino que implica el diseño de rúbricas que orienten el direccionamiento estratégico de los indicadores del logro educativo. Los estudios



de Gámiz Sánchez (2009) en su tesis doctoral sobre los entornos virtuales para el aprendizaje, resaltan el papel que tienen los laboratorios virtuales de aprendizaje en la motivación y compromiso de los estudiantes por el desarrollo de las prácticas pedagógicas propuestas como retos de resolución problemática por parte de los docentes.

## Materiales y métodos

En esta investigación participaron 56 estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa Fiscal “Cinco de Junio” de Manta, de ambos sexos, cuyas edades estaban comprendidas entre los catorce (14) y los dieciséis (16) años. Todos los participantes tenían un buen manejo de informática básicas, lo que garantizó fiabilidad en la formación recolectada.

Esta investigación se aborda desde el enfoque cuantitativo. En esta perspectiva la recolección de datos, la medición numérica y el análisis a través de herramientas estadísticas se utilizan con el propósito de contrastar hipótesis, determinar patrones de comportamiento y/o validar teorías. Hernández, Fernández y Baptista (2006) resaltan ciertas bondades que ofrece la investigación cuantitativa: permite generalizar los resultados, concede control sobre el fenómeno estudiado, ofrece posibilidad de réplica y facilita la comparación entre estudios afines.”

Este estudio se encuadra como una investigación correlacional. En este tipo de estudios se busca establecer la vinculación entre variables o categorías, en un contexto específico, o, si, por el contrario, no guardan relación alguna entre sí. En el caso de que dos variables guarden relación y, si, además, se conoce el nivel de asociación, se podrá pronosticar el valor aproximado que tendrá una variable dependiente, cuando se conoce el valor de la variable independiente (Hernández et al., 2006).

La investigación siguió un diseño cuasi experimental, con pre prueba, pos prueba y grupos intactos (uno de ellos de control). En el marco del diseño cuasi experimental, una o más variables independientes son manipuladas conscientemente, a fin de observar su efecto en una o más variables dependientes. En este punto es importante hacer notar que, los grupos de sujetos participantes en un estudio de este tipo, surgen en forma independiente al cuasi experimento mismo, es decir, son grupos intactos. Esto puede incidir en el grado de confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. La tabla 1 muestra el diagrama del diseño de la investigación.

**Tabla 1.** Diseño cuasi experimental con pre prueba, pos prueba y grupo de control.

Grupos	Medida de la pre prueba	Tratamiento experimental	Medida de la pos prueba
G1	O1	X	O2
G2	O3	-	O4





## Formulación de hipótesis

Este estudio busca contrastar las siguientes tres hipótesis:

- Los estudiantes de bachillerato en el estudio de la Física siguiendo una estrategia de aprendizaje mediada por laboratorio virtual, desarrollan una mejor actitud hacia la ciencia, los conocimientos científicos y las asignaturas de ciencias, que aquellos estudiantes que siguen una estrategia de enseñanza expositiva.
- Los estudiantes de bachillerato en el estudio de la Física siguiendo una estrategia de mediada por laboratorio virtual, tienen un mayor nivel de comprensión de los principios físicos involucrados que aquellos estudiantes que siguen una estrategia de enseñanza expositiva.
- Los estudiantes de bachillerato en el estudio de la Física siguiendo una estrategia de aprendizaje mediada por el laboratorio virtual, desarrollan más habilidades para resolver problemas de física que aquellos estudiantes que siguen una estrategia de enseñanza expositiva.

Con el propósito de determinar el impacto de la utilización del laboratorio virtual en el aprendizaje de Física en estudiantes de Bachillerato, se utiliza una muestra representativa y posteriormente estos resultados se generalizaron para una población de mayor tamaño. Para ello, se requiere que tanto el proceso de indagación, como los resultados, fueran lo más objetivos que sea posible, asegurando que las preferencias del investigador no afectaran el desarrollo del estudio. Estos presupuestos dieron precisión sobre la elección del enfoque cuantitativo para adelantar el proceso de investigación.

Asimismo, esta selección estuvo fundamentada en la necesidad de seguir un proceso fuertemente estructurado que otorgara el control sobre el fenómeno estudiado, que ofreciera una perspectiva de medición y que permitiera cumplir con los requerimientos de tiempo impuestos. Adicionalmente, el enfoque cuantitativo brindó la posibilidad de hacer acercamientos sobre elementos muy puntuales del fenómeno estudiado. Para el caso particular de esta investigación, el adoptar el enfoque cuantitativo permitió evaluar la manera como la mediación del laboratorio virtual, incide en el rendimiento académico de los estudiantes de Bachillerato, al estudiar un área específica de la física, como lo es la cinemática bidimensional.

