



OSCAR LUCERO MOYA



Centro de Estudios sobre
Ciencias de la Educación Superior

Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya
Centro de Estudios sobre Ciencias de la Educación Superior

Objetos virtuales de aprendizaje de Física Moderna para la carrera de Ingeniería Mecánica

Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Pedagógicas

Autor: MSc. Ronal Tamayo Cuenca

Holguín, 2015



OSCAR LUCERO MOYA



Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya
Centro de Estudios sobre Ciencias de la Educación Superior

Objetos virtuales de aprendizaje de Física Moderna para la carrera de Ingeniería Mecánica

Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Pedagógicas

Autor: MSc. Ronal Tamayo Cuenca

Tutores: Dr. C. Pedro Valdés Tamayo

Dr. C. Jorge Ignacio Tamayo Pupo

Holguín, 2015

Agradecimientos

Primeramente le agradezco a Dios por situarme en los momentos histórico culturales precisos para llegar a la formación que hoy tengo y presentar este trabajo.

Le agradezco a todos los profesores de nuestro país que gentilmente me atendieron durante el transcurso de esta investigación. Sus explicaciones y sugerencias fueron de mucha ayuda.

Al Dr. Faustino Leonel Repilado que le dio seguimiento contradictorio a este trabajo desde el primer día en que era una idea hasta que se convirtió en investigación acabada.

A la Dra. Yadira de la Caridad por sus oportunas reflexiones en el proceso de la predefensa.

A todos los miembros de talleres y predefensa que hicieron sugerencias valiosas para que esta investigación se perfeccionara.

A las personas que de una forma u otra han ayudado en esta investigación.

Al departamento de Física Química de la Universidad de Holguín y sus profesores por acogerme como un hijo desde que entré a la universidad y darme el espacio para crecer como profesor de Física y realizar las investigaciones educativas.

Al Dr. Emilio Ortiz, le agradezco infinitamente el permitirme entrar al Centro de Estudios sobre Ciencias de la Educación Superior, en el cual concurrí con muy buenos profesionales a los que admiro y de los que aprendí muchísimo; todos ellos tienen un pequeño aporte dentro de esta investigación y dentro de mi formación en pedagogía y didáctica.

A mi madrina científica, la Dra. María de Los Ángeles Mariño, que me acogió cuando yo era un recién graduado y me llevó al camino de la ciencia. A ella le agradezco todos los momentos que me dedicó en estos años y su seguimiento atento desde fuera de nuestro país.

A mi amigo Andrés y su esposa Isaura por apoyarme en los momentos difíciles de la logística de este proceso y por sacarme de vez en cuando a desconectar del cansancio psicológico.

A mis amigos el Dr. Rafael y la Dra. Raysa por darme su ayuda incondicional en la etapa final, constituyeron el impulso que necesitaba.

A mi tutor el Dr. Pedro Valdés por haber confiado en mí y aceptado dirigir esta investigación sin conocerme. Gracias por acogerme en su familia y por sus críticas y sugerencias en ese difícil camino.

A mi hermano Jorge, que aunque bajo protesta, asumió ciertas responsabilidades en la casa para liberarme de algunas tareas y se encargó de los movimientos de personas en cada una de mis presentaciones.

A mis tíos queridos Alberto y Sandra, que fueron capaces de suplir la ausencia de mis padres y me han transmitido el cariño que necesitaba en estos tiempos. Además, por su apoyo en todo momento difícil.

A mi querida madre, por inculcarme la paciencia y estar al tanto de mis niños.

A mi amor de la vida María Elena, por darme aliento cuando estaba decaído, por los sacrificios que hizo con las tareas de la casa en los momentos que no le podía ayudar y por ser luz en mi vida.

Y en especial a mi tutor de la vida, mi padre, que me enseñó a ser dialéctico y me mostró el camino de lo correcto para avanzar en la ciencia. Por apoyarme espiritual y económicamente en estos años y por ser símbolo de abnegación en el trabajo.

A todos:

Muchas gracias

Dedicatoria

A mis hijos Rocío y Ronaldo que son la fuente de inspiración para mis aspiraciones profesionales

A mi esposa María Elena que desde que nos conocemos es símbolo de amor y paz en mi corazón

A mis amigos que siempre me han acompañado en el difícil camino de la vida

A los miembros de mi familia que han contribuido a la educación que tengo hoy

A mi madre por mostrarme el don de la constancia en el trabajo

A mi padre por enseñarme las virtudes del sacrificio para el bien de la familia

SÍNTESIS

La tesis tiene como objetivo la presentación de una concepción didáctica integradora, dirigida a reducir las insuficiencias que manifiesta el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la interrelación de sus contenidos con los procesos de la Ingeniería Mecánica.

La concepción revelada se sustenta en las regularidades obtenidas de la relación entre el subsistema psicológico, el subsistema didáctico y el subsistema ingenieril de la Ingeniería Mecánica y en las principales ideas para la comprensión del proceso del conocimiento científico y el enfoque histórico cultural.

Como concreción del aporte de la investigación se presenta una estrategia didáctica para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales, la organización sistémica de los conocimientos y un conjunto de objetos que contribuyen a dinamizar la contradicción entre la interiorización de los contenidos de esta asignatura y su aplicación para la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica.

Finalmente se presenta la valoración de la pertinencia de la concepción didáctica integradora a través del criterio de expertos y la factibilidad y efectividad de la estrategia didáctica a través de los resultados obtenidos durante dos cursos en la aplicación de un cuasiexperimento en cuatro grupos de estudiantes de la carrera.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. REFERENTES TEÓRICOS-METODOLÓGICOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA FÍSICA MODERNA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA CON ÉNFASIS EN LA UTILIZACIÓN DE OBJETOS VIRTUALES.....	11
1.1 Sistematización del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica.....	11
1.1.1 Evolución del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica.....	13
1.1.2 Fundamentos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica.....	19
1.2 La utilización de objetos virtuales de aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica.....	32
1.3 Diagnóstico de la situación actual de la utilización de los objetos virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica en Cuba.....	45

CAPÍTULO 2. PERFECCIONAMIENTO DEL PROCESO DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE DE LA FÍSICA MODERNA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MEDIADO POR OBJETOS VIRTUALES.....	52
2.1 Fundamentos de la concepción didáctica integradora del proceso de enseñanza- aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica mediado por objetos virtuales.....	52
2.2 Concepción didáctica integradora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica mediado por objetos virtuales	59
2.3 Estrategia didáctica para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales.....	83
CAPÍTULO 3. VALORACIÓN DE LA PERTINENCIA DE LA CONCEPCIÓN DIDÁCTICA INTEGRADORA Y LA FACTIBILIDAD Y EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PROPUESTA.....	94
3.1 Fundamentos para el análisis de las contribuciones que favorecen el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales.....	94
3.2 Análisis de la pertinencia de la concepción didáctica integradora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales.....	99
3.3 Valoración de la factibilidad y efectividad de la aplicación de la estrategia didáctica.....	103
CONCLUSIONES GENERALES.....	116
RECOMENDACIONES.....	118

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El desarrollo actual de la humanidad ha estado caracterizado por continuos procesos de avance en materia tecnológica para la Ingeniería Mecánica, cuyas aplicaciones en la realidad han permitido el mejoramiento de los niveles de bienestar social y calidad de vida de las personas. Esta ingeniería ha permitido evolucionar las tecnologías en función de la obtención de energía, del transporte y de la producción industrial.

Por esta razón, se ha generado la necesidad de crear en las universidades una carrera que esté acorde con las exigencias sociales contemporáneas, cuyo profesional se prepare para dar solución a diferentes problemáticas dentro de su rama con un carácter sociotransformador y con respeto al cuidado del medio ambiente. Esto requiere, entre otras cosas, de un currículo organizado y actualizado que lleve al estudiante desde una sólida formación en el ciclo básico hasta una sólida preparación en las ciencias aplicadas de la profesión. Por tanto, se hace necesario darle al proceso formativo un carácter de integración dentro de las asignaturas y disciplinas de la carrera.

Esta situación ha desarrollado una tendencia mundial a fortalecer la formación de los ingenieros desde las ciencias básicas que tienen incidencia en su futuro desempeño, lo cual se evidencia en Cuba desde la declaración final del Simposio de Didáctica de las Ciencias que tuvo lugar en el Congreso Internacional Pedagogía 2001, donde se destaca que: “Existe la necesidad de realizar cambios profundos en la enseñanza de las ciencias en todos los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje: objetivos, contenidos, métodos, formas de organización, medios de enseñanza y evaluación (...) La enseñanza de las ciencias deberá influir mucho más en la formación de las nuevas generaciones, en los valores universales y los de cada nación” (Barberán, 2013, p. 1).

En este sentido la disciplina Física influye directamente en la formación del ingeniero, pues le aporta al modo de actuación de este profesional las bases del pensamiento científico para la descripción,

explicación y predicción de fenómenos físicos presentes en los procesos de la ingeniería; y sustenta todo el andamiaje de otras disciplinas de carácter técnico, tales como la Mecánica Teórica, Electricidad, Electrónica y Electrotecnia, Procesos Tecnológicos, Resistencia de Materiales, Transferencia de Calor y Soldadura. Además, incluye su modelación, así como métodos de trabajo, técnicas para el procesamiento de los datos y la construcción de gráficos para la toma de decisiones (MES, 2007, p. 2).

Por tanto, la importancia de esta disciplina dentro de la Ingeniería Mecánica ha conllevado a realizar cambios en los planes de estudio y ha permitido el incremento de los conocimientos de la Física Moderna por relacionar muchas aplicaciones que se utilizan dentro de los procesos de la carrera y por darles explicación desde la mecánica cuántica.

No obstante el núcleo de conocimiento, uno de los grandes problemas del aprendizaje de esta asignatura reside en que se ocupa del estudio de una realidad material que está más allá de lo que los humanos pueden percibir de manera directa: electrones, protones, neutrones, quarks. Todos ellos muy difíciles de imaginar, pues requieren de un elevado nivel de abstracción.

Por otra parte, investigaciones en el campo de la enseñanza de la Física en Cuba, realizadas por Mestre (1996); Falcón (2003) y Barrera (2003), reconocen las insuficiencias que presentan los estudiantes de ingeniería en la comprensión de la Física y su aplicación en nuevas situaciones de aprendizaje y han corroborado que se les dificulta utilizar los conocimientos científicos para explicar hechos, fenómenos y procesos físicos.

Los elementos anteriormente descritos acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física contribuyen a que exista baja motivación de los estudiantes por su estudio y que su índice promedio en la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Holguín, en los últimos 12 años, sea de 2,99 (anexo 1).

Otra situación que influye en la motivación de los estudiantes es la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica desde la asignatura que reciben. En los cursos 2012-2013 y 2013-2014 solo el 20% y el 22% de los estudiantes, respectivamente, pudieron mencionar al menos un proceso al iniciar el semestre de Física Moderna (anexo 2).

De la misma forma en entrevistas realizadas a 21 egresados de esta carrera (anexo 3) se pudo constatar que solo el 40% de ellos tenía dominio de algunos de los procesos de la Ingeniería Mecánica y el 47% pudo aplicar alguna vez los contenidos de Física Moderna en la solución de problemas de la profesión.

Se suma a estas situaciones la conformación del Plan de estudio D (MES, 2007) de la carrera, en la cual se disminuye la cantidad de horas clases presenciales (64) para mantener el mismo sistema de conocimientos que se impartía en el Plan de estudio C' con 80 horas, y se le agregan dos temas más para impartir. Esta concepción limita las horas presenciales y requiere de la aplicación de nuevas estrategias para favorecer el aprendizaje independiente y consciente de los estudiantes.

Pero, en estos momentos, los libros de texto y los métodos utilizados para enseñar esta asignatura no favorecen la aplicación de estrategias que vinculen la misma con la carrera. Solo se limita a enseñar los fundamentos de la Física con soluciones dentro de ella y algunas aplicaciones en tecnologías modernas.

De las ideas anteriormente analizadas y de la realidad constatada por el investigador dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna se identifican las insuficiencias siguientes:

- El vínculo de la asignatura con los procesos de la Ingeniería Mecánica es limitado
- Los libros de texto utilizados analizan los contenidos de la ciencia, pero carecen de explicaciones que relacionen la aplicación de la Física Moderna a los procesos y tecnologías propios de la Ingeniería Mecánica

- Los métodos utilizados están enfocados a la reproducción de conocimientos y solución de problemas de la Física Moderna y no a la solución de problemas profesionales desde el contenido de la asignatura.

Para reducir las insuficiencias detectadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna se iniciaron en el año 2007 investigaciones en el departamento de Física-Química-Electrónica de la Universidad de Holguín y se pueden resaltar los trabajos siguientes:

- Tamayo y Gómez (2007). Conjunto de medios en soporte digital para la enseñanza de la Física Moderna
- Serrano (2007). Multimedia de Física Moderna organizada para impartir conferencias
- Tamayo (2011). Páginas Webs estáticas diseñadas para ser utilizadas por profesores y estudiantes.

Estas investigaciones han favorecido la utilización de diferentes medios dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Específicamente se enfocaron en la utilización de objetos virtuales de aprendizaje (OVA) para contrarrestar la situación de los libros de texto, pero poseen limitaciones en cuanto a su relación con la aplicación de métodos que aporten un carácter profesionalizador a la asignatura desde su interrelación con la carrera de Ingeniería Mecánica.

Dada esta situación, se consultaron expertos de la enseñanza de esta asignatura en otras universidades del país (anexo 4) y se revela que el 89,3% considera que es necesario favorecer la enseñanza de la Física Moderna en sus universidades para aumentar el grado de profesionalidad de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica, a través de la utilización de nuevos objetos virtuales de aprendizaje (OVA) y con la aplicación de nuevas técnicas y metodologías basadas en las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC).

Por otra parte, se realizó un análisis bibliográfico para determinar los elementos que se abordan acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en carreras de ingeniería. Mestre (1996), Ramal (1999) y Tamayo (2006) abordan modelos y concepciones generales para enseñar la disciplina Física en carreras de ciencias técnicas, pero no acercan su trabajo a la utilización de medios y métodos que favorezcan la interrelación Física Moderna-procesos de Ingeniería Mecánica.

