

Simulaciones interactivas: nuevas herramientas en el aprendizaje contextualizado de la Física universitaria*Interactive simulations: new tools in the contextualized learning of university physics***Fredy Barragán Suescún**<https://orcid.org/0000-0002-8883-7977>

Universidad Politécnica Territorial de Valencia.

Valencia, Venezuela.

barragan.suescun@gmail.com**Resumen**

Las Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento (TAC), están orientando los recursos tecnológicos a ser más formativos, con el objetivo de lograr un aprendizaje para la vida, en función a ello, el docente se convierte en planificador de los materiales que investiga el estudiante fuera del recinto universitario y facilitador en el aula. Adicional a esto, los estudiantes universitarios están muy atraídos por el uso de la tecnología, proyectando en el docente a la innovación constante en las sesiones de aprendizaje con metodologías activas y con nuevas herramientas en el aprendizaje contextualizado. La investigación está enmarcada en un proyecto factible, y se propone un guión didáctico para el aprendizaje de la Física Universitaria, donde la metodología activa a usar es el aprendizaje invertido y la nueva herramienta es el applet de simulación interactiva PhET de la Universidad de Colorado. La propuesta relacionada al empleo de simulaciones educativas de uso libre, maximizará el aprendizaje, dando lugar a un auto aprendizaje y al desarrollo de capacidades de investigación, observación, reflexión, análisis, interpretación, y síntesis en la adquisición de sus propios conocimientos.

Palabras clave: TAC, guión didáctico, aprendizaje invertido, simulaciones interactivas.

Abstract

The Learning and Knowledge Technologies (LKT), are guiding technological resources to be more formative, with the aim of achieving life-long learning, based on this, the teacher becomes a planner of the materials researched by the student outside the university campus and facilitator in the classroom. In addition to this, university students are very attracted to the use of technology, projecting constant innovation in the learning sessions with active methodologies and with new tools in contextualized learning. The research is framed in a feasible project, and a didactic script for learning University Physics is proposed, where the active methodology to use is inverted learning and the new tool is the PhET interactive simulation applet of the University of Colorado. The proposal related to the use of free-use educational simulations will maximize learning, leading to self-learning and the development of research, observation, reflection, analysis, interpretation, and synthesis skills in the acquisition of their own knowledge.

Keywords: LKT, didactic script, inverted learning, interactive simulations.

Recibido:27/04/2020

Enviado a árbitros:28/04/2020

Aprobado:24/07/2020

Introducción

Actualmente, con la llegada y auge de la tecnología a los recintos universitarios, los profesores aun continuamos usando el libro guía en físico o texto del curso, el discurso en una clase magistral y la pizarra como medios fundamentales de transferencia y activación del proceso de enseñanza en nuestros estudiantes. Habitualmente, en cualquier sesión de aprendizaje de Física encontramos estos tres instrumentos, independientemente del enfoque didáctico usado por el profesor en los procesos de enseñanza y aprendizaje que tienen lugar en el aula.

En algunas ocasiones, un bajo porcentaje de profesores de Física Universitaria, utilizan en las sesiones de aprendizaje, programas informáticos previamente instalados en las computadoras de escritorio o en las laptop, y los estudiantes las pueden manipular bajo la guía o tutela del profesor, por lo general son programas para proyectar algún tipo de información por medio de un video beam.

En contraste a lo descrito anteriormente, la UNESCO (2008) expresa que “para vivir, aprender y trabajar con éxito en una sociedad cada vez más compleja, rica en información y basada en el conocimiento, los estudiantes y los docentes deben utilizar la tecnología digital con eficacia” (p. 2).

Es por ello, que en esta investigación se resaltaré la importancia de usar el aprendizaje invertido en conjunto a los simuladores interactivos en las sesiones de aprendizaje de Física Universitaria, incitando a los estudiantes a observar un problema físico concreto de forma dinámica, controlar los parámetros de la simulación y recoger los datos; dando lugar a un auto aprendizaje y síntesis en la adquisición de sus propios conocimientos. No se quiere suplantar a los libros de texto ni al profesor, sino de mejorar la enseñanza.

En función al acápite anterior, la UNESCO (1998), expresa que “la educación superior implica no sólo enseñar sino también educar, dando importancia al concepto de educación a lo largo de toda la vida” (p. 3). La formación básica no debe orientarse a la mera acumulación de conocimientos, sino a la adquisición de competencias y habilidades sin detenerse tras los años universitarios. Es decir, que la utilización del aprendizaje invertido y de los simuladores interactivos debe manejarse contextualizadamente, y lograr un aprendizaje para la vida.

Adicional a la información suministrada por la UNESCO, las leyes nos amparan y respaldan en la actualización, y en función a ello, el Gobierno Nacional crea los Programas Nacionales de Formación (PNF) por medio de la Misión Alma Mater, mediante Gaceta Oficial (GO) N° 38.930 del 14 de mayo de 2008. Transcurridos cuatro años de la creación de los PNF, se establecen los *lineamientos para la evaluación del desempeño estudiantil*, oficializados por la GO N° 39.839 de fecha 10 de enero 2012.

En función a los lineamientos de evaluación, es importante destacar el artículo 5, parágrafo 4, en el cual expresa lo siguiente: “considera tanto los logros alcanzados como los procesos formativos, crea y adopta estrategias, técnicas e instrumentos que permitan evidenciar avances y logros en los diferentes ambientes y espacios de aprendizaje” (GO N° 39.839, 2012).

Adicionalmente, el parágrafo 5 de este mismo artículo flexibiliza la evaluación, pronunciando: “se *adapta y contextualiza a las situaciones, condiciones y características del proceso formativo*”.

Finalmente, en esta investigación se generará una propuesta de un guión didáctico para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en la Física Universitaria, basándonos en simulaciones interactivas, enmarcados en las Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento (TAC) permitiendo el logro de un aprendizaje contextualizado de la Física Universitaria.

Propósito general

Proponer un guión didáctico para el aprendizaje contextualizado de la Física Universitaria basado en Simulaciones Interactivas.

Propósitos específicos

1. Indagar las estrategias informáticas actuales que permitan simular fenómenos físicos y manipular la evolución del sistema de una manera controlada.
2. Determinar la factibilidad de la propuesta
3. Diseñar un guión didáctico dirigido al aprendizaje contextualizado de la Física Universitaria basado en Simulaciones Interactivas.

Tecnologías del aprendizaje y del conocimiento (TAC)

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han modificado la tarea diaria, y las actividades cotidianas del trabajo se ven afectadas positivamente haciéndonos más fácil la labor, o sencillamente la forma de comunicarnos se ha adaptado con la evolución de los smartphone o teléfonos inteligentes, y las estrategias enseñanza-aprendizaje no escapan de estos cambios, ahora los docentes debemos diseñar nuevos entornos de aprendizaje en los cuales las TIC se conviertan en recursos educativos acondicionados a la actividad diaria tanto del docente como la del estudiante.