## Resultados y discusión

A través del presente estudio se logra determinar la existencia de una relación, y el grado de asociación, entre la utilización del laboratorio virtual (variable independiente), y el aprendizaje de Física en estudiantes de Bachillerato, representado éste por tres elementos fundamentales (variables dependientes): a) actitud de los estudiantes hacia la





ciencia, los conocimientos científicos y las asignaturas de ciencias, b) nivel de comprensión de los principios de la Física, y, c) nivel de desarrollo de habilidades para resolver problemas de física. La necesidad de establecer la relación entre estas variables, determinó el alcance del estudio como una investigación correlacional.

El impacto del uso del laboratorio virtual en el aprendizaje de la Física en estudiantes de Bachillerato, se demuestra al comparar el nivel alcanzado por los alumnos de cada grupo de trabajo, en las dos dimensiones del estudio: actitud hacia la ciencia, comprensión de los conceptos de la Física y habilidades en resolución de problemas de Física. Para tal fin se presenta el análisis estadístico que se desarrolló con los resultados de la aplicación preliminar para dar respuesta al objetivo de la presente investigación.

Para el análisis de la actitud de los estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa Fiscal caso de estudio hacia la Física, los conocimientos científicos y las asignaturas de ciencias se aplicó el test de Penichet y Mato (1999), al grupo experimental, que arrojó una media de 48,65 con una desviación estándar de 7,42 y una varianza de 55,07. Estos resultados muestran un nivel bajo de actitud hacia el estudio de la Física, ciencia, los conocimientos científicos y las asignaturas de ciencias. Asimismo, se observa que los puntajes están considerablemente dispersos en torno a la calificación media.

Con el propósito de caracterizar con mayor precisión la actitud del grupo experimental hacia las asignaturas de ciencias, se conformaron tres subgrupos de alumnos en base a los resultados del test de Penichet y Mato. La tabla 2 presenta esta clasificación.

**Tabla 2.** Clasificación de los estudiantes del grupo experimental según su actitud hacia la ciencia, en base a los resultados del pretest de Penichet

Nivel	Puntuación	% de estudiantes
Bajo	0 a 49	42,31
Medio	50 a 52	34,62
Alto	53 a 65	23,08

A partir de los resultados del test de Penichet y Mato, se puede concluir que el 57,69% de los estudiantes no manifestaron explícitamente que el estudio de Física sea el que realizan con más agrado. Asimismo, alrededor de la tercera parte de los alumnos reveló cierto rechazo a trabajar en la resolución de problemas relacionados con la asignatura Física, a pesar de que una gran mayoría, el 76,92%, reconoció que el estudio de la Física es importante como preparación para encontrar un puesto de trabajo y un 53,85% manifestó que las asignaturas de ciencias experimentales deberían tener más importancia en la enseñanza.



Del mismo modo, el análisis de los resultados del test de actitud hacia la ciencia, los conocimientos científicos y las asignaturas de ciencias permite determinar que un 15,39% de los estudiantes manifestó no encontrarle utilidad al estudio de las ciencias experimentales. Este valor coincide con el de la proporción de estudiantes que expresó rechazo a estudiar las asignaturas de ciencias experimentales. Asimismo, el 23,07% de los alumnos relacionó su resistencia al estudio de las asignaturas de ciencias con el grado de dificultad asociado a estas.

Los resultados muestran que una mayoría de 92,31% no comparte la opinión de que la Física sólo sirven para reprobado. No obstante, el 26,93% de los alumnos expresó que las clases de Física se les hacen monótonas mientras que un 42,31% no declaró en forma explícita mantenerse concentrado durante las clases de Física.

Por su parte, las respuestas del grupo control, evidenciaron que se sigue la estrategia de enseñanza expositiva alcanzándose un 48,04% con una desviación estándar de 6,97 y una varianza de 48,71, lo que muestra un bajo nivel actitudinal en relación al estudio de la Física. La tabla 3 presenta la clasificación de los estudiantes del grupo de control según su actitud hacia la Física en base a los resultados del test.

**Tabla 3.** Clasificación de los estudiantes del grupo de control según su actitud hacia la Física, base a los resultados del pre test de

Penihet y Mato.