Pérez (1993), Ramos y Rodríguez (2006), Domingos y Estévez (2012) y Barberán (2013) abordan ideas acerca de los fenómenos de abstracción que se generan en los estudiantes para comprender los fenómenos de la Física, las posiciones que pueden asumir como investigadores, las posibilidades del desarrollo de la creatividad y la formación de valores respectivamente.

A estas investigaciones, se les concede mucha utilidad para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje pero no se centran en las particularidades específicas que tiene la Física Moderna dentro de la carrera de Ingeniería Mecánica.

Por último Rodríguez y Llovera (2012) y Garzón y otros (2013) se enfocan en la utilización de laboratorios virtuales y la gestión del trabajo independiente en ambientes virtuales de enseñanza-aprendizaje (AVEA), pero lo realizan para la carrera de Ingeniería Eléctrica y licenciatura en Informática, respectivamente.

Del análisis de estas investigaciones y en función de las insuficiencias detectadas se revela la necesidad de sistematizar los referentes teóricos acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna para lograr un carácter profesionalizador en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica. Esta situación requiere, además, de analizar los medios que sean capaces de integrar los contenidos y métodos para favorecer el proceso, lo cual apunta hacia un elemento poco tratado en la bibliografía consultada: la utilización de OVA como mediadores didácticos y sus relaciones con los

componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje para interrelacionar esta asignatura con la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica.

Las ideas anteriormente planteadas conllevan a la **situación problemática** siguiente:

La sociedad actual exige que el profesional de la Ingeniería Mecánica sea capaz de desempeñarse correctamente desde los conocimientos de la profesión, para ello se han realizado diferentes investigaciones que han contribuido, durante los planes de estudio, a mejorar esta situación. Pero existen todavía insuficiencias en la formación inicial que requieren enriquecer la teoría desde una visión que interrelacione el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna con la comprensión de los procesos de la profesión a través de la utilización de mediadores didácticos capaces de integrar los contenidos y métodos necesarios.

A partir de esta situación problemática se revela la manifestación externa de la **contradicción dialéctica**, dada entre las exigencias sociales hacia el correcto desempeño del ingeniero mecánico y las insuficiencias en su formación teórica y práctica en Física Moderna para conocer los procesos de esta profesión.

Los aspectos anteriormente mencionados constituyen la base que fundamenta el **problema de la investigación**: Insuficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna que no favorecen la formación profesional del ingeniero mecánico.

El análisis de este problema permite centrar el **objeto** de investigación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica.

El **objetivo** del trabajo es la elaboración de una estrategia didáctica para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica sustentada en una concepción didáctica integradora que tiene como elemento distintivo la mediación didáctica a través de la utilización de objetos virtuales.

El campo de acción lo constituye la utilización de objetos virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna para la carrera de Ingeniería Mecánica.

Hipótesis: Si se implementa una estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna sustentada en una concepción didáctica integradora que se base en la mediación de objetos virtuales y contemple la interrelación de los contenidos de la asignatura con la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica, se favorecerá la formación profesional del futuro ingeniero mecánico.

Para conducir la investigación y así lograr el objetivo, se planificaron las **tareas** siguientes:

1. Sistematizar los fundamentos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica.
2. Fundamentar la utilización de los objetos virtuales de aprendizaje en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica.
3. Diagnosticar la situación actual que presenta la utilización de los objetos virtuales de aprendizaje en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica.
4. Diseñar una concepción didáctica integradora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales.
5. Elaborar una estrategia didáctica para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales.
6. Valorar la pertinencia de la concepción didáctica integradora y la factibilidad y efectividad de aplicación de la estrategia propuesta.

Los principales **métodos teóricos** que se utilizaron para dar cumplimiento a estas tareas son:

- El análisis y la síntesis, presente en todo el proceso de investigación para la búsqueda y el procesamiento de la información acerca del tema, la elaboración de los objetos virtuales de aprendizaje, las conclusiones y las recomendaciones.
- El histórico lógico en la determinación de las insuficiencias del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica.
- El sistémico estructural funcional para analizar el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna, la estructura de los componentes de la concepción didáctica integradora, sus relaciones y las funciones de los subsistemas para lograr la mediación de objetos virtuales.
- La modelación para representar el objeto de estudio en la realidad concreta del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna interrelacionado con la carrera de Ingeniería Mecánica con la mediación de los OVA.
- El dialéctico materialista para la concepción integral de la investigación.

Como **métodos empíricos** se utilizaron:

- La revisión de documentos oficiales de los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Mecánica.
- El cuasiexperimento para valorar los resultados de la aplicación de la propuesta en los grupos seleccionados de estudiantes de Ingeniería Mecánica.
- La observación participante en el proceso de diagnóstico, en la aplicación de la estrategia didáctica y en la valoración de los resultados.

Se utilizó, además, el método estadístico para el procesamiento de los datos en la formulación del problema, en la valoración de la efectividad de la estrategia didáctica y en la pertinencia de la concepción didáctica integradora a través de la aplicación del criterio de expertos.

Para auxiliar la aplicación de los métodos se utilizaron técnicas tales como encuestas, entrevistas, análisis de documentos, procesamiento de los datos y consultas a expertos para el diagnóstico del estado actual del objeto de investigación y valoración de los resultados de la aplicación de la propuesta.

Actualidad: La investigación contribuye a la consolidación del plan D, que desde sus inicios se ha propuesto el uso de las TIC en la formación del modo de actuación de los ingenieros desde las disciplinas básicas. A pesar de los logros obtenidos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en las ingenierías, no se ha alcanzado por los estudiantes, en el aprendizaje de la Física Moderna, un nivel de aplicación productivo ni su vinculación con los medios informáticos como estrategias propias para aprender. Además, el Ministerio de Educación Superior promueve la implementación de las TIC para ampliar las posibilidades del aprendizaje individual y consciente de los estudiantes.

La **contribución a la teoría** se evidencia al ofrecer una concepción didáctica integradora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna donde se expresan las relaciones entre los objetos virtuales como mediadores didácticos y la interrelación de los contenidos de esta asignatura con los procesos de la Ingeniería Mecánica para favorecer la formación profesional del ingeniero mecánico.

El **aporte práctico** lo constituye la estrategia didáctica para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales.

La **novedad científica** de la tesis consiste en revelar el redimensionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna a partir de la relación entre lo psicológico, lo didáctico y lo ingenieril con énfasis en la mediación de objetos virtuales de aprendizaje para la sistematización de los contenidos de esta asignatura con carácter profesionalizador en la Ingeniería Mecánica.

La tesis está estructurada en introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

En el primer capítulo se presenta la sistematización del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica, sustentado en el uso de las TIC, así como el diagnóstico realizado al empleo de OVA en diferentes universidades donde se estudia esta carrera.

El segundo capítulo contiene los fundamentos y la elaboración de la concepción didáctica integradora para la utilización de objetos virtuales en el aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica, así como la estrategia para su aplicación.

En el tercer capítulo se valora la factibilidad y efectividad de la aplicación de la propuesta. Finalmente, se exponen las conclusiones y recomendaciones, la bibliografía consultada, referenciada y la del autor sobre el tema de la tesis, así como los anexos que integran e ilustran la memoria del trabajo, en los que se incluyen los instrumentos aplicados, el procesamiento estadístico realizado y figuras, tablas y gráficos –todos de elaboración personal del autor de la presente tesis– que complementan los estudios efectuados en el transcurso de la investigación.

CAPÍTULO 1

**REFERENTES TEÓRICOS-METODOLÓGICOS DEL
PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA
FÍSICA MODERNA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA
MECÁNICA CON ÉNFASIS EN LA UTILIZACIÓN DE
OBJETOS VIRTUALES**

CAPÍTULO 1. REFERENTES TEÓRICOS-METODOLÓGICOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA FÍSICA MODERNA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA CON ÉNFASIS EN LA UTILIZACIÓN DE OBJETOS VIRTUALES

En este capítulo se ofrece la fundamentación epistemológica, histórica y praxiológica del objeto de investigación. Se presenta la sistematización del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica. Se realiza un estudio de la evolución histórica del objeto investigado, con énfasis en la utilización de objetos virtuales de aprendizaje. El capítulo concluye con los resultados del diagnóstico de la utilización de estos objetos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna.

1.1. Sistematización del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica

La Ingeniería Mecánica es “la rama de la ingeniería que estudia la transformación de materia prima y energía en trabajo útil, contribuyendo prácticamente en todas las realizaciones del campo tecnológico, desde la investigación básica, hasta su aplicación en usos tales como: creación de maquinaria industrial, agrícola, termoeléctrica, automotriz, médica, aeronáutica, espacial y otras en diversas ramas de la ciencia y la ingeniería” (Mec, 2012, p. 3). Se destaca en esta definición la importancia de formar en los estudiantes los conceptos energéticos (trabajo, energía, calor).

“Los ingenieros mecánicos usan principios físicos como el de la fuerza, la conservación de la masa y la energía para analizar sistemas físicos estáticos y dinámicos, lo que contribuye a diseñar objetos como automóviles, aviones, sistemas de enfriamiento y calentamiento, equipos industriales y

maquinaria” (Wik, 2013, p. 2). En esta definición se confirma la importancia de la Física como base de los procesos de la Ingeniería Mecánica.

En otra definición dada por Alonso (2003) se entiende al ingeniero mecánico como el profesional que tiene los conocimientos necesarios para diseñar y construir toda clase de máquinas y artefactos, y establecer y dirigir las industrias que dependen de las artes mecánicas (p. 152). Por lo tanto, a partir de las definiciones anteriormente referenciadas se asume que el ingeniero mecánico es un profesional que requiere de una sólida formación teórica y tecnológica para resolver problemas complejos al aplicar de manera productiva y creativa el sistema de conocimientos de la Física, la Matemática y otras ciencias afines.

Las ideas anteriormente planteadas contribuyen a que en esta carrera se desarrollen en los estudiantes los conocimientos, habilidades y valores que le permitan poner al servicio de la sociedad cubana el desarrollo de la ciencia y la tecnología vinculadas a la profesión, con racionalidad económica, adecuado uso de los recursos humanos y materiales, minimizando el consumo de naturaleza, el deterioro del medio ambiente y preservando los principios éticos de su sociedad (MES, 2007, p. 4).

En este sentido la Física Moderna, como ciencia que estudia los fenómenos de la naturaleza, constituye un núcleo de conocimiento que se relaciona con las asignaturas específicas de la carrera y contribuye a formar en el estudiante un pensamiento científico, humanista y medio ambiental. Además, esta ciencia desempeña un papel necesario dentro del curriculum del estudiante por tener como eje central de sus estudios la transformación y aprovechamiento de la energía, la cual se refleja en todos los temas que se imparten.

Se entiende la Física Moderna como aquella parte de la Física que se fundamenta en las teorías cuántica y relativista. En la formación de ingenieros, los conocimientos de esta ciencia cumplen una

función eminentemente gnoseológica, relacionada con la concepción científica del mundo, parte indispensable de una cultura moderna, y además una función de educación tecnológica, pues ellos constituyen el fundamento de la mayoría de las tecnologías actuales (Pérez y Tamayo, 2003, p. 13). Pero la concepción actual tiene que ir más allá y lograr relacionarla con los procesos y modos de actuación de la profesión.

La particularidad de la misma, en el Plan de estudio D, radica en los estudios de las radiaciones y la cuantización de la energía, fenómenos del micromundo que son complejos de entender, pues no se ven a simple vista y requieren de un alto nivel de abstracción. Esto conlleva a que el aprendizaje de los estudiantes se vea limitado por la comprensión de estos fenómenos y, por tanto, les sea difícil interiorizar los contenidos y aplicar las leyes y principios en ejercicios de vínculo con la profesión.

Esta situación requiere de nuevos recursos que reflejen mejor estos fenómenos y permitan ver su relación con la profesión como elemento motivador dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Por tanto, es necesario valorar cómo ha evolucionado la enseñanza de esta ciencia durante los planes de estudio, vista desde la relación que se ha establecido entre los contenidos, los métodos y los medios.

1.1.1. Evolución del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica

La carrera de Ingeniería Mecánica comienza en Cuba en el año 1949, en la Universidad de Oriente. La Física se impartía en los dos primeros años. El programa era común para todas las carreras de ciencias e ingeniería y respondía a un sistema de conocimientos físicos, de los cuales estaban ausentes los relacionados con la Física Moderna (Horruitiner, 1986).

En el curso 1968–1969 se introduce la Física Moderna y se dedicaban unas 30–40 horas a estos contenidos, lo que representaba alrededor del 15% del total de los programas (Horruitiner, 1986). La tendencia era hacia un pobre desarrollo de las habilidades prácticas y experimentales en los

estudiantes en relación con la solución de problemas. Los profesores daban prioridad a la exposición de los elementos del conocimiento hasta un nivel de sistematicidad de ley y su aplicación a múltiples ejemplos con escasa integración entre ellos. El aprendizaje era predominantemente reproductivo y las evaluaciones de forma tradicional (orales y escritas sin intenciones de integración).

A mediados de la década del 70 se comienzan a impartir en la Filial de la Universidad de Oriente en Holguín los programas unificados de Física donde se introdujeron cambios importantes para fortalecer la enseñanza de la asignatura Física Moderna. Años después se implementaron cambios que transitaron desde el Plan de estudio A (1977-1982) hasta los planes B (1982-1990), C (1990-2007) y D (2007). Por la magnitud de los cambios ocurridos durante estos planes de estudio en función de mejorar la enseñanza de esta ciencia, se asumieron en esta investigación cuatro etapas basadas en los periodos de estos planes de estudio.

En cada una de estas etapas se realizó un análisis del desarrollo de los componentes de la didáctica (objetivos, contenidos, métodos, medios, evaluación y formas de organización), lo que aparece reflejado en el anexo 5. Por la necesidad que se viene abordando en este epígrafe, solo se analizará la evolución de los contenidos, los métodos y los medios.

En el Plan de estudio A el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura se caracterizó por los aspectos siguientes:

- Se impartía en 30 horas, lo que representaba el 9% del total de las asignaturas de Física (MES, 1977, p. 25).
- No existía una sistematización en la formación de habilidades (Fuentes, 1989, p. 17).
- El método que predominaba era el expositivo, se dedicaba más del 50% del tiempo a las conferencias, el resto a clases prácticas y prácticas de laboratorio (MES, 1977).
- Los conocimientos expuestos guardaban pocos vínculos con los problemas profesionales.