Por consiguiente, de aquí en adelante por estar el contexto educativo usaremos el concepto TAC (Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento), motivado a que éstas van más allá de aprender a usar las TIC; desafiando y explorando las herramientas tecnológicas existentes para colocarlas al servicio del aprendizaje y de la adquisición de conocimiento, haciendo un uso más formativo y pedagógico. En función al acápite anterior, Segura (2007) expone la forma de

introducir efectivamente las TAC en el proceso de enseñanza y aprendizaje, asumiendo una serie de contenidos a tener en cuenta:

- (a) la necesidad de una actualización permanente de los conocimientos, habilidades, procesos, y estrategias sobre los contenidos cognitivos y meta-cognitivos; (b) una nueva conceptualización de la enseñanza como un proceso complejo en continuo cambio y que dura toda la vida; (c) y por último, la generación de entornos virtuales de aprendizaje. Pero, sobre todo, destacan la necesidad de transformar los roles del profesorado y del alumnado (p. 11).

En consecuencia, Segura (2007) insta al profesorado a dejar de ser un “instructor que domina los conocimientos, para convertirse en un asesor, orientador, facilitador y mediador del proceso de enseñanza y aprendizaje” (p. 11).

Por otro lado, Pedró (2011) manifiesta que el rol del estudiante también se ve modificado por las herramientas tecnológicas, pues “las tecnologías contribuyen a construir o elevar la autoestima de los alumnos, haciéndoles ganar confianza en sí mismos y asumir el futuro con una perspectiva de éxito” (p. 15).

Y en función a ello, Segura (2007) devela la necesidad de cambiar el rol del estudiante de reproductor de contenidos memorísticos a “ser un usuario inteligente y crítico de la información, para lo que precisa aprender a buscar, obtener, procesar y comunicar información y convertirla en conocimiento” (p. 11).

La introducción de las TAC en la educación supone una serie de ventajas que no se pueden obviar. A este respecto, Marqués (2011) señala “los recursos tecnológicos proporcionan algo imprescindible para el aprendizaje, como es el interés y la motivación causada de un medio tan vivo, atractivo y diferente” (p. 1). Estas permiten el desarrollo de la iniciativa del estudiante, y

ser partícipe del proceso de enseñanza, aprendiendo de sus propios errores, de la relación docente-estudiante, y a través de un aprendizaje cooperativo.

Además, las TAC permiten la interdisciplinariedad en el proceso de aprendizaje, a través de una alfabetización digital basada en las habilidades de búsqueda y selección de información, favoreciendo así la expresión de la creatividad. Pero las TAC no sólo ayudan de forma intelectual, sino también de forma visual, facilitando a los estudiantes al aprendizaje de conocimientos, igual ayuda a los estudiantes con necesidades educativas especiales.

En cuanto a las desventajas de las aplicaciones tecnológicas con fines educativos, Marqués (2011) apunta usadas de forma incorrecta pueden llevar a los estudiantes, e incluso a docentes, a sufrir una gran distracción y dispersión de la tarea principal.

Además, si no se extraen informaciones útiles o válidas, puede suponer una visión parcial de la realidad, que no llega a entrar en la estructura de conocimientos del estudiante, sumándose también una gran pérdida de tiempo. Adicionalmente, los recursos tecnológicos pueden suponer una verdadera adicción para el estudiantado, y provocar aislamiento social en cuanto al resto de compañeros.

No obstante, y pese a las desventajas, la inclusión de la tecnología en la educación es un recurso pedagógico facilitador de la adquisición del aprendizaje, y son un elemento motivador dentro del aula, impulsando el desarrollo de actitudes positivas hacia el propio aprendizaje.

Aprendizaje invertido

Hoy en día es conocido por toda la sociedad educativa, que una de las primeras competencias de un docente de cualquier nivel de enseñanza es adquirir el rol de planificador, así como también debe tener claro el modelo educativo y la metodología a seguir para alcanzar los resultados esperados en sus estudiantes, ya que éstos tienen toda la información en un solo clic,

gracias al Internet, pero transformar esa información en conocimiento es cuando el protagonismo de la educación entra en juego de manera determinante.

El Aprendizaje invertido (Flipped Classroom) es una estrategia didáctica constructivista centrada en el estudiante, caracterizada por ser una estrategia de enseñanza que ha cambiado el modelo tradicional del aprendizaje, aportando mayor énfasis a la práctica; Quiroga (2014), lo define como:

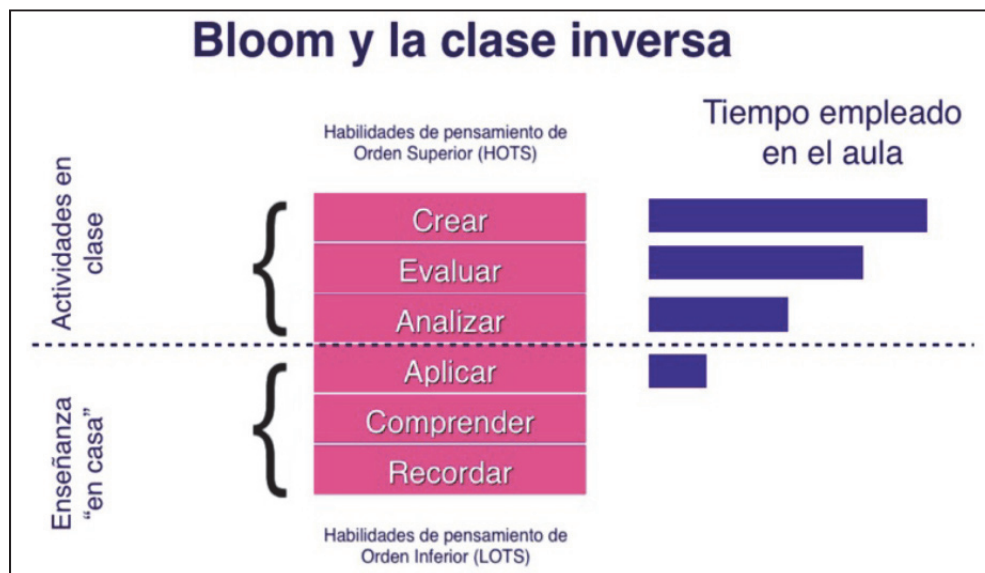
Un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se mueve desde un espacio de aprendizaje colectivo a un espacio de aprendizaje individual al estudiante, y el espacio de aprendizaje colectivo resultante, se transforma en un ambiente de aprendizaje dinámico e interactivo, donde el docente guía a los estudiantes a medida que él aplica los conceptos y participa creativamente en el tema. (p. 1)

Este enfoque permite al estudiante obtener información de forma asincrónica en un tiempo y lugar sin requerir la presencia física del profesor. Constituyéndose en un enfoque integral para incrementar el compromiso y la implicación del estudiante, de manera que construya su propio aprendizaje, lo socialice y lo integre a su realidad.