Nivel	Puntuación	% de estudiantes
Bajo	0 a 49	61,90
Medio	50 a 52	4,76
Alto	53 a 65	33,33

De la aplicación del test de Penichet y Mato a los alumnos del grupo de control se concluye que el 57,14% no expresó directamente si el aprendizaje de la Física debería tener más importancia en la enseñanza. En ese mismo sentido, un 38,09% no manifestaron explícitamente si encontraban interesante todo lo relacionado con la Física, mientras que la tercera parte de los estudiantes no consideró en forma concluyente que Física sean importantes para reflexionar mejor respecto de la futura profesión. Una proporción similar no manifestó sentir satisfacción al estudiar ciencias.

De otro lado, a partir de la aplicación del test de Penichet y Mato se puede determinar que un 19,05% de los estudiantes manifestó no encontrarle utilidad al estudio de la Física. En concordancia con lo anterior, se puede observar que un 19,04% expresó rechazo a estudiar Física. En ese sentido, el 28,57% de los alumnos manifestó no tener una opinión definida sobre el vínculo entre la resistencia al estudio de las asignaturas Física y el grado de dificultad asociado a estas.

La mayoría de los alumnos del grupo de control, un 95,23%, no asocia el estudio de la Física con reprobación. Por otro lado, aproximadamente la tercera parte de los alumnos no declaró en forma explícita mantenerse concentrado durante las clases de Física.



Específicamente en la evaluación de la actitud hacia el aprendizaje de la Física, los conocimientos científicos y las asignaturas de ciencias. En el grupo experimental, el pos test de Penichet y Mato presentó media de 60,75 con una desviación estándar de 2,81 y una varianza de 7,94. Se muestra un aumento considerable en el nivel de actitud hacia el aprendizaje y estudio de la Física.

Se observa, también, que las puntuaciones están más agrupadas alrededor de la media. Un análisis detallado del pos test de Penichet y Mato permite concluir que el 53,85% de los estudiantes manifestó estar totalmente de acuerdo con que las asignaturas de ciencias experimentales deberían tener más importancia en la enseñanza. Asimismo, alrededor de las dos terceras partes de los alumnos reveló un gran interés por todo aquello relacionado con las ciencias experimentales. En ese mismo sentido, el 61,54%, reconoció acentuadamente que la asignatura de Física y de las ciencias experimentales en general es importantes para reflexionar mejor con miras a la futura profesión.

También se aplicó la prueba t de Student para comparar los resultados del test de Penichet y Mato antes y después de haber ejecutado la secuencia didáctica mediada por el uso del laboratorio virtual. El valor calculado para el parámetro t fue de 7,781 que es considerablemente más alto que el mostrado en la distribución t de Student (1,671) para un nivel de confianza de 0,05 y con 60 grados de libertad. Esto permitió concluir que, después de la fase instruccional, la calificación media del grupo experimental en el postest de Penichet y Mato presentó una diferencia estadísticamente significativa respecto de la media del pretest. En otras palabras, los resultados muestran un considerable aumento en el nivel de aprendizaje hacia la Física, los conocimientos científicos y las asignaturas de ciencia en los alumnos del grupo experimental.

En el grupo de control. El postest de Penichet y Mato aplicado arrojó una media de 51,00 con una desviación estándar de 4,02 y una varianza de 16,19. Se observa una variación de +2,96 en la media y de -2,95 en la desviación estándar, lo que indica que los datos están más agrupados.

En la prueba de la primera hipótesis de investigación;

$H_0$ : Los estudiantes de bachillerato en el estudio de la Física siguiendo una estrategia de aprendizaje mediada por laboratorio virtual, desarrollan una mejor actitud hacia la ciencia, los conocimientos científicos y las asignaturas de ciencias, que aquellos estudiantes que siguen una estrategia de enseñanza expositiva.

Para efectos de realizar la prueba t Student, esta hipótesis se transformó en las siguientes hipótesis estadísticas:

- $H_1$ : El grupo experimental y el grupo de control difieren entre sí de manera significativa respecto a la puntuación media obtenida en la pos prueba del test para diagnosticar la actitud de los estudiantes hacia el estudio de la Física.