- La lógica seguida en la docencia era la de definir los conceptos por parte de los profesores, enunciar las leyes, formular expresiones matemáticas vinculadas con los conceptos y leyes y ejemplificarlos en casos particulares, en forma de ejercicios y problemas ilustrativos (Horrutiner, 1986, p. 19).
- El uso de los medios se reducía al trabajo con los libros de texto, pizarra, tiza, pancartas y retrotransparencias.

No obstante al avance que significó este Plan de estudio, sus limitaciones en cuanto a la formación profesional conllevaron a la creación del Plan de estudio B, en el cual el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna tuvo las características siguientes:

- Se impartía en 60 horas, lo que representó el 20% del total del tiempo (MES, 1982, p. 30).
- Predominaba la actuación de los profesores al igual que en el plan A.
- El aprendizaje continuó siendo predominantemente reproductivo, sus resultados bajos y de poca calidad.
- Los medios que se utilizaron continuaron siendo los mismos con perfeccionamiento de los libros de texto.

En el año 1989, como resultado del perfeccionamiento continuo que se lleva a cabo en la educación superior y sobre la base de las experiencias adquiridas en la aplicación de los planes anteriores y en las nuevas condiciones del desarrollo socioeconómico del país, el MES decidió poner en vigor los denominados planes de estudio C donde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna tuvo las características siguientes:

- Se mantuvo la asignatura en 60 horas, lo que representó el 25% de la disciplina (MES, 1989, p. 21).

- Fueron planteadas dos tesis fundamentales: conservar la unidad lógico–teórica propia de la ciencia y adaptarla a los requerimientos de la carrera (Garcías, 1997, p. 20).
- Se logró una mejor estructuración de los objetivos, al precisarse las habilidades, el conocimiento y los niveles de asimilación, profundidad y sistematicidad.
- Los métodos fueron cambiando hacia el trabajo independiente de los estudiantes.
- Los medios fueron cambiando con el uso de file transfer protocol (FTP), microcampus, laboratorios virtuales, multimedias, laboratorios chinos, y se obtuvieron los primeros diseños de objetos virtuales de aprendizaje (OVA), con pocos recursos y muchas limitaciones didácticas.

El Plan de estudio C presentó mejoras con respecto a los planes anteriores, sin embargo, en el año 1998 se consideró que era necesario perfeccionarlo (plan C') en función del modelo del profesional, su nivel de preparación con un perfil amplio y la actualización de los avances en la ciencia y la tecnología. Para ello se introdujeron en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna los cambios siguientes:

- Aumento del sistema de conocimientos (se introduce el tema de Física del Estado Sólido).
- Aumento de las exigencias del trabajo independiente del estudiante.
- Aumento de la cantidad de horas de las clases prácticas y disminución de las conferencias.
- En el 2003 se introdujeron nuevos medios basados en TIC: laboratorios virtuales y guías de estudios y presentaciones en power point. Todos ellos enfocados a la representación de fenómenos y con poco desarrollo de habilidades.

A juicio de este investigador este es el plan que mejor concepción ha tenido en las aspiraciones para el desarrollo del profesional, pues trabajó desde las ciencias básicas la formación integral en función de su preparación para enfrentar las ciencias aplicadas que se estudiaban en la carrera.

Debido a la crisis mundial que afectaba al país, se implementó en el curso 2008-2009 el Plan de estudio D centrado en la transformación de la personalidad del estudiante para lograr mayor cultura general integral. En función de ello el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna se caracterizó hasta la actualidad por los cambios siguientes:

- Las disciplinas de ciencias básicas se presentaron comunes para todas las carreras, lo que a juicio de este investigador constituye un freno en la formación del profesional de la Ingeniería Mecánica, pues implica que los profesores de Física no tienen la obligación de profesionalizarse en la interrelación de la ciencia con la carrera.
- La asignatura aumenta a 64 horas, lo que constituye el 33% de la disciplina (MES, 2007, p. 35).
- Se aspira a la utilización de nuevos métodos basados en el autoaprendizaje con racionalización de los contenidos a lo esencial y la aplicación de técnicas informáticas tanto para impartir la docencia como en el apoyo del autoaprendizaje. Aspecto fundamental que hasta la actualidad se ha logrado muy poco.
- Se mantiene como generalidad el pensamiento reproductivo y poco creativo. Además, los estudiantes muestran muy poca motivación y dedicación al estudio individual, situación contradictoria con las necesidades de este plan, en la cual desempeñan un papel importante los medios y metodologías basados en las TIC.
- Tendencia al establecimiento de vínculos con los problemas profesionales del ingeniero mecánico, aspecto resuelto de forma parcial actualmente.
- Entre los años 2008 y 2011 se diseñan y aplican objetos virtuales más consecuentes con los principios psicodidácticos y con la semipresencialidad parcial que concibe el plan D, pero carecían de requisitos para poder ser utilizados en la plataforma interactiva Moodle (Tamayo y Serrano, 2009, p. 5).

A partir de la síntesis realizada en este epígrafe y los resultados de la periodización (anexo 5) se pudo constatar que:

- La disciplina Física ha disminuido la cantidad de horas durante los planes de estudio, sin embargo, la Física Moderna ha aumentado en el porcentaje dentro de la misma, lo que demuestra su grado de importancia ascendente por contener interrelaciones con otras ciencias y tecnologías aplicadas en esta carrera.
- Aunque ha existido una tendencia a transitar de un aprendizaje reproductivo al productivo, no se le ha dedicado la suficiente atención. Los estudiantes tienden a un uso dogmático de las leyes y principios en la solución de ejercicios y problemas de esta ciencia.
- Las tareas relacionadas con los problemas profesionales son muy escasas y no se enseña a los estudiantes a organizar los conocimientos en un sistema. Estos no siguen una estrategia de aprendizaje productivo, donde se tenga en cuenta la estructura interna del sistema de conocimientos y los nexos lógicos entre los conceptos dados en la teoría y los problemas profesionales a los que tributan.
- La utilización de los medios basados en TIC es insuficiente para el apoyo al autoaprendizaje y al vínculo ciencia-profesión.

Las ideas antes expuestas en este epígrafe apuntan hacia la necesidad de realizar cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna de forma tal que sea coherente con el modo de actuación del ingeniero mecánico. Para lograr esta aspiración fue necesario analizar las características particulares de esta ciencia, las estrategias, los métodos y medios más consecuentes que se debían emplear para favorecer su proceso de enseñanza-aprendizaje interrelacionado con la carrera de Ingeniería Mecánica.

1.1.2. Fundamentos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica

La enseñanza y el aprendizaje son procesos que determinan en el resultado final de la formación del profesional de la Ingeniería Mecánica. Ambas categorías constituyen objeto de investigación de la didáctica. En relación con ellas, esta ciencia ha profundizado en mayor cuantía en el estudio del proceso de enseñanza, en tanto se ha centrado con más énfasis en el profesor, así como en las propuestas de los investigadores para hacerlo más efectivo.

Se asume en esta investigación la definición de Castellanos (1999) donde refleja que enseñar es organizar de manera planificada y científica las condiciones susceptibles de potenciar los tipos de aprendizajes que se buscan, es explicitar determinados procesos en los educandos, al propiciar en ellos el enriquecimiento y crecimiento integral de sus recursos como seres humanos (es decir, la interiorización de determinados contenidos y de ciertos resultados) (p. 11).

De la definición anterior se puede entender que el proceso de enseñanza tiene que lograr motivación en el estudiante a través de actividades planificadas de forma tal que los ayude a consolidar e integrar los contenidos para mejorar sus actitudes y conductas ante la vida. En el caso de los futuros profesionales de la Ingeniería Mecánica estas actitudes y conductas juegan un papel fundamental en su desempeño, por lo cual se hace necesario crearles desde la enseñanza de la Física Moderna un pensamiento sociotransformador basado en una correcta concepción del mundo. Pero este proceso no puede verse aislado del proceso de aprendizaje entendido en Hdidac (2010) como:

- Desarrollo de conocimientos y/o modificación de conocimientos anteriores (de esta manera hacen alusión al carácter integrativo, creativo, dinámico y modificable del aprendizaje).

- Proceso constructivo de reorganización y reestructuración. Es un proceso activo porque se “asimila” lo nuevo y se “acomoda” lo viejo a lo nuevo. El hombre no solo transforma la realidad sino también se adapta a la realidad.
- Surgimiento y modificación del reflejo psíquico de la realidad, reflejo que puede ser afectivo o cognitivo. Se aprenden no solo hábitos, conocimientos, habilidades y capacidades, sino también aptitudes, rasgos volitivos, emociones, sentimientos y necesidades.

Del resumen de las definiciones anteriores se asume en esta investigación que el aprendizaje es un proceso activo de surgimiento, reorganización y reestructuración de conocimientos, hábitos, habilidades, aptitudes, emociones, sentimientos y necesidades a través de la percepción de la realidad. Por tanto, se pueden resumir las características esenciales siguientes:

- Su carácter procesal, dialéctico, complejo y multidimensional
- Su dimensión individual y social
- Presupone cambios en el sujeto y requiere de implicación personal
- Es producto de la actividad del sujeto y la comunicación con otros.

El desarrollo de estas características en el estudiante, aparejado a las exigencias sociales del desempeño del ingeniero mecánico, genera una contradicción influida por la relación ciencia-profesión, la cual parte de la necesidad de entender para qué recibe la Física Moderna en su carrera, lo que requiere de una interrelación entre estos contenidos y las particularidades de los procesos de la Ingeniería Mecánica. Por tanto, en el aprendizaje, el mismo transita desde la **interiorización** de los contenidos de la ciencia hasta su **aplicación** en la **comprensión** de los procesos de la Ingeniería Mecánica, manifestación interna de la contradicción que se asume en esta investigación.

La interiorización es el tránsito que permite que los procesos intelectuales externos, prácticos, se conviertan en procesos internos, subjetivos, con las consiguientes transformaciones y desarrollo de la personalidad. Es un proceso de subjetivación (Ortiz, 2003, p. 36).

Según Leontiev (1975), la interiorización no consiste en el hecho de que la actividad externa se introduzca en un plano de la conciencia interna que la precede; la interiorización es un proceso en el cual precisamente se forma este plano interno. Fariñas (2010), caracteriza este proceso visto desde el enfoque histórico cultural como dinámico y contradictorio, capaz de afectar la personalidad en su totalidad, en lo cognitivo y en lo afectivo.

De las ideas anteriores se puede entender que la interiorización de los contenidos de Física Moderna es el proceso mediante el cual se genera un plano interno de comprensión de los fenómenos, leyes y principios que la rigen para llevarlos a la práctica de la ingeniería, pues en un primer momento del aprendizaje los estudiantes dependen del profesor y/o de los medios, pero en un segundo momento, a través de la interiorización, el individuo adquiere la habilidad de interactuar por sí mismo y de asumir la responsabilidad de actuar.

Esta responsabilidad implica poder aplicar los contenidos interiorizados para comprender los procesos de la Ingeniería Mecánica, lo cual se convierte en un proceso de exteriorización del pensamiento, este último entendido por Free (2014) como acción de exteriorizar o sacar una cosa al exterior. Pero la interiorización requiere de la existencia de procesos externos y, a la vez, la aplicación requiere la exteriorización del pensamiento y de la existencia de una interiorización previa. Esto conlleva, según la Ley de doble formación de Vigotsky, a que cada proceso lo es dos veces, primero en un plano externo y después en un plano interno (Vigotsky, 2000, p. 45).

Pero la dialéctica de estos procesos conduce a que entre más profundo se interioricen los contenidos, mejor se pueden aplicar, y al mismo tiempo, entre mejor se aplican, más se interiorizan, lo que conduce

al desarrollo permanente estudiado por los clásicos de la filosofía, de forma tal que la interiorización y la aplicación se presuponen porque el primero revela la estructuración de los contenidos a partir de la ciencia y sus potencialidades y el segundo expresa la metodología que exige la aplicación consecuente de esos contenidos en la carrera. A la vez, se oponen porque mientras se enriquecen los contenidos dentro del pensamiento del estudiante se perfecciona la metodología de su aplicación y mientras se enriquece la metodología se perfeccionan los contenidos dentro de la estructura interna del conocimiento.

Ambos fenómenos contribuyen a la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica desde la Física Moderna. En este sentido, es importante valorar las ideas de Perkins (1998): “Comprender es la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad frente a lo que uno sabe”; y Perkins y Blythe (2005): “...la comprensión es poder realizar una gama de actividades que requieren pensamiento en cuanto a un tema, por ejemplo, explicarlo, generalizarlo, aplicarlo, presentar analogías y representaciones de una manera nueva” (p. 7).

Este investigador considera la primera afirmación más sintética y elocuente; no obstante, la segunda es explícita, concreta, pero se queda corta e imita las primeras definiciones de competencias; por eso en esta conceptualización se quiere profundizar más y ampliar su proyección desde lo pedagógico y didáctico, para que logre así efectividad desde la idea de mediación que se propone presentar para su aplicación efectiva como tendencia fortalecida hacia el logro del aprendizaje de la ciencia con enfoque profesionalizador.

En esta misma dirección se presenta la idea de Gardner (2000): “La educación es la base para potenciar la comprensión de diversos mundos, el biológico, el físico, el de los artefactos, el personal y el mundo de los seres humanos. Observar, criticar y mejorar, de manera que se pueda pensar y actuar

flexiblemente con el conocimiento, es decir, con un conocimiento activo que se recuerde siempre y que es transferible a nuevos contextos y situaciones” (p. 16).

El anterior criterio reviste importancia en la investigación al considerarse la mediación del aprendizaje de la Física Moderna como base para la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica. Según Escobar (2011) la mediación es un acto que implica dos o más actores, intencionalidad, reciprocidad, equilibrio, razonamiento.

Este término ha sido analizado en las investigaciones de Tébar (2003), Basso de Torres y otros (2005), Arumí (2006), Monereo (2007), Poveda (2007), González (2010) y Ortiz (2012), los cuales la han enfocado desde su relación con el proceso de enseñanza-aprendizaje a partir de los estudios de Vigotsky, para quien los procesos mentales superiores en los seres humanos son mediados por herramientas poderosas como el lenguaje, el mundo simbólico y el manejo de códigos.