El aprendizaje invertido permite abarcar todas las fases del ciclo de aprendizaje, y Tourón et al. (2014) las divide en dos sesiones: (a) la primera sesión es antes de la actividad académica presencial y es asincrónica, en donde el estudiante desarrolla las habilidades de pensamiento de orden inferior; (b) la segunda sesión es en la actividad presencial, logrando el estudiante desarrollar las habilidades de pensamiento de orden superior. (Ver Figura 1).

Figura 1

Niveles de la taxonomía de Bloom según modelo Flipped Classroom



Nota. Tomado de Tourón et al. (2014, p. 497).

Para desarrollar la estrategia del aprendizaje invertido en la enseñanza de la Física Universitaria, es necesario involucrar a los estudiantes en el autoaprendizaje en la casa u otro espacio físico distinto al recinto universitario a través de la investigación, desarrollando las capacidades de la observación, análisis, reflexión, síntesis, resolución de problemas, entre otros.

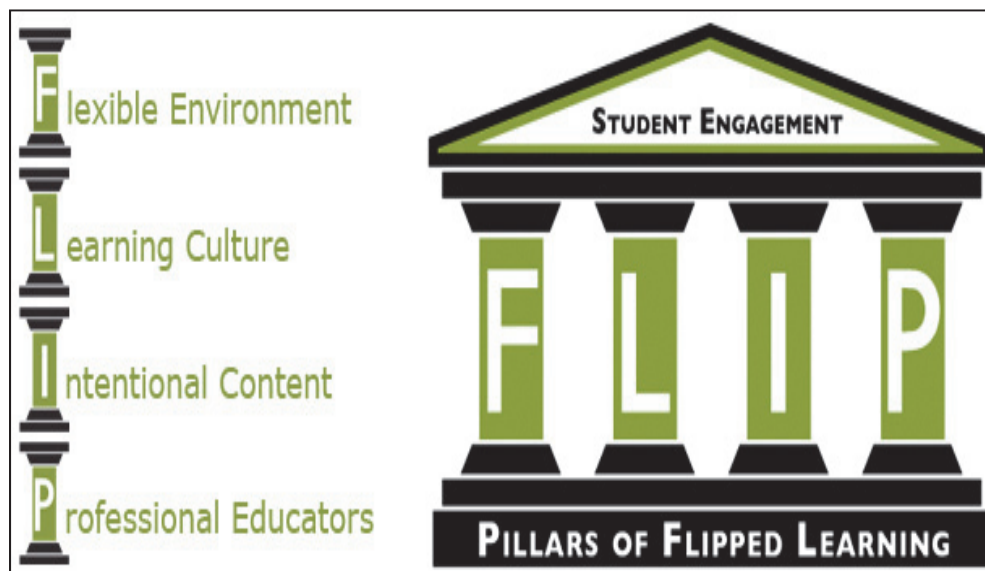
En función a ello, Calvo (2017) expresa que “el estudiante es responsable de su propio aprendizaje, el docente es un guía en todo el proceso y no un mero transmisor de conocimientos, utilizando un contexto cercano al mundo real” (p. 2).

En este caso, los simuladores interactivos serán la vía o camino a seguir en el proceso del autoaprendizaje.

En concordancia al uso de la estrategia de *Aprendizaje Invertido*, serán necesarios 4 pilares básicos (ver Figura 2) conocidos por el acrónimo **FLIP** (*Flexible environment, Learning culture, Intentional content y Professional educator*).

Figura 2

Los cuatro pilares del aprendizaje invertido.



Nota. Tomado de Flipped Learning (2016, p. 2).

Entorno flexible (Flexible environment)

Las clases invertidas permiten una gran variedad de preferencias de aprendizaje. Puede haber cambios en la distribución física del espacio facilitando el trabajo en grupo o individual. El ambiente ofrece a los estudiantes adaptarlo a sus necesidades, y ellos mismos son responsables del momento y lugar de su propio aprendizaje. Al mismo tiempo, los docentes se adaptan al ritmo de aprendizaje de sus estudiantes y optan por distintas formas de evaluarlos.

Cultura de aprendizaje (Learning culture)

En la estrategia de aprendizaje *invertido* el protagonismo recae en el estudiante. La clase se convierte en un espacio de aprendizaje donde se facilitan las herramientas adecuadas para profundizar, investigar y reflexionar sobre la materia. El estudiante genera sus conocimientos a través de la participación activa y constructiva, además de su propia evaluación.

Contenido intencional (Intentional content)

Quien utiliza la estrategia *Invertida* necesita reflexionar constantemente sobre su práctica ayudando en todo lo posible a los estudiantes y facilitarles materiales adecuados para la comprensión de las ideas explorando por su cuenta. El contenido a trabajar es intencional con el objetivo de emplear metodologías y estrategias activas, en función del grado y materia, focalizadas en el estudiante y aprovechar el tiempo de clase al máximo.

Educador profesional (Professional educator)

El rol del docente es mucho más minucioso y necesita hacer un seguimiento de cada estudiante en todo momento, ofreciendo *feedback* inmediato (evaluación formativa) y evaluación sumativa. Los profesores invierten en sus clases, reflexionan sobre su práctica, interactúan con sus iguales, están abiertos a la crítica constructiva y aceptan el “caos” bajo control en sus clases.

En función a los cuatro pilares de la enseñanza invertida, Tourón et al. (2014) expresan que los estudiantes aprenden de una forma activa siendo responsables de su propio aprendizaje (autorregulación), promoviendo el desarrollo de las habilidades del pensamiento de orden superior (metacognición), gracias a la puesta en marcha de una variada tipología de actividades que fomentan el trabajo individual, colaborativo, cooperativo, las discusiones y debates, la resolución de problemas y el aprendizaje por experiencias.

Organización del aprendizaje invertido

El aprendizaje invertido o aula invertida convierte en dinámica la educación, desarrollando un ambiente interactivo, dónde el docente es el mediador y guía de los estudiantes, mientras ellos en base a sus conocimientos y experiencias previamente estudiados y procesados, convierten al aula o clase en un verdadero taller de construcción y producción de conocimientos.

La organización de una clase invertida debe garantizar el cumplimiento de ciertos procedimientos y elementos básicos de la misma y se sugieren tres pasos: (a) Aprendizaje autónomo; (b) Aprendizaje colaborativo; y (c) Transferencia de conocimientos.

- *Aprendizaje autónomo*: En esta fase el estudiante dispondrá de un tiempo establecido por el docente en función a la actividad académica a desarrollar; durante ese tiempo, el estudiante decidirá cuándo, dónde y cuánto estudiar el conjunto de contenidos preparados y/o seleccionados intencionalmente por el docente para cubrir los componentes teóricos de la clase, los mismos se encontrarán en una plataforma virtual, direcciones URL o serán enviados a través de correos electrónicos a los estudiantes, entre ellos se tienen: videos, audios, documentos, presentaciones, e-books, simuladores interactivos, entre otros.