- $H_0'$ : El grupo experimental y el grupo de control no difieren entre sí de manera significativa respecto a la puntuación media obtenida en la pos prueba del test para diagnosticar la actitud de los estudiantes hacia el estudio de la Física

La tabla 4 compendia los resultados de ambos grupos en el pos test de Penichet y Mato:

**Tabla 4.** Resultados de los grupos experimental y de control en el postest de Penichet y Mato.

	Grupo Experimental	Grupo de Control	
Media	60,76	51,00	+9,76
Desviación estándar	2,81	4,02	-1,21
Varianza	7,94	16,19	-8,25

Los resultados muestran que el grupo experimental obtuvo una puntuación media más alta que la alcanzada por el grupo de control. Asimismo, los alumnos que siguieron la secuencia didáctica mediada por el laboratorio virtual obtuvieron puntajes más agrupados en torno a la media.

Con estos resultados se realizó la prueba t de Student, la cual arrojó un valor de 9,415. Este resultado es considerablemente mayor al mostrado en la distribución t de Student (1,671) para un nivel de confianza de 0,05 y con 60 grados de libertad. Este valor sigue siendo mayor al mostrado en la tabla, inclusive para un nivel de confianza de 0,005 y el mismo número de grados de libertad (2,617). Entonces, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0'$ ) y se acepta la primera hipótesis de investigación ( $H_1$ ).

Para el análisis de la segunda hipótesis formulada, referida a si los estudiantes de bachillerato en el estudio de la Física siguiendo una estrategia de aprendizaje mediado por laboratorio virtual, tienen un mayor nivel de comprensión de los principios físicos involucrados que aquellos estudiantes que siguen una estrategia de enseñanza expositiva, se obtuvo en el grupo experimental con la aplicación de la pos prueba una media de 9,36 con una desviación estándar de 0,49 y una varianza de 0,24. En relación con los resultados de la pre prueba, se observa una variación de +4,78 en la media y de +0,10 en la desviación estándar. El incremento significativo en la puntuación media justifica el leve aumento en la dispersión de las puntuaciones. La tabla 5 muestra la clasificación de los alumnos del grupo experimental según los resultados de la pos prueba estandarizada.

**Tabla 5.** Clasificación de los estudiantes del grupo experimental según su nivel de comprensión de los principios físicos en base a los resultados de posprueba

Nivel	Puntuación	% de estudiantes
-------	------------	------------------



Bajo	0,0 a 5,9	0,00
Básico	6,0 a 7,9	0,00
Alto	8,0 a 8,9	11,53
Superior	9,0 a 10,0	88,46

Los resultados de la pos prueba dan cuenta de un excelente nivel de comprensión de los de los principios físicos por parte de los alumnos del grupo experimental. En contraste con los resultados del pre prueba, los altos porcentajes de respuestas correctas en cada una de las preguntas evidencian que los estudiantes han hecho un reajuste cognitivo de sus ideas previas.

Se aplicó una prueba t de Student para establecer una comparación entre los resultados de la pre prueba y la pos prueba de comprensión de conceptos. La prueba arrojó un valor de 39,12. Este resultado es mucho mayor al que muestra la distribución t de Student (1,671) para un nivel de confianza de 0,05 y con 60 grados de libertad. Esto permitió concluir que la media del grupo experimental en la pos prueba de comprensión de los principios físicos presentó una diferencia estadísticamente significativa respecto de la media en la pre prueba.

Sin embargo, el grupo control muestra una media en la prueba estandarizada de 8,90 con una desviación estándar de 0,78 y una varianza de 0,60. Tomando como referencia el resultado de la preprueba, la variación de la media fue de +4,19 mientras que la desviación estándar se incrementó en +0,21. Esta significativa variación positiva de la media se reflejó en la clasificación del grupo en función de las puntuaciones obtenidas en la prueba, la cual se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6.** Clasificación de los estudiantes del grupo de control según su nivel de comprensión de los principios físicos., en base a los resultados de la pos prueba.

Nivel	Puntuación	% de estudiantes
Bajo	0,0 a 5,9	0,00
Básico	6,0 a 7,9	9,52
Alto	8,0 a 8,9	28,57
Superior	9,0 a 10,0	61,91

El porcentaje de respuestas correctas, en la encuesta aplicada, por cada una de las categorías en que fueron agrupados los ítems fue significativamente alto. De 13 a 20 reactivos obtuvieron porcentaje de respuestas correctas que superaban el 90%. En la categoría de comprensión de los conceptos físicos, 7 de los 12 ítems superaron el 90% de respuestas correctas, mientras que, en la categoría de comprensión del movimiento circular uniforme, fueron 6 de 8.