De las investigaciones anteriores y por su vínculo con las ideas de esta concepción, se asume la definición de Tébar (2003) donde afirma que mediar es un estilo de interacción educativa, es un concepto social porque implica transmisión de cultura, códigos, valores y normas; tiene una dimensión educativa porque actúa con intención de intervenir en el conocimiento de los estudiantes (p. 13).

Por las razones anteriormente expuestas se hizo necesario en esta investigación valorar qué elementos mediadores dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica pueden dar solución a esta contradicción en busca de mejorar la relación ciencia-profesión. Para ello se analizaron los referentes teóricos de la didáctica específica de esta ciencia desde dos perspectivas: las dificultades en la interiorización de los contenidos de la Física Moderna y la relación contenido-métodos-medios.

En el Plan de estudio D los contenidos de la Física Moderna abarcan las teorías de las radiaciones, del efecto fotoeléctrico, del modelo atómico, de las relaciones onda corpúsculo y de incertidumbre, del

pozo de potencial, del sólido cristalino, de los LASER y rayos X y de las desintegraciones y la radiactividad (MES, 2007, p. 35). Este sistema de conocimientos requiere del análisis de fenómenos complejos de entender por tratarse de la descripción del micromundo, de lo no visible, para lo cual se cuenta con una tecnología insuficiente en las universidades de Cuba donde se estudia esta carrera. La situación anterior ha mantenido una tendencia de los profesores a utilizar los libros de texto básicos que explican estos fenómenos y a apoyarse en algunas prácticas de laboratorio que muestran algunos efectos de los mismos. Tradicionalmente, en el caso de la Física Clásica, se utilizan mucho los cuerpos reales; en el caso de la Física de Electromagnetismo se utilizan mucho los conductores, las baterías, los imanes, las bobinas y las espiras; pero en la Física Moderna la situación es más compleja, pues el equipamiento tecnológico es costoso y limitado, y no permite ver directamente la interacción entre electrones, protones y radiaciones, lo que conlleva a la necesidad de utilizar nuevos medios que reflejen estos fenómenos.

En este sentido diferentes investigaciones en el ámbito internacional declaran las problemáticas que muestra el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta ciencia. Según Sinarcas y Solbes (2013) la principal dificultad que tienen los estudiantes en el aprendizaje de la Física Cuántica es ontológica: no son capaces de comprender que los electrones, fotones y otras micropartículas no son ni ondas ni partículas clásicas, sino objetos nuevos con un comportamiento nuevo, el cuántico (Levy-Leblond, 2003, p. 10).

De esto ya advierten historiadores de la ciencia como Kragh (2007): “A escala ontológica, los cambios han sido sin duda muy profundos, en la mayor parte como resultado de la revolución cuántica (...) La mecánica cuántica ha proporcionado estructuras fundamentales que no tienen similitud ninguna con todo lo que puede ser percibido o medido directamente. Las creencias actuales sobre lo que en última

medida constituye el mundo distan mucho de las de la década de 1890, cuando todavía tenía sentido pensar en la materia como una colección de bloques en miniatura” (Sinarcas y Solbes, 2013, p. 6).

De la misma forma estos autores plantean que los libros de texto utilizados actualmente, considerados globalmente, presentan características que no favorecen el correcto aprendizaje de la Física Cuántica e, incluso, introducen algunas ideas incorrectas sobre temas como la dualidad (por ejemplo, parece que esta se aplica a los electrones pero no a los fotones).

En opinión de este investigador esto implica la necesidad de reconsiderar la representación de determinados contenidos y fenómenos de esta ciencia a través de medios más actualizados y dinámicos, la cual puede favorecerse desde los adelantos de las TIC con la integración de imágenes y sonidos para lograr animaciones más acercadas a estos propósitos.

En este sentido autores como Franco (2006) y Pereira y otros (2009) han desarrollado simulaciones de fenómenos de la Física Moderna, pero solo con este tipo de recurso no se puede lograr la interiorización de un contenido, es necesario crear otros que interrelacionen simulaciones, contenidos, ejercicios propios de la ciencia, ejercicios de aplicación en problemas profesionales y elementos tecnológicos de la carrera.

Otra dificultad radica en que los temas enseñados mayoritariamente dan una visión rápida y superficial, exclusivamente con la utilización de fórmulas, sin resaltar lo que aportan de nuevo tanto al conocimiento científico como a sus implicaciones ciencia, tecnología y sociedad. Es decir, se reduce al aprendizaje de unas pocas ecuaciones matemáticamente sencillas que se aplican en problemas de la ciencia (Solbes, 1996, p. 6). Esto ocurre en Cuba principalmente porque gran parte de los profesores de esta asignatura son licenciados en Física y carecen de profesionalización con respecto a esta visión que requiere la enseñanza en la carrera de Ingeniería Mecánica.

De los elementos anteriormente descritos se revela que en la práctica actual la interiorización de los contenidos de Física Moderna atraviesa por dificultades en la percepción de los fenómenos, en la motivación hacia el aprendizaje de contenidos interrelacionados con la carrera y en la preparación de los profesores para utilizar métodos y medios más eficientes para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta ciencia.

Respecto a esta situación, autores del territorio nacional como Alejandro y otros (2003) declaran en su investigación dificultades actuales en cuanto a: mejor orientación para la preparación de los estudiantes, actualización de los laboratorios, información visual de los contenidos en los libros de texto y realización de evaluaciones que favorezcan el aprendizaje.

En resumen, se puede decir que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica en Cuba se ve afectado actualmente por la insuficiente relación que se establece entre los contenidos de esta ciencia, los métodos que se aplican y los medios con los que cuenta. Por esta razón se hizo necesario determinar qué elementos de esta relación se han abordado en la didáctica para resolver esta problemática.

Hasta ahora se han analizado las particularidades de esta ciencia que generan dificultades en la interiorización de sus contenidos, pero la realidad actual indica que este proceso tiene que trascender y verse desde un enfoque profesionalizador, en el cual se analicen los vínculos de la misma con los procesos de la Ingeniería Mecánica y se introduzca una visión de ciencia, tecnología y sociedad (CTS).

Con estas ideas coinciden autores de otros países al reflejar las ideas siguientes:

- Ribellesa y otros (1995): declaran la necesidad de introducir las relaciones CTS en los libros de texto.
- Traver y otros (2005): proponen cómo insertar las TIC y qué tipos de objetos virtuales utilizar según la complejidad de las actividades que se exigen en la enseñanza de la Física.

- Solbes y Sinarcas (2010): proponen aspectos conceptuales, de procedimiento y de relaciones CTS que son necesarios tener en cuenta para conseguir un aprendizaje significativo del alumnado y un cambio de su actitud en los estudiantes.
- Silva (2011): propone un modelo de enseñanza de la Física basada en el Aprendizaje Significativo (EFBAS), ambientado en Blended Learning (unión de lo presencial y lo virtual).

De la sistematización del estudio de las investigaciones realizadas se revela la tendencia a fortalecer la utilización de medios basados en TIC y la visión CTS en la enseñanza de la Física. No obstante, estos autores no llegan a dar una relación directa entre los contenidos, los métodos y los medios. Cada uno los analiza por separado y no se declara el método más factible para la interrelación Física Moderna-Ingeniería Mecánica.

Otras investigaciones consultadas como Moreira (2011) y Ramal (1999) abordan generalmente tres ideas fundamentales: la necesidad de introducir temas de la Física Moderna con un análisis de las fallas de la Mecánica Clásica y la Electrodinámica de Maxwell, el enfoque general de la Física como disciplina en la enseñanza y propuestas innovadoras del contenido de la Mecánica Clásica y del Electromagnetismo a todos los niveles educativos.

En el territorio nacional las investigaciones constatadas también carecen de la relación contenido-método-medios. Pérez (1993) valora los fenómenos de abstracción que se generan en los estudiantes para comprender los fenómenos de esta ciencia. Esta autora declara cómo se dinamiza el pensamiento en los estudiantes, razón por la cual en muchas ocasiones no se comprenden los fenómenos que se estudian, lo que requiere de la aplicación de mejores medios y métodos.

Ramos y Rodríguez (2006) proponen poner al estudiante en la posición de un científico investigador, lo que apunta hacia la utilización de métodos específicos de la ciencia para investigar y valorar resultados. Pero en la enseñanza de la Física en las ingenierías se requieren métodos más acordes

con lo que hace el profesional, los cuales deben apoyarse en métodos propios de la ciencia para la toma de decisiones.

Por su parte, Tamayo (2006) resume las características, influencias y resultados de la aplicación de los planes de estudio A, B y C para la carrera de Ingeniería Mecánica y propone un modelo de enseñanza basada en mapas conceptuales. Esta propuesta sigue apuntando hacia los métodos de organización y desarrollo de las asignaturas y hacia herramientas que pueden utilizar los estudiantes para su aprendizaje. Sigue evidenciándose la falta de relación entre medios y métodos.

Más acercado a los medios, Rodríguez y Llovera (2012) evalúan los resultados preliminares de la integración de laboratorios reales con laboratorios virtuales para la enseñanza de la Física. Esta propuesta se va al apoyo de los recursos virtuales desde el punto de vista de las simulaciones, pero se ve enfocada hacia la experimentación y no hacia la aplicación de contenidos por el ingeniero mecánico para la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica.

Como resultado del análisis epistemológico y praxiológico hasta ahora realizado se infiere la existencia de una carencia teórica revelada en la insuficiente relación entre el contenido, los métodos y los medios para lograr una mejor interiorización de la Física Moderna y su correcta aplicación en la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica, lo que avala la necesidad de valorar qué métodos pueden ser los más factibles para este tipo de relación.

Los métodos constituyen la principal vía que toman el profesor y el estudiante para lograr los objetivos fijados en el plan de estudio, para impartir o asimilar el contenido de ese plan (Klingberg, 1978, p. 275). Esta idea concuerda con la propuesta por Zilberstein (2006) cuando expresa que el método constituye el sistema de acciones que regulan la actividad del profesor y los estudiantes, en función del logro de los objetivos, atendiendo a los intereses y motivaciones de estos últimos y a sus características particulares (p. 4).

En esta investigación se asume la definición de Castañeda (2013) cuando expresa que el método es la categoría didáctica que caracteriza el conjunto de acciones razonadas, articuladas y sistematizadas entre sí que realizan el profesor y los estudiantes para lograr los objetivos y permitir la asimilación del contenido (p. 156).

En la bibliografía consultada se encontraron diferentes clasificaciones de métodos. De forma general Labarrere y Valdivia (1988) consideran que se pueden clasificar en tres grupos: para la adquisición de conocimientos, para la relación de la actividad entre el profesor y el estudiante y para la actividad cognoscitiva de los estudiantes (p. 137). Generalmente los que más se usan en la enseñanza de la Física en Cuba son los de la primera clasificación y dentro de ellos la explicación, el trabajo con el texto, la solución de tareas prácticas y el trabajo en el laboratorio.

Estos métodos se agrupan dentro de otra clasificación dada por Klingberg (1978) como expositivos, donde predomina la actividad del docente, y para el trabajo independiente, donde se centra la labor del estudiante dirigida por el profesor (p. 277). Sin embargo, es poco común encontrar la práctica de la tercera clasificación que da este autor en la que se busca la elaboración conjunta como espacio de conversación entre el estudiante y el profesor, la cual puede desempeñar un papel fundamental en fomentar el trabajo con la zona de desarrollo próximo.

En este sentido este tipo de método incorpora los anteriores y genera una relación más dinámica en el proceso de enseñanza-aprendizaje que puede ayudar al estudiante a comprender mejor la interrelación entre los contenidos interiorizados y los procesos de la Ingeniería Mecánica. Este resultado requiere de un enfoque más profesional desde la enseñanza de la Física Moderna que supere la visión tradicional de la aplicación de las leyes y principios en problemas de la ciencia y de la estrecha visión de aplicaciones de la misma en la sociedad. La formación del ingeniero tiene que basarse en su futuro desempeño profesional. Por esta razón se decidió en esta investigación aplicar

como método fundamental el de proyecto, por permitir la aplicación de los métodos anteriores y trascender a la forma de actuar del ingeniero.

Según Castañeda (2013) "el método de proyecto es una alternativa interesante frente a los enfoques tradicionalistas que limitan al estudiante a un papel de receptor y reproductor pasivo de la información. Es indicado cuando se quiere lograr la responsabilidad, la iniciativa y la aptitud para organizar y planificar el trabajo individual o en grupo y para el desarrollo de relaciones interpersonales" (p. 160). Este método le da la posibilidad al estudiante de acercarse al modo de actuación profesional, en el cual el ingeniero tiene que proyectar el trabajo y evaluar sus resultados.

Pero los libros de texto que se usan actualmente no están diseñados para la aplicación de este tipo de método, lo que refleja la insuficiente relación contenido-método que implica la utilización de nuevos medios para lograr el objetivo propuesto según el contenido a aprender. Por ello se hace necesario valorar qué situación actual tienen los medios que se utilizan en la enseñanza de la Física Moderna y cuáles favorecen más la interiorización de los contenidos de esta ciencia y su aplicación en la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica.

Para Cubero (1997) es medio de enseñanza: "Todo componente material del proceso enseñanza-aprendizaje con el que los estudiantes realizan en el plano externo las acciones físicas específicas dirigidas a la apropiación de los conocimientos y habilidades" (p. 21).

Porto (1995) amplía la definición anterior y señala que: "Medio es todo aquel componente material o materializado del proceso pedagógico que en función del método sirve para:

- Construir las representaciones de las relaciones esenciales forma-contenido, es decir, el significado y sentido de los conocimientos y habilidades a adquirir que expresa el objetivo.

- Motivar y activar las relaciones sujeto-objeto, sujeto-objeto-sujeto, o sujeto-sujeto, así como la internalización o externalización de contenidos y acciones individuales o conjuntas presentes en tal proceso pedagógico” (p. 31).

Con la primera idea coinciden Zilberstein y Collazo (2003) al definir que los medios permiten materializar el objeto del conocimiento actuando sobre el sistema sensorracional del sujeto que aprende, mediando el proceso ascendente del conocimiento en el aprendizaje, en este caso dirigido por la labor orientadora del profesor (p. 3).