En esta fase el estudiante sintetiza y valora los contenidos a través de los recursos digitales preparados por el docente. A fin de constatar el cumplimiento del aprendizaje autónomo y fomentar el desarrollo del pensamiento crítico; el estudiante realizará resúmenes, mapas mentales o conceptuales, presentaciones o cualquier otra actividad, así como también planteará preguntas para el docente.

- *Aprendizaje colaborativo*: Se organizan grupos de trabajo colaborativo en el cual se discuten los temas del trabajo autónomo y con ello la construcción colectiva y participativa del conocimiento. La actividad colaborativa se caracterizará por presentar retos sobre los tres saberes: “conocer”, “hacer” y “ser”, y deberán ser superados por los estudiantes con la mediación del docente. Cada grupo se estructurará con estudiantes con diferentes preferencias de aprendizaje (activos, reflexivos, teóricos, pragmáticos), el tiempo para los talleres, no debería pasar de 30 minutos, posteriormente se realizarán las discusiones y exposiciones.

En la actividad colaborativa se incluirán: Uso de simuladores interactivos que permitan realizar análisis, razonamiento y posterior argumentación, resolviendo el problema simulado con las ecuaciones matemáticas o físicas pertinentes al caso, creación de problemas originales, procesamiento y análisis de datos, realización de experimentos, entre otros.

- *Transferencia de conocimientos:* En esta fase los grupos colaborativos dan a conocer a sus compañeros las experiencias de las actividades realizadas, ya sea por medios manuscritos y/o electrónicos. En este momento es donde se evidencia el manejo de los conocimientos adquiridos por los estudiantes, constituyéndose el momento apropiado para evaluar el logro de los aprendizajes por parte del docente, tales como el dominio del contenido científico, la comunicación, la calidad y pertinencia de los recursos y materiales.

En función a lo expresado en los acápites anteriores, se puede decir, que la estrategia del aula invertida es una metodología utilizada en el modelo constructivista, centrada en el estudiante y el desarrollo de sus capacidades investigativas está basado en la cultura de aprender y ya no enseñar y en una permanente interacción entre el facilitador (docente) y estudiante, tanto individual y grupal.

Simuladores interactivos

Actualmente, los Programas Nacionales de Formación (PNF) están guiados por la teoría constructivista, en donde el conocimiento es la construcción de redes estructuradas en torno a ideas clave. El aprendiz asimila la información del ambiente gracias a unos estímulos y teniendo en cuenta su zona de desarrollo próximo, para acomodar esta nueva información en su mente creando nuevas estructuras cognitivas. El proceso de aprendizaje no se realiza igual en cualquier

situación, este se ve favorecido por una serie de estrategias y procedimientos contextualizados. El entorno de aprendizaje debe mantener al estudiante activo, haciéndolo responsable de sus logros, garantizando un aprendizaje más profundo. Si bien en un principio el profesor es un guía del proceso de aprendizaje, su participación debe irse reduciendo hasta conseguir un aprendizaje autónomo, que el estudiante aprenda a aprender. Los simuladores educativos son muy útiles para realizar investigaciones de sistemas físicos de forma controlada, sistemas con dificultad de reproducirlos en el laboratorio y ayudan en el aprendizaje de conceptos abstractos, motivado a que los estudiantes observan el fenómeno físico a través del computador, interaccionan con el modelo, crean sus propias estructuras mentales, facilitando el aprendizaje en profundidad de los conceptos asociados al tema en estudio.

Por su parte, Johnson, Johnson y Smith. (2007) expone que “el proceso de enseñanza y aprendizaje de los distintos conceptos de la Física, tales como: fuerza, inercia, trabajo, energía, aceleración y masa, requieren de un alto grado de abstracción” (p. 25). Adicionalmente, McDermott et al. (1987) manifiestan el reto de “lograr la correcta interpretación de los conceptos de la mecánica clásica por parte de los estudiantes” (p. 510). A su vez, Sánchez (1996) expone numerosos estudios referente a los “inconvenientes suscitados en las interpretaciones, tanto de las Leyes propiamente dichas, como de sus conceptos derivados, masa inercial y gravitacional” (p. 10.). Del mismo modo, Carrascosa y Gil (1992) mencionan otras investigaciones donde “se evidencian serios problemas en el entendimiento de la dinámica de Newton, referida a la conceptualización de la fuerza” (p. 319). En función a lo expresado por diversos investigadores en el acápite anterior, referente al inconveniente de la interpretación y aplicación de los conceptos y leyes de la física, los simuladores interactivos ayudaran a los estudiantes a desarrollar una comprensión cualitativa a partir de la experiencia o de la observación y serán

capaces de dar mejores explicaciones físicas del fenómeno en estudio, mejorando significativamente la correcta utilización de las fórmulas físicas para la resolución cuantitativa de un problema determinado. Diferentes autores vinculados con la enseñanza de las ciencias, como Daza et al. (2009), sostienen que las nuevas tecnologías relacionadas a los simuladores educativos en línea, favorecen la incorporación de conceptos, posibilitando la interpretación de fenómenos difíciles de observar a simple vista, por este motivo, la inclusión de las TAC podrían mejorar la interpretación de fenómenos, más aún por medio del uso de simuladores.

El uso de las simulaciones interactivas presenta un entorno visual, que en teoría, promueven la participación y favorece la interpretación de contenidos conceptuales. Asimismo, impulsa la exploración de conceptos y refuerza el desarrollo de competencias para la investigación. Los simuladores poseen dos características: la animación y la interacción. La animación permite simular un fenómeno físico y, gracias a la interacción, el estudiante puede manipular la evolución del sistema físico de una manera controlada. Así, el estudiante, por ejemplo, puede investigar la dependencia de las magnitudes contenidas en un fenómeno reproducidas en el computador. Se debe recalcar a nuestros estudiantes que los simuladores reproducen la realidad de forma esquemática, siguiendo los modelos físicos que ha tenido en cuenta el programador. No hemos de perder de vista que experimentar con los simuladores interactivos no es equivalente a realizar experimentos en la realidad. El simulador interactivo reproduce un mundo más simplificado que la realidad.

Contexto metodológico

En el contexto metodológico se realizó una investigación descriptiva bajo la modalidad de proyecto factible; donde se esboza el entramado de pasos o acciones que deben seguirse para el logro y consolidación de un conjunto de conocimientos que condicionan las formas de entender e

interpretar el mundo en determinadas épocas y momentos históricos. Es decir, que la episteme se sustenta y se constituye en las relaciones en red en donde se encuentra inmerso el sujeto. En función a ello, el desarrollo de esta investigación está enmarcado en un Proyecto Factible de tipo documental desde la óptica del paradigma educativo constructivista, permitiendo generar un guión didáctico para el aprendizaje contextualizado de la física basado en simulaciones interactivas.