La prueba t de Student entre los resultados de la pre prueba y la pos prueba de comprensión de conceptos físicos arrojó un valor de 22,11, el cual es considerablemente más alto al que se obtuvo en la distribución t de Student (1,671)



para un nivel de confianza de 0,05 y con 60 grados de libertad, y sigue siendo mayor incluso para un nivel de confianza de 0,005. En consecuencia, se demuestra que la media del grupo de control en la pos prueba de comprensión de conceptos presentó una diferencia estadísticamente significativa respecto de la media en la pre prueba.

Para probar la hipótesis de investigación “Los estudiantes de bachillerato en el estudio de la Física siguiendo una estrategia de mediada por laboratorio virtual, tienen un mayor nivel de comprensión de los principios físicos involucrados que aquellos estudiantes que siguen una estrategia de enseñanza expositiva”, una vez realizada las pruebas pertinentes al grupo control y experimental, se reestructura la hipótesis planteada, reestructurándose las misma en las siguientes hipótesis estadísticas:

- H2: El grupo experimental y el grupo de control difieren entre sí de manera significativa respecto a la puntuación media obtenida en la pos prueba estandarizada sobre los conceptos y principios de la Física mediado por el uso de laboratorio virtual
- H0’’: El grupo experimental y el grupo de control no difieren entre sí de manera significativa respecto a la puntuación media obtenida en la pos prueba estandarizada sobre los conceptos y principios de la Física mediado por el uso de laboratorio virtual.

En la tabla 7, se sintetizan los resultados de ambos grupos en la pos prueba estandarizada sobre los conceptos y principios de la Física mediados por el uso de laboratorio virtual.

**Tabla 7.** Resultados de los grupos experimental y de control en la posprueba estandarizada sobre los conceptos y principios de la Física mediados por el laboratorio virtual.

	Grupo Experimental	Grupo de Control	
Media	9,36	8,90	+0,46
Desviación estándar	0,49	0,78	-0,32
Varianza	0,24	0,60	-0,36

El grupo experimental obtuvo una puntuación media más alta y, además, los puntajes fueron menos dispersos que los obtenidos por los alumnos del grupo de control. El cálculo de la prueba t de Student dio un resultado de 2,352 que es mayor al que se muestra en la tabla de la distribución t de Student (1,671) para un nivel de confianza de 0,05 y con 60 grados de libertad. Por lo tanto, la hipótesis nula (H0’’) es rechazada y se acepta la segunda hipótesis de investigación (H2).

Para medir si los estudiantes de bachillerato en el estudio de la Física siguiendo una estrategia de aprendizaje mediada por el laboratorio virtual, desarrollan más habilidades para resolver problemas de física que aquellos estudiantes que



siguen una estrategia de enseñanza expositiva, se analizan los grupos de estudio (experimental y control). Este análisis se realizó únicamente después de la ejecución de las secuencias didácticas con cada uno de los grupos. Esto debido a que las particularidades de la estrategia de solución de problemas de Física exigían un trabajo instruccional previo. Los resultados globales obtenidos por ambos grupos en esta prueba se ubican en el nivel de desempeño superior. En la tabla 8, se presenta la puntuación media y la desviación estándar obtenida por cada grupo de estudio en las cinco categorías que definen el nivel de desarrollo de habilidades para resolver problemas de física. Se observa que el grupo experimental logró un desempeño ligeramente mayor en la representación gráfica de los vectores velocidad y aceleración, así como en el planteamiento y solución de un modelo matemático para el evento. De otra parte, el grupo de control mostró una leve diferencia en el nivel de desarrollo de las habilidades para identificar la información y las incógnitas. Asimismo, los alumnos de este grupo tuvieron una ventaja marginal en la efectividad del proceso, en relación con los estudiantes del grupo experimental.

**Tabla 8.** Evaluación del nivel de desarrollo de habilidades para resolver problemas de física.

Categoría	Medias	Grupo experimental	Grupo control
Representación gráfica de los vectores velocidad y aceleración	$\bar{x}$	1.76	1.69
	$\sigma$	0.24	0.24
Identificación de la información suministrada y de las incógnitas	$\bar{x}$	1.59	1.90
	$\sigma$	0.19	0.19
Modelación matemática del evento	$\bar{x}$	1.88	1.80
	$\sigma$	0.21	0.24
Solución del modelo matemático	$\bar{x}$	1.88	1.78
	$\sigma$	0.21	0.24
Efectividad del proceso	$\bar{x}$	1.52	1.69
	$\sigma$	0.10	0.24
Resultado global de la prueba	$\bar{x}$	8.64	8.88
	$\sigma$	0.67	0.21

Para probar la hipótesis “Los estudiantes de bachillerato en el estudio de la Física siguiendo una estrategia de aprendizaje mediada por el laboratorio virtual, desarrollan más habilidades para resolver problemas de física que aquellos estudiantes que siguen una estrategia de enseñanza expositiva”, se realiza una transformación





Para obtener las siguientes hipótesis estadísticas, útiles para realizar las pruebas pertinentes como lo es la t de Student.