No obstante, se asume en esta investigación la definición dada por Castañeda (2013), en la cual plantea que los medios son todos los recursos que actúan como soporte tangible de los métodos para alcanzar los objetivos y lograr la asimilación del contenido (p. 168). En ella se resumen las definiciones anteriores y se abarcan todos los tipos de medios. También se resalta la relación esencial contenido-método-medios que viene estudiándose en este trabajo.

En este sentido, la influencia de estos recursos como mediadores puede favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna desde la relación con el contenido y el método. Se entiende favorecer como ayudar, apoyar, mejorar el aspecto o apariencia de algo (Sensagem, 2014). Se infiere que este verbo expresa la posibilidad condicionada para que un sujeto realice una acción productiva, sea física o mental. Por tanto, para favorecer el aprendizaje de la Física Moderna con el uso de los medios tienen que valorarse dos ideas fundamentales: la posibilidad del recurso de ayudar a los estudiantes de Ingeniería Mecánica a interiorizar los contenidos y la capacidad de relacionar la aplicación de esta ciencia con la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica. Esto implica que los medios contribuyan a mejorar los indicadores siguientes:

- Información visual de los fenómenos y variables que actúan en ellos
- Nivel de abstracción para la comprensión de los fenómenos físicos

- Complementación de demostraciones experimentales
- Relación con los núcleos de conocimiento de la asignatura
- Relación con el método de proyecto
- Interrelación de la asignatura con los procesos de la Ingeniería Mecánica
- Vínculo de la asignatura con los modos de actuación y el pensamiento ingenieril.

Los tres primeros se enfocan hacia la comprensión de los fenómenos, el cuarto hacia la relación con los contenidos y los restantes hacia la profesionalización de los estudiantes desde la asignatura. Pero ya se ha revelado en esta investigación que existen carencias en cuanto a la relación contenido-método-medios, por lo que es necesario valorar la posibilidad de utilizar OVA para favorecer la misma en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

1.2. La utilización de objetos virtuales de aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica

Según Valencia (2013) la mediación de los OVA tiene un valor para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, lo cual exige nuevos lenguajes y nuevas dinámicas, desde la tecnología, con sentido pedagógico para favorecer la construcción del conocimiento y compartirlo con impacto social (p. 11). Esta propuesta tienen que conducir al estudiante a ser crítico, propositivo y creativo en las diferentes formas de organización, lo cual conduce a que le encuentre sentido a lo que estudia para aprender y aproveche los espacios de interactividad con estos recursos para construir el conocimiento con la influencia del grupo, del tutor y del profesor.

Los inicios de la definición de OVA se remontan al año 1994, cuando Wayne Hodgins nombra el grupo Learning Architectures and Learning Objects. En los próximos tres años se crearon diferentes instituciones para el diseño de OVA, entre las cuales están: Oracle Learning Application (OLA), Cisco System, Advanced Distributed Learning (ADL, 2009), Learning Technology Standards Committee

(LTSC), Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe (ARIADNE), EDUCASE (McGreal y otros, 2004) y Multimedia Educational Resources for Learning and Online Teaching (MERLOT, 2011). Estas instituciones evolucionaron el concepto de OVA en función de la utilidad, la forma de ordenarlos en bases de datos y sus características internas.

El Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) declara por objeto de aprendizaje todo aquello que puede ser útil al aprendizaje, la educación y la formación (IEEE, 2002, p. 9), definición que se puede asumir de forma general para la pedagogía y que incluye a cualquier tipo de objeto aunque no sea virtual.

Por su parte, Sicilia y García (2003) reducen el campo al definir que se trata de unidades digitales de contenidos didácticos independientes, que pueden utilizarse en múltiples contextos educativos y que llevan asociadas descripciones (metadatos) acerca de cómo emplearlos en estos contextos (p. 13). Con esta definición coinciden autores como L'Allier (1997), Wiley (2000), Downes (2001), Polsani (2003), Higgs y otros (2003), Zapata (2005), Santacruz-Valencia y otros (2008) y APROA (2011).

Las definiciones analizadas anteriormente crean muchas dificultades en la comunidad internacional que investiga en esta línea, sobre todo porque según Parrish (2004) se intenta definir al mismo tiempo lo que es y lo que no es OVA. Otra problemática de las mismas es que los autores llaman indistintamente a este tipo de recursos como objeto de aprendizaje (OA, en la mayoría investigadores estadounidenses y mexicanos) o como objetos virtuales de aprendizaje (investigadores suramericanos y europeos).

A juicio de este investigador el término OA incluye tanto a objetos reales como objetos no reales, es un término general con respecto al campo de acción que se estudia. Además, el término virtual significa algo que puede producir un efecto pero que no puede palpase, recogerse, ni trasladarse por

sí solo (Grijalbo,s/f). Por tanto, se asumen las posiciones de los investigadores suramericanos y, en esta investigación, se trabajará el término objeto virtual de aprendizaje (OVA).

Otros autores como Navarro y Ramírez (2005), García (2005), Delgado y otros (2007), Leal (2008) y Sicilia y Sánchez (2009) hacen hincapié en que deben ser recursos digitales diseñados con una intencionalidad pedagógica. Para la interrelación de la Física Moderna con la carrera de Ingeniería Mecánica es importante resaltar esa intencionalidad pedagógica en los OVA.

Por último, Astudillo (2011) logra integrar en un análisis riguroso de las principales definiciones y propone al OVA como un: “Recurso didáctico digital diseñado para alcanzar un objetivo de aprendizaje y para ser reutilizado en diferentes ambientes virtuales de aprendizaje y en distintos contextos. Debe contar con metadatos y con elementos de contextualización” (p. 91).

A juicio de este investigador esta es la definición más completa que se ha revisado, pues logra integrar lo pedagógico, lo tecnológico y las características propuestas por otros autores. Sin embargo, el elemento ambiente virtual de aprendizaje en muchas ocasiones se puede convertir en un contexto, por lo que no debe incluirse dentro de ella.

Es de significar, que el término didáctico puede resultar redundante cuando se expone después la idea de cumplir un objetivo. Por ser este una categoría de la didáctica, se pudiera malentender como que no es parte de ella o como que es lo único que debe de contener el OVA, lo que limita la visión de las otras categorías: contenido, medios, métodos y evaluación.

Para asumir esta definición es necesario declarar cuáles son las características particulares que necesita un OVA de Física Moderna para ser aplicado en la carrera de Ingeniería Mecánica, por lo que este investigador propone la siguiente: recurso digital para lograr un objetivo de aprendizaje a través de animación y descripción del fenómeno físico, análisis de contenidos, actividades de

aprendizaje y de evaluación, el cual puede ser reutilizado en distintos contextos y debe contar con metadatos y con elementos de contextualización.

La definición propuesta coincide con el segundo grupo de autores en cuanto a la característica virtual del OVA al declararse como recurso digital. Agrupa los componentes didácticos fundamentales que se exigen: objetivo que se logrará, contenidos, actividades y evaluación. Integra la particularidad de la Física Moderna que estudia elementos del micromundo, para lo cual se necesita, en su aprendizaje, reflejar el modelo del fenómeno que se analiza.

Por último, cumple con las características fundamentales de reutilización, contextualización y localización. Se debe entender en ella que la palabra contextos agrupa todos los espacios donde se pueda aplicar el OVA y los elementos de contextualización son los vínculos que puede dar este recurso con la especialidad en que se desarrolle (en este caso la carrera de Ingeniería Mecánica).

En función del análisis de las definiciones presentadas y de las posturas de los autores, McGreal (2004) propone la clasificación de OVA siguiente:

- Cualquier recurso. Los autores que defienden esta postura postulan que no se debiera restringir a priori qué es un OVA.
- Cualquier recurso digital. En esta clasificación McGreal coloca a aquellas definiciones que asocian fuertemente a los OVA con sus orígenes en la programación orientada a objetos (POO). Estas definiciones no ponen el foco en la intencionalidad pedagógica de los OA, sino en el aspecto digital de los mismos.
- Cualquier recurso con un propósito educativo bien definido. Estas definiciones son genéricas, pero marcan claramente la función de los OVA como soporte del aprendizaje.
- Objetos digitales diseñados con un propósito educativo formal. Estas definiciones ponen el acento en el diseño de los OVA para un contexto educativo. Para los autores enmarcados en

esta clasificación “un objeto informativo se vuelve un OVA cuando es diseñado para ser utilizado solo o en combinación con otros objetos multimedia para facilitar o promover el aprendizaje”.

- Objetos digitales diseñados con un propósito educativo específico. El autor incluye aquí todas aquellas definiciones o propuestas que plantean una estructura o contenido específicos para los OVA, o bien, se asocian con alguna tecnología específica. En este sentido los OVA que se presentan en este trabajo se acercan a esta posición.

Otra clasificación desde el punto de vista de la complejidad de los OVA la aportan Van Merriënboer y Boot (2005), donde proponen que los OVA podrían tener un espectro más amplio que el de un objetivo específico, que más bien deberían abarcar una unidad temática completa, pues de esta forma los temas de aprendizaje se contextualizan, postura con la cual coincide este investigador por la necesidad de interrelacionar los contenidos de la Física Moderna con la carrera de Ingeniería Mecánica. Según estos investigadores se pueden clasificar en:

1. objetos básicos no interactivos
2. objetos interactivos analíticos-objetivistas
3. objetos integrales-constructivistas.

Los objetos básicos no interactivos son documentos que por su estructura no conducen a la interacción, más allá de la mera revisión, lectura o visualización por parte del usuario. Tal es el caso de imágenes, presentaciones, textos, videos educativos y audios (Gros, 1997, p. 31).

Los objetos analíticos son archivos creados con sistemas como Flash, Director, HTML, XML, o algún lenguaje de programación, que cubren algún aspecto relacionado con la enseñanza de un objetivo específico mediante interacciones entre el estudiante y el material. Ejemplos pueden ser: explicaciones paso a paso con ejercicios integrados (tutoriales) que incluyen explicación, ejercicios o evaluación, simuladores para ejercicios, bancos de ejercicios, sistemas tutoriales inteligentes, entre

otros. La interactividad en estos objetos se da en episodios en los que el material ofrece retroalimentación del desempeño al estudiante (Gros, 1997, p. 32).

Los objetos integrales, llamados constructivistas, son archivos web generalmente, creados con ayuda de algún editor de sitios como Dreamweaver, Exelearning o FrontPage, que incluyen el planteamiento de un problema general, una serie de recursos, temas para revisar, actividades sugeridas que incluyen el planteamiento de problemas, solución de casos, solución de preguntas, entre otros.

En la presente investigación el término constructivista no será utilizado en la clasificación, debido a que los OVA por sí solos no pueden construirle el conocimiento al estudiante, pues este se construye en el interior de la psiquis a través de las experiencias y de la interacción social, capacidad que no tiene este tipo de recurso. Por tanto, se hablará de OVA integrales, los cuales pueden mediar didácticamente a través de actividades que favorecen la interiorización de los contenidos de Física Moderna y la aplicación de los mismos en la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica. Estas actividades suelen resolverse a través de la publicación de tareas donde la interactividad se desarrolla con agentes como un profesor en línea (tutoría) y un grupo de compañeros (colaboración). En este sentido Herrera y De la Uz (2010) reflejan cómo el estudiante, con la mediación de este tipo de recurso, se sitúa en la zona de desarrollo real (ZDR) y evoluciona hasta alcanzar la zona de desarrollo próximo o potencial (ZDP), que es inmediata a la anterior. Esta ZDP no puede ser alcanzada sino a través de una acción que el sujeto puede realizar solo, pero se le facilita y asegura si un adulto u otro individuo más desarrollado le presta su ZDR. Esto permitirá que el sujeto domine la ZDP y la transforme en una nueva ZDR (p. 5). Pero en esta mediación influyen las características tecnológicas de los OVA, por tanto, debe valorarse cómo cada una de ellas favorece el aprendizaje de la Física Moderna.

En el anexo 6 se refleja un estudio del estado del arte en investigaciones acerca de los OVA, donde Astudillo (2011) analiza las características que tienen en cuenta diferentes autores. Como se puede observar las características más abordadas por la comunidad internacional son accesibilidad, interoperabilidad, durabilidad, reutilización, independencia y granularidad. Estas se resumen según el autor en las ideas siguientes:

- La accesibilidad es la capacidad para que los estudiantes puedan interactuar rápidamente con el OVA y que lo localicen rápido en internet o intranet de la universidad.
- La interoperabilidad es la capacidad del OVA de funcionar en diferentes sistemas operativos (Windows, Linux, entre otros).
- La durabilidad plantea la necesidad de que el producto sea sostenible, para lo cual el diseñador debe analizar si la asignatura se mantendrá en los planes de estudio. En el caso de la Física Moderna ha adquirido más espacio en la Ingeniería Mecánica y la tendencia indica que se va mantener por los fuertes vínculos que tiene con las tecnologías y procesos de la carrera.
- La reutilización, entendida como la posibilidad de utilizar un mismo recurso en distintos contextos formativos, es la propiedad que, de acuerdo con Polsani (2003), le confiere verdadero valor a un objeto digital para ser considerado como OVA (p. 16). En el caso de la Física Moderna cuenta con muchas simulaciones de fenómenos alojadas en sitios nacionales e internacionales y con tendencia a ser reutilizables, pero la necesidad de interrelacionarla con la carrera implica ir más allá de lo que está hecho.
- La independencia también es la encargada de que, en ausencia del profesor, el estudiante sea capaz de interactuar con el OVA y lograr el objetivo previsto.
- La granularidad es la forma en que se estructura el OVA en función de la complejidad de los contenidos.

No obstante, estas características declaradas, es importante tener en cuenta que el OVA también tiene que ser secuenciable con otros objetos bajo un mismo contexto de enseñanza y, además, ser breve y sintetizado para alcanzar los objetivos propuestos mediante la utilización de los recursos.

Del mismo modo, los beneficios que se derivan de los objetos cuando se trata de promover y dinamizar los procesos de enseñanza-aprendizaje, no solo se articulan con las actividades académicas, sino también con los procesos de investigación, el direccionamiento estratégico que se le pueden atribuir para el desarrollo de competencias, el ser utilizados de forma individual y masiva al mismo tiempo, el ahorro de recursos tanto para docentes como estudiantes, o en otras ocasiones el satisfacer la concurrencia y demanda simultánea de consultas por objeto en un repositorio, o finalmente el de motivar y promover el trabajo colaborativo y la autonomía de formación en el individuo que, a juicio del investigador es lo más importante que se debe de lograr.