El Instituto Universitario de Tecnología de Valencia (IUTVAL), es el escenario donde se desarrolló la investigación y en ella se administra la unidad curricular Física con pensum de estudio bajo la modalidad de los PNF. Se realizó una búsqueda en la web, referida a software de simulación, especialmente en aquellos programas de acceso libre que simulen las ecuaciones asociadas a los conceptos de la Física Mecánica, en particular a las Leyes del movimiento de Newton. En función de esto se seleccionó el programa de simulación interactiva PhET (2018), por las siguientes bondades: (1) acceso libre a través del sitio www.phet.colorado.edu/simulations; (2) Las simulaciones están en HTML5 y se pueden ejecutar en iPads, teléfonos con sistema operativo Androide y Chromebooks, al igual que sistemas en Windows, Linux y Macintosh; y (3) Están en constante actualización.

El sitio web de la Universidad de Colorado alberga más de cuarenta y cinco (45) simuladores interactivos (applets); y dentro del conjunto de Física Mecánica se ha seleccionado el applet denominado: *Fuerzas y Movimiento: Fundamentos*. La guía de actividades propuesta pretende la construcción significativa de conceptos y relaciones tales como: (a) Fuerza en la física, (b) Fuerza neta sobre un objeto, y (c) Relación entre la fuerza neta sobre un objeto, la masa del objeto y su aceleración. En la tabla 1 se podrá visualizar los contenidos conceptual, procedimental y actitudinal tomados en cuenta para la elaboración del guion didáctico.

Tabla 1

Contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales del guión didáctico

Contenido Programático	Contenido Conceptual	Contenido Procedimental	Contenido Actitudinal
Presentación del software de simulación.	Fuerzas e interacciones en la física; Superposición de fuerzas (vectores);	Contextualizar los hechos de la naturaleza Argumenta la fenomenología de los hechos observados en el espacio de aprendizaje y plantea soluciones usando las leyes de Newton	Reconocer los vacíos epistémicos en una determinada actividad, con el fin de buscar capacitación al respecto.
Exploración y reflexión de elementos y dispositivos del software.	Marcos de referencia inerciales	Aplica estrategias de remembranza de saberes	Tener flexibilidad en el aprendizaje conceptual y procedimental.
Resolución de problemas mediante los simuladores interactivos (applets) de la Universidad de Colorado.	Fuerza neta sobre un objeto y lo que sucede cuando es igual a cero	Realiza operaciones algebraicas con diferentes unidades y magnitudes físicas. Conoce y evalúa los errores de medición. Realiza operaciones numéricas con el correcto número de cifras significativas.	Desarrollar capacidades de esfuerzo y perseverancia como factores personales claves en el logro de las metas propuestas.
Remembranza de saberes sobre la temática.	[1ra Ley de Newton, $\Sigma F = 0$] Relación entre la fuerza neta sobre un objeto, la masa del objeto y su aceleración [2da Ley de Newton, $\Sigma F = m * a$]	Razona el resultado de una simulación. Comprender el principio de funcionamiento de simuladores. Utiliza e interpreta gráficos, tablas y diagramas que permiten resolver situaciones y/o problemas planteados referidos a las leyes de Newton. Redactar informes escritos.	Sensibilizar la información y tener en cuenta las necesidades o dificultades de los compañeros (solidaridad en el aprendizaje). Incorporar los nuevos conocimientos en el campo disciplinar específico
		Planifica, analiza y resuelve ejercicios y problemas de las leyes de Newton	Saber hacer con responsabilidad, integridad y calidad de vida personal y social.

Diseño: Barragán (2020)

Propuesta del guión didáctico

Contexto del desarrollo concerniente a fuerza en la física, fuerza neta, y relación entre la fuerza neta sobre un objeto, la masa del objeto y su aceleración

Esta actividad se desarrolla en diferentes contextos: Aprendizaje No Presencial Asincrónico (ANPA) y Aprendizaje Presencial (AP). En primera instancia, el docente realiza la

presentación del software de simulación al estudiante, y este desde su casa (ANPA) desarrolla la exploración, reflexión y aplicación de elementos y dispositivos del software, para ello, el estudiante deberá realizar una remembranza y reflexión referente a los saberes asociados a la dinámica de partículas de Newton (relación entre el movimiento y las fuerzas que lo provocan); es importante destacar, que Newton no adquirió matemáticamente las tres leyes, sino que las dedujo de un sinnúmero de experimentos realizados por otros científicos, especialmente Galileo Galilei. Esta primera actividad ayuda al estudiante a desarrollar las habilidades de pensamiento de orden inferior (Tourón et al, 2014), relacionando en el aprendizaje autónomo.

La segunda fase se desarrolla en las aulas del recinto universitario (AP), en esta etapa el profesor se convierte en un tutor tecno-pedagógico: (a) clarificando las posibles dudas conceptuales que pudieran existir por preconceptos erróneos manejados por el estudiante relacionado al tema a desarrollar, (b) ayudando en la operación del applet, (c) cooperando activamente con los estudiantes, resaltando los resultados más significativos producto de la utilización del applet, (d) realizando analogías de los resultados obtenidos para desarrollar un aprendizaje significativo. En esta fase se desarrolla un aprendizaje cooperativo y guiado, logrando desarrollar las habilidades de pensamiento de orden superior (Tourón et al, 2014).

La tercera fase se desarrolla en el contexto AP en el cual los estudiantes transfieren sus experiencias a sus pares o puede desarrollarse en el contexto ANPA, el estudiante desarrolla una asignación específica enviada por el profesor, en donde planifica la actividad y la realiza según las estrategias trazadas, analiza y evalúa los resultados contrastándolos con las ecuaciones de las leyes de Newton correspondiente, y realiza el informe escrito pertinente, consolidando el conocimiento obtenido, logrando un aprendizaje para la vida.

Identificación de actividades con el simulador

Figura 3

Pantalla de inicio del applet Fuerza y Movimiento: Fundamentos



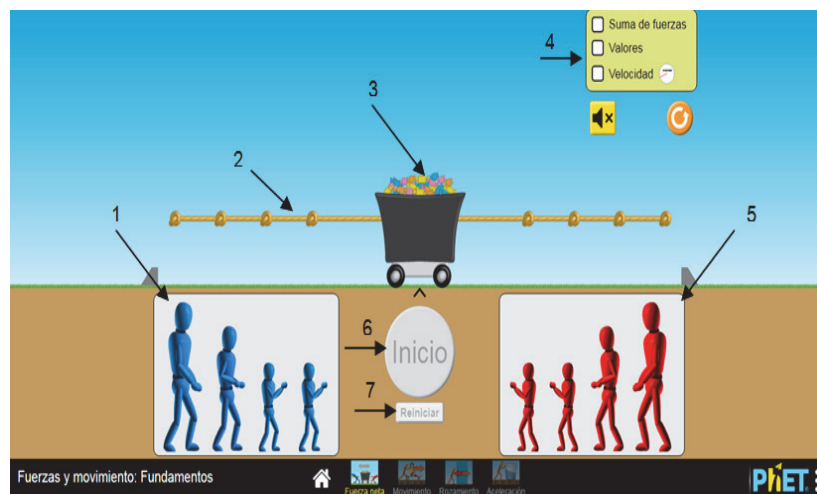
Nota. Tomado de PhET (2018).