- H3: El grupo experimental y el grupo de control difieren entre sí de manera significativa respecto a la puntuación media obtenida en la pos prueba del nivel de desarrollo de habilidades para resolver problemas de física a través del laboratorio virtual.
- H0'': El grupo experimental y el grupo de control no difieren entre sí de manera significativa respecto a la puntuación media obtenida en la pos prueba del nivel de desarrollo de habilidades para resolver problemas de física a través del laboratorio virtual.

El grupo de control obtuvo una ventaja de +0,24 en su puntuación media y una diferencia de -0,46 en la desviación estándar, en relación con los resultados del grupo experimental. El cálculo de la prueba t de Student dio un resultado de 1,580. Este valor es menor al presentado en la distribución t de Student (1,671) para un nivel de confianza de 0,05 y con 60 grados de libertad. Por lo tanto, se rechaza la tercera hipótesis de investigación (H3) y se acepta la hipótesis nula (H0'').

## Discusión de los resultados

Los resultados reportan que los alumnos que desarrollaron la estrategia de aprendizaje mediado por laboratorio virtual tuvieron un mejor desempeño tanto en la dimensión afectiva, referente a la actitud de los estudiantes hacia los conocimientos científicos y las asignaturas de ciencia, como en la dimensión cognitiva, concerniente al nivel de comprensión de los contenidos de la Física, relacionada con la habilidad para resolver problemas de Física. Esto guarda concordancia con los resultados de estudios como los de Amaya (2009), Casadei et al. (2008), Debel et al. (2009) y Sierra (2005).

En lo que concierne a la dimensión afectiva, referente a la actitud de los estudiantes hacia los conocimientos científicos y las asignaturas de ciencia, es importante hacer notar que, a la luz de los resultados, el uso de una herramienta tecnológica como lo es el laboratorio virtual, en el marco de una estrategia basada en aprendizaje, aumenta la motivación de los estudiantes, favorece la adopción de un rol más activo, de una actitud de mayor interés en el proceso y provoca un mayor sentimiento de satisfacción. Bayrak (2008), Becerra (2005), García y Gil (2006), en sus respectivas investigaciones, ya habían coincidido en remarcar ese efecto del software de simulación en la actitud de los estudiantes.

Asimismo, referente a la dimensión cognitiva, concerniente al nivel de comprensión de los contenidos de la Física, relacionada con la habilidad para resolver problemas de Física, los resultados del presente estudio demuestran que el uso del laboratorio virtual incide positivamente en el nivel de comprensión de los conceptos y principios de la Física.



Estos resultados son ampliamente respaldados por la teoría consultada. Otros estudios ya habían concluido sobre los efectos positivos del uso de software de simulación en la comprensión de los procesos termodinámicos (Becerra, 2005), del electromagnetismo (Giorgi et al., 2004), de la mecánica clásica de partículas (Valente y Neto, 1992) y de la ley de Ohm (Amaya, 2008).

La aplicación de las pre pruebas demostró que las ideas previas de los alumnos eran distantes de los principios físicos universalmente aceptados. Esta situación se relaciona con los resultados del estudio de Oliva (1994) sobre la influencia de las variables cognitivas en la construcción de conocimientos de mecánica. Ahora bien, el desarrollo de las secuencias didácticas respectivas para cada grupo de estudio desembocó en un desequilibrio cognitivo que favoreció el cambio conceptual de esas ideas previas. Los resultados demuestran que ese proceso fue más efectivo en los estudiantes que siguieron la estrategia de aprendizaje mediado por el laboratorio virtual.

Finalmente, respecto a la tercera hipótesis de investigación, los resultados de este estudio no permitieron concluir que la estrategia de aprendizaje mediada por el laboratorio virtual fuera más efectiva que la estrategia de enseñanza expositiva. Al respecto, Fogliati et al. (2004) ya había identificado ciertas dificultades procedimentales en la resolución de problemas con simulaciones computarizadas. En esta dimensión procedimental no hubo diferencias significativas entre las dos estrategias empleadas.