Los beneficios que proporciona la utilización de OVA integrales desde el punto de vista filosófico, pedagógico, psicológico, sociológico y didáctico, se valoran a continuación. En la realidad actual de la enseñanza de la Física Moderna se hace necesario utilizar nuevos medios que favorezcan la relación contenido-método-medios en busca de lograr un carácter profesionalizador desde esta ciencia.

Para ello los OVA brindan una posibilidad de actualización de los contenidos que no la tienen los libros de texto. De la misma forma estos recursos contribuyen desde otras aristas a la interiorización de contenidos, las cuales se valoran a continuación.

Desde el punto de vista filosófico, los OVA favorecen el tránsito “de la contemplación viva al pensamiento abstracto y de este a la práctica”, lo que permite que en la práctica docente se apliquen los aspectos gnoseológicos como base y criterio de la verdad. Ello se traduce en el papel de los niveles sensorial (sensaciones, percepciones, representaciones) y racional (el pensamiento en sus diversas formas, conceptos, juicios, deducciones).

De igual modo, con la utilización de estos recursos en la enseñanza de la Física Moderna se representan los fenómenos no visibles y sus contenidos teóricos. Se favorece el tránsito de la contemplación viva al pensamiento abstracto, lo que contribuye a la mediación entre el contenido y el estudiante, para lograr la interiorización que se propone en la manifestación interna de la contradicción. No obstante, tradicionalmente esta mediación ha sido realizada por el profesor, pero las condiciones tecnológicas actuales permiten cambiar los estilos de enseñanza y abrir paso al uso de un recurso más adecuado para el estudio individual y para el apoyo a las necesidades de formación profesional del estudiante. Por esta razón se considera que, desde el punto de vista pedagógico, el OVA permite favorecer la formación del estudiante desde la mediación entre el contenido y los métodos.

Lo anterior permite ser consecuente con las ideas de Díaz-Barriga (2013) cuando señala la necesidad de dar un enfoque más pedagógico en la utilización de las TIC para el aprendizaje. En el caso que se presenta en esta investigación, la formación que se quiere lograr está enfocada a la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica y al pensamiento ingenieril desde los contenidos de la Física Moderna.

Por tanto, el OVA se diseña para apoyar la utilización del método de proyecto desde las actividades que propone para generar las aplicaciones de la asignatura a problemáticas de la sociedad. De la misma forma también contribuye con imágenes y videos a reflejar los daños al medio ambiente creados por los avances de las tecnologías desarrolladas desde esta ciencia, lo que genera transformaciones en el pensamiento del estudiante a favor del cuidado del mundo en que vive. Visto así, la mediación en este caso es entre el contenido, el profesor y el estudiante, la cual no está concebida para este fin en los libros de texto actuales.

Desde el punto de vista psicológico, la utilización de OVA integrales favorece tres elementos fundamentales dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje: la comunicación, la sensopercepción y

la motivación. La comunicación trasciende del espacio del aula a otros espacios más interactivos como el ambiente virtual de enseñanza aprendizaje (AVEA). Además, en la creación de grupos de aplicación de la asignatura se favorece la comunicación entre estudiantes para el logro de un fin común, característica necesaria en el modo de actuación del ingeniero mecánico para triunfar en los proyectos a los que se enfrenta.

La sensorpercepción se favorece a través de imágenes, animaciones y sonidos para representar los fenómenos y sus aplicaciones dentro de la ingeniería, lo cual contribuye a mejorar la relación entre las preconcepciones de los estudiantes y la realidad que describe la ciencia. Dicho de otra forma, se media entre el contenido y el estudiante.

La motivación se favorece desde la representación de la importancia de la asignatura para la carrera de Ingeniería Mecánica a través de aplicaciones en tecnologías modernas sobre las cuales trabaja el ingeniero y de espacios que fomentan el pensamiento ingenieril. En este sentido la mediación se logra entre el contenido y el estudiante, y entre los grupos de estudiantes. Esta última visión corresponde más al modo de actuación del ingeniero basado en la creación de grupos multidisciplinarios para la solución de problemáticas comunes dentro de la profesión, por lo cual se considera también que se apoya a lo sociológico.

Por último, desde lo didáctico, los OVA apoyan la representación de los contenidos y superan a los libros de texto al favorecer el trabajo con objetivos formativos, la utilización de métodos más acordes con el profesional en formación, la ejecución de evaluaciones más profesionalizadoras y el apoyo a todas las formas de organización.

Estos fundamentos no se aprovechan adecuadamente en la enseñanza de la Física Moderna en Cuba, por ello se tuvo que valorar en la investigación cuáles son las situaciones actuales que frenan la

utilización de estos recursos. En el análisis de la bibliografía y en la constatación del investigador en diferentes eventos internacionales se pudieron revelar las situaciones siguientes:

- Adhesión a posturas objetivistas y/o integrales
- Diseño y utilización de objetos básicos no interactivos y analíticos objetivistas
- Virtualización de los laboratorios de Física con poco desarrollo de habilidades
- Insuficiente interrelación de la Física con la carrera de Ingeniería Mecánica
- Insuficiente utilización de los OVA dentro de los AVEA y Repositorio de Objetos de Aprendizaje (ROA).

Las posturas objetivistas del aprendizaje asumen que el conocimiento puede ser transmitido por los profesores o por las tecnologías y adquirido por los estudiantes. Este tipo de diseño incluye el análisis, la representación y la resecuenciación de contenido y tareas para hacerlas confiablemente transmisibles (Jonassen, 1999, p. 47).

Por esta razón surge la tendencia a desarrollar OVA básicos y/o analíticos objetivistas, pues los objetos integrales son difíciles de diseñar por requerir mayor planificación de los contenidos y actividades. Esta situación genera que se utilicen más los OVA que están dentro de estas dos clasificaciones, por ser más fáciles de aplicar y requerir menos tiempo para su diseño.

Por otra parte, las posiciones de objetos integrales asumen que el conocimiento es construido individualmente y socialmente por parte de los estudiantes, con base en sus interpretaciones de experiencias del mundo. Dado que el conocimiento no puede ser transferido, la instrucción desde este enfoque debe incluir experiencias que faciliten la construcción del conocimiento (Gros, 1997, p. 35).

En este sentido, la propuesta que se hace en esta investigación tiende a buscar un aprendizaje desarrollador, en el que el estudiante pueda explotar sus potencialidades para aplicar la Física Moderna en la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica de forma productiva.

Desde la posición de objetos integrales, este recurso de aprendizaje es más abierto, no lleva de la mano al estudiante a través de una serie de temas o actividades de aprendizaje, sino más bien plantea un problema general para resolver, ofrece recursos para revisar, puede apoyar en el proceso, y al final el estudiante construye, generalmente mediante una actividad compleja de aprendizaje, el conocimiento que se pretendía para una unidad o tema de aprendizaje.

Este es el tipo de concepción que se necesita en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna interrelacionado con la carrera de Ingeniería Mecánica, pues el profesional de esta rama se enfrenta frecuentemente a situaciones nuevas de solución de problemas de la profesión, para lo cual deberá estar acostumbrado a crear pasos lógicos que le permitan aprender en diferentes contextos.

Por otra parte, se han utilizado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna laboratorios virtuales diseñados en distintas universidades para contrarrestar el déficit de equipos de experimentación, los cuales se han limitado a la simulación de fenómenos y no logran el desarrollo de las habilidades requeridas en el plan de estudio vigente. Este tipo de recurso es más eficiente como complemento de los laboratorios reales.

En el caso de Cuba las universidades tienen la ventaja de contar con un plan de estudio único, por lo tanto, todo lo que se haga en función de la interrelación de la Física Moderna con la carrera de Ingeniería Mecánica será posible reutilizarlo. Pero la reutilización de estos recursos implica valorar diferentes estrategias dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que ha sido limitado por la insuficiente preparación y cultura de los profesores en la utilización de ambientes virtuales de aprendizaje (AVA) y de repositorios de objetos de aprendizaje (ROA).

Con respecto al término ambiente virtual de aprendizaje se asumen las definiciones de Barbosa (2006), cuando expresa que: "Ambiente de aprendizaje es el resultado de organizar, en el tiempo y en el espacio, elementos como el contenido, la interacción, la evaluación, el seguimiento y la orientación,

con el propósito de lograr el aprendizaje” (p. 3); y de López (2008) donde se declara que “un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) es el conjunto de entornos de interacción, sincrónica y asincrónica, donde, con base en un programa curricular, se lleva a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje a través de un sistema de administración de aprendizaje” (p. 8).

No obstante a lo declarado, existen posiciones de diferentes autores en el mundo acerca del término AVA. Son coincidentes las ideas de Hamada (2007), Almanzor (2007), Hernández y otros (2008), GEN (2008), Smaldino y otros (2008), Orellana (2009), Tung y otros (2009), Clark y otros (2009), Dick y otros (2009), Sendag y Odabasi (2009), Simonson y otros (2009), Sorensen y Baylen (2009), Romero y Muñoz (2010), Brouse y otros (2010), González y otros (2011) y Chávez y Romero (2012). Todos ellos declaran la necesidad e importancia de desarrollar los OVA.

Otros autores como Bautista y otros (2006), Mena (2006), Mestre y otros (2007), Silva y Gros (2007), Rincón (2008), Vásquez y otros (2009), Canay (2009), Fariás y Montoya (2010), Peña (2010), Campazzo y otros (2010), Gallego y Gutiérrez (2011) y Vargas (2011), consideran que se deben llamar entornos virtuales de aprendizaje (EVA).

Según Grijalbo (s/f), el término entorno se entiende como algo que rodea a las personas pero que no interactúa con ellas. En cambio el término ambiente significa espacio donde se establecen relaciones físicas, químicas, biológicas, culturales y sociales entre los componentes de un sistema. Este investigador considera que el término ambiente es más apropiado que el de entorno. Además, la visión de solo enmarcarlo en ambiente para el aprendizaje limita la posibilidad de la enseñanza, la cual se desarrolla de forma sincrónica o asincrónica por parte de profesores y estudiantes, por lo cual se asume en esta investigación el término ambiente virtual de enseñanza aprendizaje (AVEA) y se coincide con los investigadores referidos en que es el mejor espacio para establecer la interacción

profesor-estudiante, estudiante-estudiantes y estudiantes-comunidad debido a la capacidad de mediar entre el profesor, el contenido y los estudiantes.

El carácter de mediadores que se genera, tanto del AVEA como de los OVA, está apoyado desde la enfoque histórico cultural de Vigotsky, donde se prevén las relaciones dinámicas que movilizan la cognición, mediante el aprendizaje del conocimiento desde el contexto cultural y social del estudiante y a partir de la comunicación intersubjetiva (Valencia, 2013, p. 6).

Para lograr esta condición fue necesario valorar cuáles eran las situaciones que favorecían la utilización de este tipo de recursos, por lo que se diagnosticó el estado en el que se encontraba la mediación de los OVA en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica de las universidades de Cuba.

1.3. Diagnóstico de la situación actual de la utilización de los objetos virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica en Cuba

La utilización de objetos virtuales de aprendizaje de Física Moderna en Cuba ha evolucionado desde finales del siglo XX. Generalmente los profesores se han dedicado a diseñar algunos para cumplir con las necesidades y exigencias particulares de sus universidades. También, en algunos casos, se pone de manifiesto la reutilización de recursos como laboratorios virtuales y simulaciones para representar fenómenos. Este epígrafe realiza un estudio de las dificultades y causas que limitan la utilización de los OVA en la Universidad de Holguín y en otras del territorio cubano.

En las universidades de Cuba donde se realizó el diagnóstico se tuvo en cuenta los indicadores siguientes:

- Utilización de recursos basados en TIC en las universidades de Cuba
- Importancia que dan los profesores que imparten Física Moderna a la utilización de OVA
- Vínculo que logran los profesores entre la Física Moderna y los procesos de la Ingeniería Mecánica.

Si bien se puede decir que se ha cumplido la orientación del Ministerio de Educación Superior de implementar la plataforma interactiva Moodle como AVEA en las universidades de Cuba, también se puede decir que todas estas no han logrado organizar e implementar OVA con la calidad que se requiere, ni se ha logrado que la mayoría de los profesores entiendan las ventajas y la necesidad de utilizarlos en el desarrollo del plan D que reduce la cantidad de horas clases y aumenta los sistemas de conocimientos.

En muchas universidades donde se imparte la carrera de Ingeniería Mecánica se ha mantenido la idea de trabajar con los file transfer protocol (FTP) y no con la plataforma, evidenciándose desconocimiento acerca del tema. En la tabla 5 (anexo 4) se muestran las diferencias que existen entre las universidades, así como los recursos que utilizan para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica.

Como se puede observar, en las universidades existen potencialidades y recursos para enfrentar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna. Los más utilizados son las guías de estudio, las multimedias, los laboratorios virtuales y las páginas web. Sin embargo, se evidencia que carecen de uso de OVA integrales que permitan que el estudiante construya su conocimiento a través de la interacción con sus compañeros, con los profesores y con estos.

Los resultados mostrados en la tabla 5, anexo 4, se alcanzaron en el proyecto de investigación “Desarrollo y explotación de recursos virtuales de aprendizaje de la Universidad de Holguín” (Tamayo, 2012) iniciado en el año 2012 y con continuidad en el 2014, el cual se propuso entre sus líneas investigar el estado actual de la utilización de OVA de Física Moderna en Cuba.

Otro resultado de las entrevistas aplicadas a profesores que imparten la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica (anexo 4) es que el 89,3% de los profesores coincide en que es necesario favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta ciencia desde la utilización de OVA, pues las

condiciones económicas del país limitan el uso de equipos de experimentación y la impresión y distribución de libros de texto. A la vez, las redes de comunicaciones mejoran con el decursar del tiempo, lo que fortalece la cultura en la utilización de las TIC.