En la Figura 3 se representa la pantalla de inicio del applet seleccionado, el estudiante tiene cuatro sub menú, en función a la actividad a realizar.

Fuerza neta: Al ejecutar la sección, se visualiza la Figura 4.

Figura 4

Pantalla de inicio del applet Fuerza Neta



Nota. Tomado de PhET (2018).

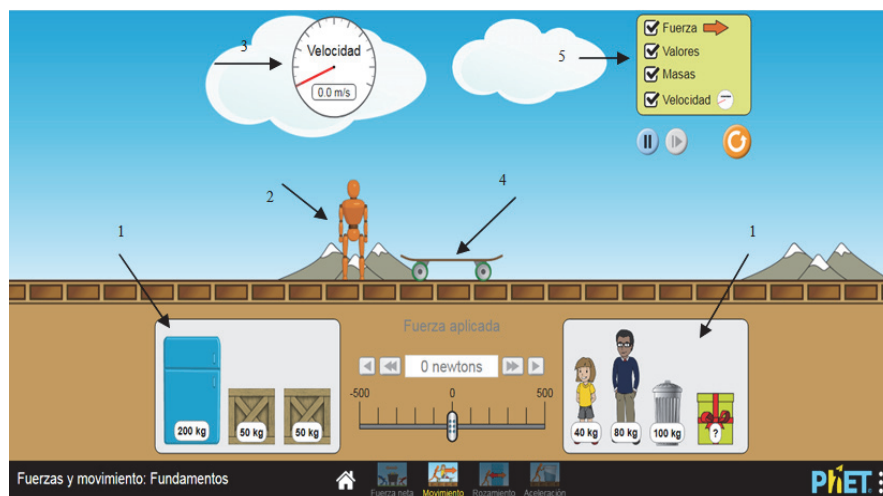
A continuación se detalla cada zona de desarrollo visualizada en la Figura 4:

1. *Equipo Azul*, compuesto por cuatro integrantes, dos niños, un adolescente y un adulto, cada uno de ellos ejercerá una fuerza en el eje X hacia la izquierda del vagón.
2. *Cuerda*, en la cual se colocarán los integrantes de cada grupo y se realizará la Tensión respectiva.
3. *Vagón*, es el indicativo hacia donde se dirige la fuerza neta (N) y cuál será el equipo ganador.
4. *Menú superior*, se podrá seleccionar para visualizar en la pantalla la fuerza neta, los valores de cada fuerza y la velocidad del desplazamiento, pudiendo ser constante o acelerada.
5. *Equipo Rojo*, compuesto por cuatro integrantes, dos niños, un adolescente y un adulto, cada uno de ellos ejercerá una fuerza en el eje X hacia la derecha vagón.
6. *Inicio*, Botón de inicio de la simulación.
7. *Reinicia* la simulación.

Movimiento: Al ejecutar la sección, se visualiza la Figura 5.

Figura 5

Pantalla de inicio del applet Movimiento



Nota. Tomado de PhET (2018).

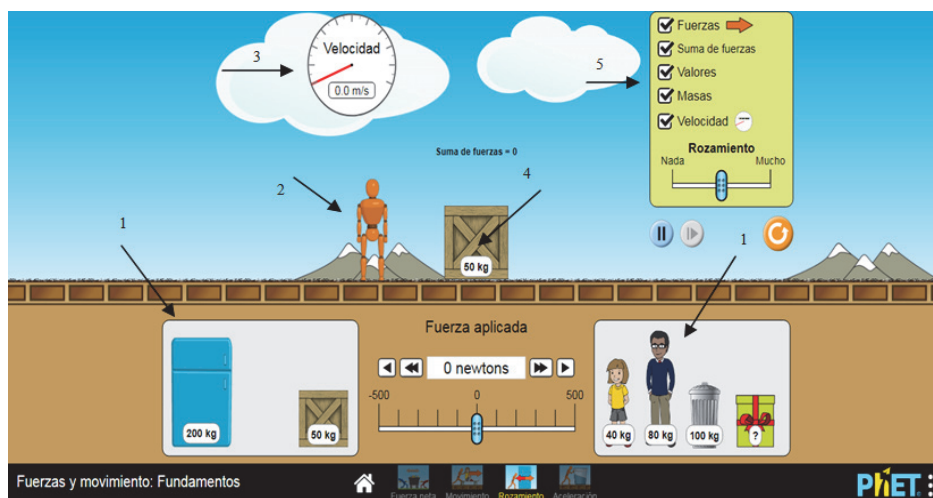
A continuación se detalla cada zona de desarrollo visualizada en la Figura 5:

1. *Objetos y personas:* En esta zona se encuentra una nevera, dos cajas de igual masa, una niña, un adulto, una cesta y un objeto de masa desconocida. Cada uno de estos Objetos o personas se pueden colocar sobre la patineta (4).
2. *Persona:* Será la encargada de realizar la fuerza de empuje hacia la derecha o izquierda en los objetos y/o personas que se encuentran sobre la patineta (4)
3. *Indicador de velocidad (m/s):* Se podrá visualizar la velocidad que va adquiriendo la patineta, durante el movimiento rectilíneo acelerado, en función a la fuerza de empuje de la persona.
4. *Patineta:* En ella se colocará la masa (objetos y/o personas) según el objeto de estudio, durante la simulación se desprecia el roce (estático y cinemático).
5. *Menú:* Al tildar o marcar cada una de las opciones, éstas se visualizarán en la pantalla, ayudando al estudiante en el objeto de estudio.

Aceleración: Al ejecutar la sección, se visualiza la Figura 6

Figura 6

Pantalla de inicio del applet Aceleración.



Nota. Tomado de PhET (2018).