En la determinación del impacto del laboratorio virtual en el aprendizaje de la Física en estudiantes de Bachillerato de la Unidad Educativa Fiscal “Cinco de Junio” de Manta, los resultados del presente estudio permiten establecer que el uso del laboratorio virtual tiene una incidencia significativamente positiva en la actitud y en el nivel de comprensión de los estudiantes. En ese sentido, una estrategia de aprendizaje mediada por el uso del laboratorio virtual resulta más eficaz que una basada en enseñanza expositiva. Si bien no existen diferencias significativas entre una y otra en lo que tiene que ver con el desarrollo de habilidades para el aprendizaje de la Física, los resultados de esta investigación reportan más beneficios en el uso del laboratorio virtual.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente estudio dan cuenta de los beneficios que reporta el uso del laboratorio virtual como herramienta mediadora en el estudio de la física, siguiendo una estrategia didáctica de aprendizaje por descubrimiento.

Se demuestra que las potencialidades ofrecidas por el laboratorio virtual para potenciar el aprendizaje de la Física, favorece a la comprensión de diversos fenómenos Físicos difíciles de comprender de forma expositiva.



También se constató que las herramientas disponibles en el entorno de trabajo con el laboratorio virtual, permiten alcanzar un mejor nivel de comprensión del comportamiento de cada de los conceptos de la Física.

Los estudiantes que siguieron un modelo de enseñanza expositiva presentaron dificultades al tratar de comprender las características de este tipo de eventos cinemáticos.

## Conflictos de intereses

Los autores no poseen conflictos de intereses.

## Contribución de los autores

1. Conceptualización: Heber Luis Naranjo Reyes, Osvaldo Fosado Tellez.
2. Curación de datos: Heber Luis Naranjo Reyes, Osvaldo Fosado Tellez.
3. Análisis formal: Osvaldo Fosado Tellez.
4. Adquisición de fondos: Osvaldo Fosado Tellez.
5. Investigación: Osvaldo Fosado Tellez.
6. Metodología: Heber Luis Naranjo Reyes, Osvaldo Fosado Tellez.
7. Recursos: Osvaldo Fosado Tellez.
8. Software: Heber Luis Naranjo Reyes, Osvaldo Fosado Tellez.
9. Supervisión: Osvaldo Fosado Tellez.
10. Validación: Heber Luis Naranjo Reyes.
11. Visualización: Osvaldo Fosado Tellez.
12. Redacción – borrador original: Heber Luis Naranjo Reyes, Osvaldo Fosado Tellez.
13. Redacción – revisión y edición: Heber Luis Naranjo Reyes, Osvaldo Fosado Tellez.

## Financiamiento

La investigación no requiere fuente de financiamiento externa.

## Referencias



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**  
(CC BY 4.0)

- Amaya, G. (2008). La simulación computarizada como instrumento del método en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física, desde la cognición situada: ley de Ohm. *Revista electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 8 (1). Recuperado de <http://revista.inie.ucr.ac.cr/articulos/1-2008/archivos/ohm.pdf>
- Amaya, G. (2009). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales, en la enseñanza de la física [Versión electrónica]. *El hombre y la máquina*, 21 (33), 82-95.
- Bayrak, C. (2008). Effects of computer simulations programs on university students' achievements in physics. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 9 (4). Recuperado de [http://tojde.anadolu.edu.tr/tojde32/pdf/article\\_3.pdf](http://tojde.anadolu.edu.tr/tojde32/pdf/article_3.pdf)
- Becerra, F. (2005). Aprendizaje en colaboración mediado por simulación en computador. Efectos en el aprendizaje de procesos termodinámicos. [Versión electrónica], *Revista de estudios sociales*, 20, 13-26.
- Benito, M. (2009). Las TIC y los nuevos paradigmas educativos. *TELOS*, 63(78).
- Borja López, Y., Gutiérrez Constante, G., & Cevallos Black, L. (2017). Efectos del consumo digital en la Educación Latinoamericana. *Revista Publicando*, 4(11(1), 690-703. Ramírez, T. G., & López, M. R. (2010). El valor añadido de las buenas prácticas con TIC en los centros educativos. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11(1), 262-282.
- Casadei, L., Cuicas, M., Debel, E. y Álvarez, Z. (2008). La simulación como herramienta de aprendizaje en física. *Actualidades Investigativas en Educación*, 8, (2). Recuperado de <http://revista.inie.ucr.ac.cr/articulos/2-2008/archivos/fisica.pdf>
- Debel, E., Cuicas, M., Casadei, L., y Álvarez, Z. (2009). Experimento real y simulación como herramientas de apoyo para lograr aprendizajes significativos en la asignatura Laboratorio de Física II. *Multiciencias*, 9, (1), 80-88.
- Díaz, P. (2004). Las TIC como apoyo en el proceso de enseñanza/aprendizaje. 1ª Jornada Campus Virtual. Recuperado de: <https://vdocuments.net/las-tic-como-apoyo-en-el-proceso-de-ensenanzaaprendizaje-559e1523e9fd6.html>
- Elichiry, N. E. (2004). Aprendizaje de niños y maestros: hacia la construcción del sujeto educativo. *Manantial*.
- Fogliati, P., Catalán, L. C. y Concari, S. B. (2004, Octubre). Dificultades procedimentales en la resolución de problemas con simulaciones computarizadas. Presentado en el 7º Simposio de Investigación en Educación en Física. Santa Rosa, La Pampa, Argentina.
- Gallegos D., & Pavón (2018) . Conferencia Paper July 2018. “La enseñanza de la Física en el Ecuador: datos históricos, formación docente, resultados en pruebas estandarizadas”