Finalmente, en la última pregunta analizada en la entrevista del anexo 4, se refleja que el 60,7% de los profesores no integran la asignatura de Física Moderna a la carrera en la que la imparten y declaran las causas siguientes:

- Insuficientes conocimientos acerca de los procesos de la Ingeniería Mecánica
- Insuficiente relación multidisciplinaria con las asignaturas de la carrera
- Insuficiente profesionalización por pocos años de trabajo en la educación superior
- Insuficiente tiempo para búsquedas de información acerca de aplicaciones en la ingeniería
- Exigencias del nivel productivo en la aplicación de las leyes y principios dentro de los problemas de la ciencia.

Estas causas reflejan que existe una tendencia en la práctica habitual de los profesores en Cuba a tratar los contenidos de la Física Moderna sin un enfoque profesionalizador. Los resultados encontrados conllevaron a valorar en qué estado se encuentra la utilización de OVA como mediadores en la enseñanza de esta ciencia en la Universidad de Holguín y se decidió hacer un diagnóstico a este proceso para identificar las causas tanto en los profesores como en los estudiantes.

En el diagnóstico se encuestaron todos los profesores del departamento de Física y los estudiantes que cursaban el segundo año de la carrera de Ingeniería Mecánica que recibían la asignatura Física Moderna durante el curso 2012-2013. Para ello se tuvieron en cuenta los indicadores siguientes:

- Disponibilidad y utilización de medios didácticos en formato digital
- Preparación de los profesores para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física

- Utilización de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física (profesores y estudiantes)
- Vinculación de la Física a la carrera de Ingeniería Mecánica
- Utilización de la plataforma Moodle por parte de los estudiantes.

En relación con la disponibilidad y utilización de medios didácticos se pudo constatar que el 83% de los profesores encuestados consideran que existen medios didácticos en formato digital pero no cubren las necesidades (anexo 7). Solo el 8% considera que los medios son suficientes y el 9% que existen abundantes medios. No obstante estas consideraciones, el 50% de los profesores utiliza casi siempre los medios informáticos. El 34% los utiliza a veces y el resto los utiliza poco o no los utiliza. Es importante resaltar que el 92% de los profesores considera que los medios que existen son eficientes sin llegar a valorar los indicadores propuestos por Toll y Ril (2013), asumidos en esta investigación, para evaluar la eficiencia de los mismos.

Respecto a la preparación de los profesores para enfrentar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física (anexo 8), se puede observar que constituye una fortaleza en el departamento que el 67% es graduado de Física y estudió en universidades pedagógicas. El 57% tiene más de 11 años de experiencia y solo el 17% no lleva 5 años trabajando en esta profesión. Además, el 50% de los profesores considera tener buena preparación, el 33% muy buena y el 17% excelente.

En el anexo 9 se puede observar que el 58% de los profesores utiliza poco los medios didácticos informáticos. Constituye otra fortaleza que el 67% ha diseñado algún tipo de medio y el 87% ha utilizado criterios teóricos para su diseño.

Sin embargo, es contradictorio que el 60% de los estudiantes (anexo 2) no utilizan la plataforma interactiva Moodle ni los objetos virtuales que se ponen a su disposición (Tamayo y Ferrat, 2013, p. 11), lo que muestra la falta de conocimiento de los mismos acerca de las potencialidades de estas

tecnologías y la falta de exigencia de los profesores en el trabajo con estos medios. Los estudiantes reflejan, entre otras, las causas siguientes:

- La bibliografía se encuentra en libros de texto y estudian por ellos
- Acceden poco al laboratorio de computación
- Consideran difícil el acceso a la plataforma Moodle y en ocasiones está limitado por no tener sus usuarios registrados
- Le atribuyen escasa funcionalidad a la plataforma y desconocen el trabajo con ella
- La consideran innecesaria.

Lo anterior evidencia la insuficiente preparación para trabajar con las TIC y la falta de exigencia de los profesores para el uso de estos recursos. Por tanto, para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna con la utilización de OVA, es necesario trabajar en el mismo en dos direcciones fundamentales:

- La preparación de los profesores para interrelacionar los contenidos de Física Moderna con los procesos de la Ingeniería Mecánica
- La formación de los estudiantes con la mediación de los OVA integrales.

Para lograr esta aspiración, se tienen que valorar tres variables generales: la interiorización de los contenidos de la Física Moderna, la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica a través de la Física Moderna y la comunicación que se puede lograr a través de los OVA integrales. Los indicadores para medir cada variable aparecen en el anexo 10.

Los resultados del diagnóstico realizado permiten afirmar que no existe una adecuada utilización de los OVA en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna, lo que avala la necesidad de perfeccionar desde el punto de vista teórico y práctico la concepción de este proceso.

Conclusiones del capítulo 1

1. El contenido del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna se reconoce como un tipo particular de saberes para ingenieros, con énfasis en el Ingeniero Mecánico, que denota rasgos específicos expresados en las funciones y roles que deben desplegar desde su egreso, materializado en la armonía de la contextualización y la profesionalización del futuro accionar de este.
2. La formación de los Ingenieros Mecánicos para el cumplimiento exitoso de su accionar profesional es, en la actualidad, insuficiente, lo que se manifiesta en la baja capacidad de aplicación de los contenidos de Física Moderna en la solución de problemas profesionales; así como en los limitados niveles de preparación y desempeño de los docentes para establecer la relación ciencia-profesión.
3. La permanencia de limitaciones en los estudiantes, orientadas a la interiorización de los contenidos y su aplicación creativa en nuevas situaciones de aprendizaje con enfoque profesionalizador, implican una insuficiente interrelación de la Física Moderna con los procesos de la Ingeniería Mecánica, constatada en la situación actual, su desarrollo y el análisis de la literatura especializada del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Educación Superior.
4. Se reconoce en la literatura especializada el empleo de objetos virtuales en formación teórica y práctica en Física Moderna para carreras de ingeniería, pero este proceso no está referido del todo de manera explícita. Las limitaciones detectadas en la teoría y en el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura justificó la necesidad de la utilización de estos mediadores didácticos para contribuir a atenuar las insuficiencias en la relación contenido-método-medios, manifestándose como recursos novedosos para el vínculo ciencia-profesión.

5. La sistematización epistemológica, histórica y praxiológica del objeto investigado permitió determinar la limitación fundamental relacionada con la falta de contextualización de los contenidos de la Física Moderna en la carrera Ingeniería Mecánica, y su apoyo al método de proyecto, lo que repercute negativamente sobre la calidad de este proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior y avala la necesidad de su perfeccionamiento con la utilización de los OVA como mediadores didácticos.

CAPÍTULO 2

**PERFECCIONAMIENTO DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DE LA FÍSICA MODERNA EN LA CARRERA DE
INGENIERÍA MECÁNICA MEDIADO POR OBJETOS VIRTUALES**

CAPÍTULO 2. PERFECCIONAMIENTO DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA FÍSICA MODERNA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA MEDIADO POR OBJETOS VIRTUALES

En el capítulo se fundamenta y se explica la concepción didáctica integradora que sustenta la estrategia didáctica propuesta. Se destacan las relaciones entre los subsistemas psicológico, didáctico e ingenieril que posibilitan la mediación de los objetos virtuales. Se explican las etapas y acciones de la estrategia didáctica para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica.

2.1. Fundamentos de la concepción didáctica integradora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica mediado por objetos virtuales

La sistematización realizada en capítulo I permitió obtener una visión integradora de los objetos virtuales de aprendizaje (OVA) de Física Moderna y la posibilidad de su utilización en el contexto de la carrera de Ingeniería Mecánica, lo que supera su utilización solamente como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje y en casos muy puntuales. Se requiere entonces de un constructo teórico que fundamente la mediación de los OVA en este proceso, por lo que en la investigación se propone la elaboración de una concepción didáctica integradora con estos fines.

Según el Diccionario de la Real Academia Española (DRAE, 2014) concepción significa “acción y efecto de concebir por medio de la inteligencia humana”. Desde este punto de vista todo el proceso

de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna necesita de una concepción, que muchas veces es inherente al pensamiento del profesor y transita por las fases de planificación, ejecución y evaluación. En el Diccionario Filosófico de Rosental y Ludin (1981) se hace referencia a la concepción del mundo como sistemas de ideas, conceptos y representaciones sobre el mundo circundante (p. 75). Esta definición le otorga un carácter más concreto al concepto, pues contiene nociones filosóficas, político-sociales, éticas, estéticas y científico-naturales.

Una visión que concuerda con la anterior la muestra Del Canto (2000) cuando expresa que es un “Sistema de ideas, conceptos y representaciones sobre un aspecto de la realidad o toda ella, abarcando desde las filosóficas generales hasta las científico naturales” (p. 172).

En un análisis más profundo Montoya (2005) refiere que una concepción teórica permite comprender y explicar el conjunto de los fenómenos, contribuye a conocer aristas reales de todo un sistema cognoscitivo y valorar los procesos históricamente determinados, además de ampliar y abundar en los conocimientos ya descubiertos y ofertar, a la vez, nuevos elementos de significatividad. Debe revelar, también las relaciones, nexos y funciones sujetas a leyes y poner de manifiesto sus efectos causales (p. 59).

Por otra parte, Silvestre (2001) sostiene que una concepción didáctica desarrolladora es concebir y dirigir un proceso de enseñanza-aprendizaje de forma que se logre la integralidad del proceso expresada en que instruya, desarrolle y eduque al estudiante (p. 53). Esta visión se acerca más a lo que se quiere en esta investigación, pues coincide con la intencionalidad de emplear OVA que interrelacionen la Física Moderna con la carrera de Ingeniería Mecánica de forma desarrolladora.

En un intento de agrupar ideas, los autores Valle (2010) y Capote (2012) han publicado libros y artículos acerca de los elementos que deben tener las concepciones para tenerse en cuenta como aportes teóricos y como resultados científicos.

En un análisis de las propuestas de varios autores, Valle (2010) define como concepción al conjunto de objetivos, conceptos esenciales o categorías de partida, principios que la sustentan, así como una caracterización del objeto de investigación, haciendo énfasis y explicitando aquellos aspectos trascendentes que sufren cambios, al asumir un punto de vista para analizar el objeto o fenómeno en estudio.

En correspondencia con estos elementos Capote (2012) llega a definir las características que se muestran a continuación:

- Es un sistema de ideas que se apoya o complementa en conceptos o juicios que tiene un individuo o un colectivo acerca de un determinado objeto. Tanto el sistema como su complemento deben reflejar las posiciones novedosas y creadoras con las que se pretende enriquecer la teoría que le sirve de premisa.
- Las ideas científicas son rectoras por su carácter de sistema, por poseer una estructura funcional y de interrelaciones entre ellas con un nivel jerárquico.
- Tiene el propósito de describir, explicar, interpretar y predecir, de manera que permita actuar creadoramente para la transformación del objeto.
- Debe tenerse en cuenta que no necesariamente todas las ideas científicas deben ser novedosas y creadoras, lo que debe serlo es el propio sistema donde estas se integran.

Además, en su propuesta de componentes a tener en cuenta en la concepción refiere los siguientes:

- I) Objetivo: Se indicará lo que se pretende alcanzar con su elaboración, o sea, cómo quedaría transformado el objeto después de su implementación.
- II) Fundamentación: Se incluirán los elementos esenciales de la teoría o teorías que sirven de base y fundamento y que se pretende enriquecer a partir de las limitaciones detectadas, tanto en el plano teórico como empírico.

III) Componentes estructurales de la concepción: Se plantearán el sistema de ideas científicas, así como los conceptos (definiciones, categorías), juicios (principios, leyes, exigencias, entre otras), y otros elementos que la conforman. Deben revelarse las interrelaciones, cualidades y nivel de jerarquía entre estos. Convendría justificar el carácter de sistema del conjunto de ideas científicas.

IV) Representación gráfica: Se ilustrarán mediante un gráfico o esquema las relaciones entre sus componentes de manera que justifique la existencia de un verdadero sistema de ideas.

V) Objetivación de la concepción: Se establecerán todas las consideraciones generales necesarias para que la concepción se pueda implementar en la práctica. Además, pudiera sugerirse alguna forma concreta de materialización como: una metodología, una estrategia, un sistema, entre otros.

Como se puede observar, las ideas de ambos autores coinciden en la mayoría de los aspectos a tener en cuenta para que la concepción constituya un aporte teórico y científico. No obstante, se asume en esta investigación la posición de Valle (2010) y, por tanto, se considera que es necesario que la nueva concepción contenga los elementos siguientes: punto de vista del autor acerca de los cambios que se deben realizar con respecto a las concepciones anteriores, objetivos, sistema de categorías, principios que las sustentan y caracterización del objeto en los aspectos que se cambian.

Para ser consecuente con lo expresado en la definición, será necesario expresar los elementos que el investigador considera se deben enriquecer respecto a las concepciones actuales del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica.

Actualmente existe una concepción limitada en cuanto a preparación de los profesores y cultura de los estudiantes en la utilización de los OVA para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en Cuba interrelacionado con la carrera de Ingeniería Mecánica. Esta situación está influida porque los profesores exigen que el ingeniero mecánico tenga el pensamiento de un licenciado en Física y no el de un solucionador de problemas basados en procesos: “mecánicos en la

producción industrial, en los servicios y en las máquinas automotrices, así como en el diseño y fabricación de piezas, partes y máquinas, de transformación y el uso de la energía” (MES, 2007, p. 3). Esto requiere del conocimiento de la estructura y organización de la propia ciencia y de la profesión donde será utilizada para lograr, de la fusión de ambas en los OVA, una estructura coherente que favorezca el aprendizaje del sistema de conocimientos de la Física Moderna interrelacionado con los procesos de la Ingeniería Mecánica. Por tanto, es necesario integrar en la utilización de estos recursos las capacidades que tendrán para:

- Desde lo psicológico: motivar al estudiante a que estudie, interiorice los contenidos de la Física Moderna y los aplique para comprender los procesos de la Ingeniería Mecánica.
- Desde lo didáctico: a través de una instrumentación adecuada de los componentes de la didáctica lograr la formación integral del futuro profesional.
- Desde lo ingenieril: relacionar las aplicaciones de la Física Moderna a la Ingeniería Mecánica y vincularla con la solución de problemas profesionales.