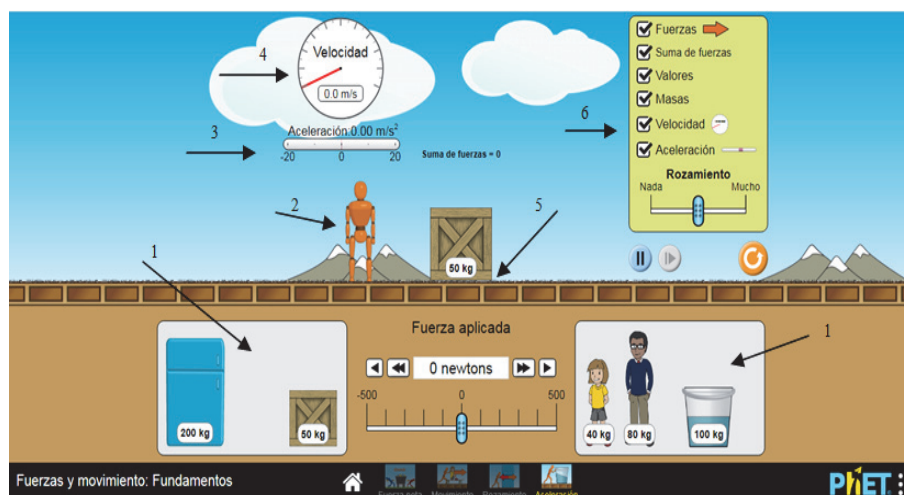
A continuación se detalla cada zona de desarrollo visualizada en la Figura 6:

1. *Objetos y personas*: En esta zona se encuentra una nevera, dos cajas de igual masa, una niña, un adulto, una cesta y un objeto de masa desconocida. Cada uno de estos objetos o personas se pueden colocar en el suelo (4), en el cual existirá un roce entre las superficies. Éstos no se moverán hasta vencer la fuerza de roce estática.
2. *Persona*: Será la encargada de realizar la fuerza de empuje hacia la derecha o izquierda en los objetos y/o personas que se encuentran sobre el suelo.
3. *Indicador de velocidad (m/s)*: Se podrá visualizar la velocidad que van adquiriendo los objetos y/o personas, durante el movimiento rectilíneo acelerado, en función a la fuerza de empuje de la persona.
4. *Suelo*: En este lugar se colocará la masa (objetos y/o personas) según el objeto de estudio, durante la simulación se considera el roce entre las superficies.
5. *Menú*: Al tildar o marcar cada una de las opciones, éstas se visualizarán en la pantalla, ayudando al estudiante en el objeto de estudio. En este menú se puede disminuir o aumentar el roce entre las superficies, inclusive durante la simulación.

Fricción: Al ejecutar la sección, se visualiza la Figura 7

Figura 7

Pantalla de inicio del applet Fricción.



Nota. Tomado de PhET (2018).

A continuación se detalla cada zona de desarrollo visualizada en la Figura 7:

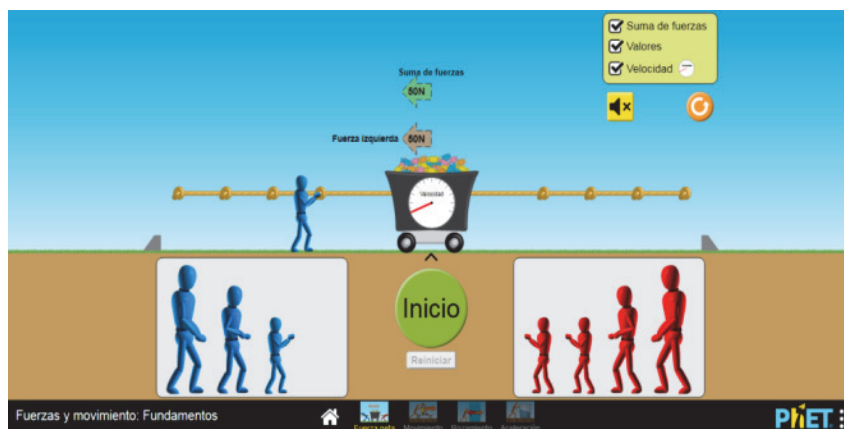
1. *Objetos y personas*: En esta zona se encuentra una nevera, dos cajas de igual masa, una niña, un adulto y un tambor con un fluido. Cada uno de estos objetos o personas se pueden colocar en el suelo (4), en el cual existirá un roce entre las superficies. Éstos no se moverán hasta vencer la fuerza de roce estática.
2. *Persona*: Será la encargada de realizar la fuerza de empuje hacia la derecha o izquierda en los objetos y/o personas que se encuentran sobre el suelo.
3. *Indicador de velocidad (m/s)*: Se podrá visualizar la velocidad que van adquiriendo los objetos y/o personas, durante el movimiento rectilíneo acelerado, en función a la fuerza de empuje de la persona.
4. *Indicador de aceleración (m/s²)*: Se podrá visualizar la aceleración que poseen los objetos en movimiento.
5. *Suelo*: En este lugar se colocará la masa (objetos y/o personas) según el objeto de estudio, durante la simulación se considera el roce entre las superficies, el cual puede ser modificado, inclusive durante la simulación.
6. *Menú*: Al tildar o marcar cada una de las opciones, éstas se visualizarán en la pantalla, ayudando al estudiante en el objeto de estudio. En este menú se puede disminuir o aumentar el roce entre las superficies, inclusive durante la simulación.

Actividades para el estudiante

Configurar el simulador según la figura 8, transcurridos 3 segundos de la simulación, retire la fuerza (retire al niño de la cuerda). Observe, analice la situación y argumente lo sucedido.

Figura 8

Actividad estudiantil 1



Nota. Tomado de PhET (2018).

Configurar el simulador según la figura 9, transcurridos 5 segundos detenga el simulador, coloque la caja de masa desconocida sobre la niña y continúe con la simulación por 5 segundos adicionales. Responda las siguientes preguntas: 1.- ¿Cuál es la velocidad del sistema?: (a) 5 segundos, (b) 10 segundos; 2.- ¿Cuál es la aceleración del sistema?; 3.- ¿Cuál es la masa de la caja de regalo?; 4.- si se retira a la persona que ejerce la fuerza sobre el sistema (caja + niña + caja de regalo) a los 10 segundos, ¿Qué sucede?, argumente su respuesta, en función a las ecuaciones de las leyes de Newton.

Figura 9

Actividad estudiantil 2



Nota. Tomado de PhET (2018).

Configurar el simulador según la figura 10; Realice un diagrama de cuerpo libre, según el sistema planteado y analice las fuerzas involucradas; Conteste las siguientes preguntas: 1.- ¿Cuál es la velocidad del sistema transcurridos 8 segundos de la simulación?; 2.- ¿Cuál es el valor del coeficiente de fricción cinemático?; 3.- ¿Qué sucede en el sistema cuando se retira la fuerza a los 10 segundos?

Figura 10:

Actividad estudiantil 3



Nota. Tomado de PhET (2018).

Configurar el simulador según la figura 11 y ejecute varias veces la simulación observando, analizando y contrastando con las ecuaciones físicas, posteriormente, podrá responder las siguientes preguntas: 1.- ¿Cuál es la mínima fuerza neta que se debe colocar para iniciar movimiento en el sistema?; 2.- Reinicie la simulación y coloque una fuerza neta de 175N, transcurridos 8 segundos, incremente al máximo el rozamiento, ¿Qué le sucede al sistema?, argumente su respuesta con las ecuaciones de las leyes de Newton.