- Gámiz Sánchez, V. (2009). Entornos virtuales para la formación práctica de estudiantes de educación: implementación, experimentación y evaluación de la plataforma aulaweb. Tesis Doctoral.
- García, A. y Gil, M. (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones interactivas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2). Recuperado de [http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART6\\_Vol5\\_N2.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART6_Vol5_N2.pdf)
- Gámiz Sánchez, V. M. (2009). Entornos virtuales para la formación práctica de estudiantes de educación: implementación, experimentación y evaluación de la plataforma aulaweb. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/2727/1850436x.pdf?sequence=1>
- Giorgi, S., Cámara, C. y Kofman, H. (2004, octubre). El uso de la computadora en las modalidades de simulación y adquisición de datos para el estudio del campo magnético en un solenoide por el que circula corriente continua. Presentado en el 7º Simposio de Investigación en Educación en Física. Santa Rosa, La Pampa, Argentina.
- Guisasola, J. (2005). La investigación en la enseñanza de la Física. De la anécdota a la producción de conocimiento científicamente fundamentado. En: *Investigaciones em ensino de ciencias*. V.10 (1), p. 103-127.
- Guisasola, J., Gras Mart, A., Martínez Torregrosa, J., Almudí, J.M., Becerra, C. (2004) ¿Puede ayudar la investigación en enseñanza de la Física a mejorar su docencia en la universidad? En: *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol.26, no.3, 2004.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P., (2006). *Metodología de la investigación* (4ª ed.). Distrito Federal, México: McGraw – Hill Interamericana.
- Klingler Kaufman, C., & Vadillo, G. (2000). *Psicología Cognitiva. Estrategias en la práctica docente*. McGraw Hill.
- González, P., Gómez, P., Gómez Martín, M. (2007). Aprendizaje Activo en Simulaciones Interactivas. *Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 11(1) 25-36.
- Maurel, M. Marín, M y Barrios, T. (2015). Física: Un espacio virtual de experimentación. IX Conferencia internacional Guide, 15.
- Oliva, J. M. (1994). Influencia de las variables cognitivas en la construcción de conocimientos de mecánica. Un estudio empírico y un análisis computacional. Disertación doctoral no publicada. Facultad de Educación. Universidad Nacional de Educación a Distancia, España.
- Penichet, A. y Mato, M. C. (1999). Las actitudes del alumnado de secundaria hacia las ciencias experimentales. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 22, 9-16.
- Pinto, A. & Díaz, J. (2015). Convivencia Escolar en la era de la hiperconectividad. *Revista Cultura, Educación y Sociedad*, 5 (2). 34-56.



- Rosado, L. (2005). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la física. Recent Research Developments in Learning Technologies, International Conference on Multimedia and ICT in Education.
- Sierra, J. L., (2005). Estudio de la influencia de un entorno de simulación por ordenador en el aprendizaje por investigación de la Física en Bachillerato. Madrid, España: Gobierno de España, Ministerio de Educación y Ciencia.
- Universidad EAN. Vicerrectoría de Investigaciones. (2012). ¿Qué son objetos de aprendizaje? Revista Escuela de Administración de Negocios, 72(1) 208-221.
- Valente, M. y Neto, A. J. (1992). El ordenador y su contribución a la superación de las dificultades del aprendizaje en mecánica. Enseñanza de las Ciencias, 10 (1), 80-85.