Figura 11*Actividad estudiantil 4.*

Nota. Tomado de PhET (2018).

Conclusiones

En esta investigación se ha propuesto una nueva herramienta tecnológica para el aprendizaje de la Física, usando las TAC, ofreciendo orientar las TIC hacia usos más formativos a docentes y estudiantes, modificando cómo aprendemos y cómo comunicamos lo que sabemos. El uso de la estrategia de aprendizaje invertido permite al estudiante desarrollar las habilidades de orden inferior en la casa (previo a la sesión de aprendizaje presencial), y en la sesión de aprendizaje presencial desarrolla las habilidades de orden superior, permitiendo consolidar el conocimiento. Con la aplicación de ésta estrategia de aprendizaje, se involucra la metacognición, con la aplicación de herramientas adecuadas, estimulando al estudiante a realizar un aprendizaje autorregulado (planificación, monitoreo y evaluación) y autónomo.

En el plano didáctico el uso de simulaciones interactivas (applets), en especial las PhET de la Universidad de Colorado, nos permite avanzar en la enseñanza y aprendizaje de la Física desde una perspectiva cualitativa, no sólo porque permiten visualizar fenómenos que de otra forma serían inaccesibles, sino porque facilitan el aprendizaje de los conceptos y principios

basados en la indagación de los estudiantes, y apoyados en el uso de las Leyes de Newton propias del trabajo científico.

Los applets de PhET (2018) brindan la posibilidad de modelar fenómenos complejos sin la necesidad de recurrir a cálculos matemáticos previos y tienen importancia por dos motivos: (a) permiten cambiar la secuencia de aprendizaje tradicional, permitiendo al estudiante desde el inicio de la actividad académica observar, analizar y razonar los fenómenos desde una perspectiva de la ciencia física, sin usar demostraciones matemáticas engorrosas que dificultan el aprendizaje; (b) permiten contextualizar gran parte de los fenómenos físicos presentes en diferentes unidades curriculares presente en el pensum de estudio de las carreras de ingeniería.

Las simulaciones interactivas brindan el andamiaje a los estudiantes para desarrollar ciertas competencias a adquirir y desarrollar durante su carrera, así como también en su futuro ejercicio profesional.

Por ejemplo: Razonar las ecuaciones, fórmulas y las relaciones entre las magnitudes físicas; desarrollar, construir, y afianzar modelos o esquemas mentales de los fenómenos físicos, significa ir contra la memorización y repetición sin reflexión de los conceptos; construir representaciones contextualizadas develando las relaciones entre los objetos, el entorno y las propiedades medibles, posibilita la construcción de modelos mentales de modo de superar las dificultades establecidas entre lo que los estudiantes leen, observan, escuchan de los docentes y las representaciones que los mismos hacen de los fenómenos.

Las nutridas ventajas develadas y descriptas en el uso de las simulaciones interactivas de PhET de la Universidad de Colorado en el área de Física nos estimulan a promover la investigación educativa sobre las mismas, y así contribuir a optimizar no solo las estrategias docentes sino a superar convicciones sustentadas en el sentido común.

Referencias

- Calvo, A. (2017). *The flipped classroom*. <http://www.theflippedclassroom.es/metodologias-activas-y-flippedclassroom/>
- Carrascosa, J. y Gil, D. (1992). *Concepciones alternativas en mecánica*. Dinámica: Las fuerzas como causa del movimiento. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento *Enseñanza de las ciencias*, 10(3), pp. 314-328. <http://www.redalyc.org/pdf/920/92020206.pdf>.
- Daza, E., Gras-Martí, A., Gras-Velázquez, Á., Guerrero, N., Gurrola, A., Joyce, A. (2009). *Experiencias de enseñanza de la Química con el apoyo de las TIC*. http://www.montenegroripoll.com/Artigos/revista_mexicana_2009.
- Flipped Learning. (2016). *Aula invertida, pilares e indicadores*. <https://flippedlearning.org/wp-content/uploads/2016/07/PilaresFlip.pdf>.
- Johnson, D., Johnson, R. y Smith, K. (2007). *The State of Cooperative Learning in Postsecondary and Professional Settings*. *Educational Psychology Review* <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.453.1151&rep=rep1&type=pdf>.
- Marqués, G. (2011, 07 agosto). *Impacto de las TIC en educación: funciones y limitaciones*. [Sitio en Internet]. <http://peremarques.pangea.org/siyedu.htm>.
- McDermott, L. S., Rosenquist, M. L. y van Zee, E. H. (1987). *Student's difficulties in connecting graphs and physics: examples from kinematics*. *American Journal of Physics*. 55, 503–513.
- Pedro, F. (2011). *Tecnología y Escuela: lo que funciona y por qué*. XXVI Semana Monográfica de la Educación. La Educación en la Sociedad Digital. Fundación Santillana. https://www.west-info.eu/technology-with-a-human-face-pupils-school-teacher-pc-books-parents/20111122elpepiscoc_1_pes_pdf/.

PhET. (2018). *Simulaciones divertidas, gratuitas e interactivas de ciencias*. (Versión 2.3.7) [Software]. Universidad de Colorado. <https://phet.colorado.edu/es/simulations>.

Quiroga, A. (2014, 11 de abril). *Observatorio de Educación. Definición de Aula Invertida*. [Sitio en Internet]. Politécnico Gran Colombiano. <http://crear.poligran.edu.co/?p=1177>.

Sánchez, M. (1996). *La enseñanza del concepto de masa a partir de un modelo de enseñanza por investigación*. http://intercentres.edu.gva.es/iesleonardodavinci/Fisica/Articulos/Concepto_de_masa.pdf.

Segura, M. (2007). *Las TIC en la Educación: panorama internacional y situación española*. XXII Semana Monográfica de la Educación, Fundación Santillana. https://www.fundacionsantillana.com/PDFs/xxii_semana_monografica.pdf.

Tourón, J., Santiago, R. y Díez, A. (2014). *The Flipped classroom*. Cómo convertir la escuela en un espacio de aprendizaje. Barcelona: Digital Text.

UNESCO. (1998). *La educación superior en el siglo XXI: Visión y acción. Conferencia Mundial de Educación Superior*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000113_602_spa.

UNESCO. (2008). *Estándares de competencias en TIC para docentes*. <http://cst.unesco-ci.org/sites/projects/cst/default.aspx>.

Fredy Barragán Suescún:

Ingeniero Mecánico de la Universidad de Carabobo (UC). Especialista en Automatización de Procesos Industriales del Instituto Universitario de Tecnología de Valencia (IUTVal). Magister en Procesos de Manufactura y Materiales de la Universidad de Cienfuegos, Cuba. Doctorando en Educación de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL); Docente Agregado a Dedicación Exclusiva, Departamento de Química y Facilitador de la unidad curricular Física desde 2003.