Visto de esta forma, la utilización de los OVA integrales debe apoyarse en el enfoque histórico cultural de Vigotsky, sobre todo considerar la zona de desarrollo próximo (ZDP) para buscar relaciones de interacción entre el estudiante, el OVA, el profesor y otros medios, con el objetivo de lograr una influencia social transformadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para Vigotsky (2000) el aprendizaje del estudiante es el resultado de un proceso histórico social. Por tanto, la utilización de los OVA debe favorecer la incidencia y exigencia social sobre el mismo, así como revertir la capacidad de realizar cambios sociales desde la profesión en que se desarrolle.

En este sentido la concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje debe estar encaminada a la utilización de secuencias didácticas que estimulen el trabajo con la ZDP, de forma tal que se generen en el estudiante estados de dominio real de los contenidos de la Física Moderna (interiorización) y se

realicen actividades de aplicación de estos contenidos para abrir los espacios potenciales de aprendizaje en función de comprender los procesos de la Ingeniería Mecánica.

La interiorización de los contenidos de Física Moderna y su aplicación para la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica constituyen dos resultados difíciles de lograr en la forma de pensar y actuar del estudiante. Ambos procesos resultan contradictorios, pues para interiorizar los contenidos de esta ciencia se comienza por tener un acercamiento a los fenómenos que la rigen, pero para lograrlo necesita aplicar las leyes y principios que los explican.

De la misma forma, a medida que el estudiante avanza en su aprendizaje se le hace necesario comprender los procesos de la Ingeniería Mecánica, para ello necesitará primero interiorizar los contenidos de la ciencia y a medida que los aplique, en la solución de problemas profesionales, le permitirá interiorizarlos mejor y comprender otros niveles con más profundidad. Quiere decir que a medida que el estudiante avance en los niveles de comprensión de los procesos de la ingeniería, se encontrará con procesos más complejos, lo cual necesitará de una mejor interiorización de los contenidos de la Física Moderna para poder explicarlos.

Si se analiza desde la realidad actual de esta investigación, los contenidos de las teorías de la Física Moderna necesitan ser llevados a la práctica con un enfoque desarrollador, vinculados a la ingeniería; pero, a la vez, la práctica de los procesos de la Ingeniería Mecánica requieren de una interiorización precedente, por lo que se crea una relación dialéctica entre los procesos de interiorización y los procesos de aplicación.

La comprensión de los procesos de la ingeniería constituye un nivel más elevado en el aprendizaje del estudiante. Esta requiere de la interiorización de las significaciones establecidas por la necesidad de interrelacionar los contenidos con la profesión que se estudia mediante un proceso en el cual se

pone en función un sistema de acciones y operaciones lógicas como: el análisis, la síntesis, la inducción, la generalización, la abstracción y la comparación, entre otras.

Pero, a la vez, en la necesidad de interiorizar los contenidos de la Física Moderna, la aplicación para la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica desempeña un papel fundamental, pues en la medida en que se comprendan mejor estos procesos el estudiante se sentirá más motivado a interiorizar los contenidos que necesita.

De las ideas antes expuestas se infiere que en la utilización de los OVA se debe tener en cuenta la posibilidad de favorecer estos procesos psicológicos; por tanto, será necesario enriquecerlos en las concepciones actuales.

Por otra parte, desde el punto vista de la didáctica, los OVA constituyen nuevas formas de mediar en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La tendencia ha sido utilizar la pizarra, los retroproyectores, las imágenes, las presentaciones digitales, las guías de estudios, entre otros.

Pero lo que se necesita es transitar hacia una concepción de utilización de OVA integrales que en ausencia del profesor y en atención al carácter abstracto de la ciencia, sean capaces de favorecer la interiorización de los contenidos al estudiante y generarle condiciones en las que tenga que aplicarlos para la comprensión de los procesos de su profesión, a través de la problematización y la contextualización.

Por último, desde la contextualización se pueden comprender los vínculos de la Física Moderna con la Ingeniería Mecánica como una vía inicial de aplicarlos en procesos de la profesión. Para ello, el OVA debe generar una interactividad eficiente en espacios virtuales, funcionando como mediador didáctico.

Estas ideas se tuvieron en cuenta en la elaboración de la concepción que se propone, pues los OVA integrales son elementos capaces de lograr una correcta interacción educativa a través de la

transmisión de información y la retroalimentación para lograr el desarrollo de habilidades, valores y actitudes en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica.

De esta forma se crean las condiciones para formular el **objetivo de la concepción** que radica en: establecer nuevas relaciones que permiten comprender el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna interrelacionado con la Ingeniería Mecánica en un contexto donde los objetos virtuales sean los mediadores didácticos fundamentales.

Para lograr este objetivo se hace necesario definir las categorías con las que tiene que ser consecuente la concepción didáctica integradora, sus relaciones y los principios que sustentarán el proceder metodológico en la implementación de estas ideas.

2.2. Concepción didáctica integradora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica mediado por objetos virtuales

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna comienza por motivar al estudiante para estudiar esta ciencia por las relaciones que tiene con su carrera. Por ello, la utilización del OVA integral tiene que partir de su capacidad de **comunicación**, lo cual garantiza que este se motive a interactuar con el objeto para lograr su aprendizaje.

La comunicación según Ortiz (2003) es un proceso de interacción entre personas para intercambiar ideas y afectos, la cual en sus funciones puede ser informativa, afectiva y reguladora (p. 25). En esta definición se refleja que solo existe comunicación si existe intercambio entre sujetos.

Sin embargo, Herrera (2010) plantea que existe comunicación si se logra transmisión de señales mediante un código común al emisor y al receptor (p. 4). En este sentido cuando el proceso de enseñanza-aprendizaje es mediado por los objetos virtuales, estos influyen de manera significativa en los procesos de comunicación y sobrepasan los niveles de objeto transmisor de información, pues en su contenido y en las actividades que permiten desarrollar hacen factible su utilización en ausencia

del profesor y lograr en el estudiante determinadas habilidades y valores a través de una secuencia didáctica.

Para que se logre esto es necesario que el objeto virtual integral cuente con una retroalimentación que favorezca las vías de comunicación, entonces se podrá hablar de comunicación sujeto - objeto virtual, lo cual coincide con el modelo de comunicación dinámica propuesto por De Fleur (1966).

Para apoyar esta idea, Hernández (2011) expresa que gracias a la internet la información ya no circula en un solo sentido, como ocurría anteriormente, sino que fluye en múltiples direcciones, al distribuir así el conocimiento y el poder de forma cada vez más horizontal (p. 7).

Por las razones expuestas en esta investigación se asume que dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por los OVA, existe un proceso de comunicación multidireccional entre el profesor, los estudiantes, los OVA y el ambiente virtual de enseñanza aprendizaje (AVEA), de forma tal que la información fluye por diferentes canales entre cada uno de los inmiscuidos en este proceso. Para ello es necesario que el OVA cumpla con los principios de la unidad de lo afectivo y lo cognitivo y de la actividad y la comunicación por ser pilares en la comunicación multidireccional.

El principio de la unidad de lo cognitivo y lo afectivo permite dilucidar el hecho de que la obtención simple del conocimiento no implica automáticamente su manifestación conductual, sino solo cuando resulta relevante para la personalidad en su reflejo afectivo-volitivo. Por eso las operaciones cognitivas en la universidad tienen que ser portadoras de un contenido emocional favorable para poder cumplir con los objetivos educativos (Ortiz, 2003, p. 40).

El principio de la actividad y la comunicación permite la realización de actividades conjuntas entre profesores y estudiantes a través del OVA y el AVEA, lo que condiciona obligatoriamente la necesidad de la comunicación en los espacios virtuales (correo, chats, foros y otros) y presenciales (talleres,

seminarios, consultas, clases prácticas y prácticas de laboratorios). En la medida en que sea mayor y más eficiente esa comunicación se podrán cumplir los objetivos de la actividad y motivar al estudiante para favorecer su aprendizaje.

La **motivación** es un estado de activación cognitiva y emocional que produce una decisión consciente de actuar y que da lugar a un esfuerzo sostenido, con el fin de lograr metas previamente establecidas (Psicomed, 2011, p. 3). En este sentido, la motivación impulsa la conducta humana en respuesta a una necesidad.

De la definición anterior se asume que para motivar al estudiante es necesario activarle la decisión consciente de actuar a través de la representación de las relaciones entre la Física Moderna y su profesión, para crearle la meta de ser un profesional consecuente con las exigencias sociales y con el medio ambiente. Para ello la utilización de los OVA integrales tiene que lograr que el estudiante perciba correctamente las intenciones de la asignatura, sus objetivos, los fenómenos de la ciencia que estudia y sus relaciones con los modos de actuación del profesional.

La percepción según Dicencac (2014) es la función psíquica que permite al organismo, a través de los sentidos, recibir, elaborar e interpretar la información proveniente de su entorno, para la mejoría del ser humano. Por su parte Marquez (2012) afirma que en el campo de la psicología la percepción se entiende como el proceso cognitivo de la conciencia que consiste en el reconocimiento, interpretación y significación para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social (p. 21).

De las definiciones anteriores se puede entender que la percepción es un proceso que se da en el interior del sujeto y que consiste en utilizar los sentidos para darle significado a la información que proviene del mundo exterior. Por esta razón, Hernández y Navarro (2009) consideran que esta

categoría tiene tres componentes: el sensorial (se percibe en los sentidos), el simbolizante (se asocia a una experiencia o concepto) y el emocional (proporciona placer, displacer o diferencia).

En la utilización de OVA estos componentes se pueden ver reflejados de las formas siguientes:

- Lo sensorial: puede influir en el estudiante desde la percepción de colores y sonidos para crear un clima favorable en la motivación y los estados de ánimo.
- Lo simbolizante: puede influir en las comparaciones que realiza el estudiante con las experiencias anteriores y con las preconcepciones que tiene acerca de los fenómenos de la Física y del macromundo.
- Lo emocional: puede influir en la motivación que se puede lograr desde los vínculos de la asignatura con los procesos de la Ingeniería Mecánica y el desempeño del futuro profesional.

De las ideas anteriores esta investigación toma como base la primera, por lo cual se entendió que la **percepción sensorial** es el punto de partida en el aprendizaje del estudiante y se desarrolla por diferentes canales. En el caso de los OVA, estos ofrecen información por las vías audiovisuales, de forma tal que se pueden aprovechar la combinación de colores, los gráficos, las animaciones y el sonido para crear un clima favorable.

La relación sistémica de las categorías comunicación multidireccional, motivación y sensopercepción favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje y puede lograr las transformaciones que se exigen desde el Plan de estudio D. Por tanto, la función del **subsistema psicológico** está dada en las posibilidades que tiene el OVA para activar los procesos psicológicos que potencian una actitud activa y consciente del aprendizaje.

Entre los elementos que se toman como indicadores de este subsistema para lograr esta función se encuentran los relacionados con:

- características psicológicas de los estudiantes

- atención a diferencias en el desarrollo cognitivo, afectivo y conductual
- estimulación de la reflexión y la motivación
- nivel de interacción que propicia
- estimulación a la interiorización de los contenidos de la Física Moderna
- vínculo ciencia-profesión.

Pero estos indicadores no pueden verse por separado de la capacidad de comunicación de la interfaz de los OVA, pues la primera impresión de un estudiante al utilizar este tipo de recurso puede generar el deseo de no utilizarlo más, por tanto es necesario tener en cuenta los indicadores siguientes:

- legibilidad de texto (fuente, tamaño, color y transición de textos)
- concordancia estética entre los textos y las imágenes
- contraste de colores (correspondencia con la temática, la formalidad del contenido y el destinatario de los OVA)
- diversidad en la representación del contenido mostrado (utilización de imágenes, gráficos, textos, audio, animaciones y otros de manera combinada)
- usabilidad (facilidad de navegación, interfaz predictiva para el usuario y calidad de los recursos)
- correspondencia entre los recursos audiovisuales y el contenido mostrado.

Estos indicadores y acciones conllevan a favorecer la utilización del OVA por el estudiante, de forma tal que contribuyen a desarrollar las relaciones entre los componentes del subsistema psicológico que se representan en la figura 2.1.

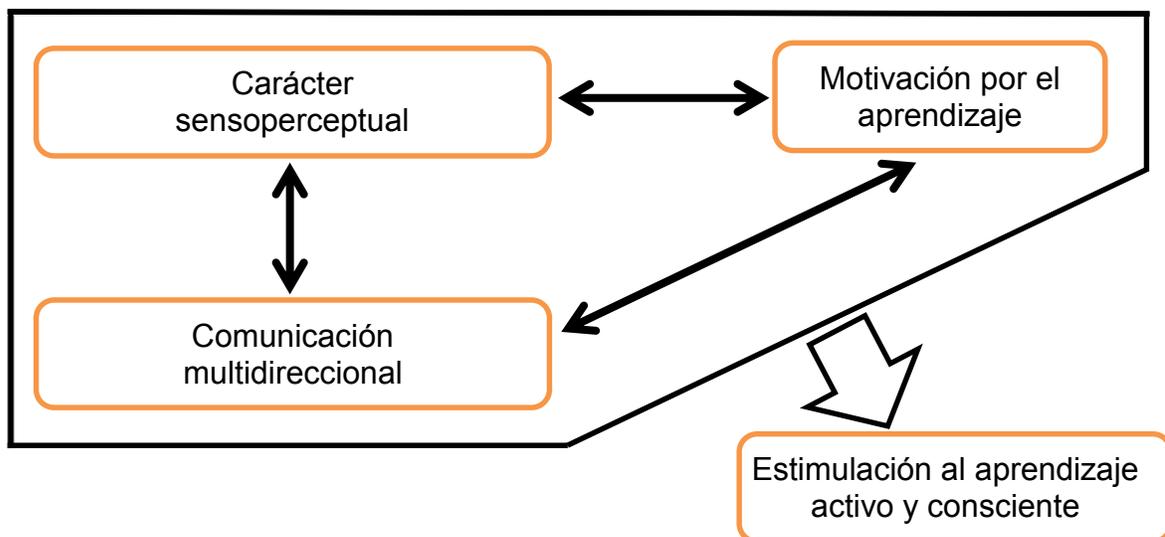


Figura 2.1. Relaciones entre los componentes del subsistema psicológico.

Según estas relaciones la comunicación multidireccional es categoría fundamental de este subsistema, puesto que constituye el punto de partida del recurso didáctico, el cual debe lograr motivar al estudiante para que utilice esta herramienta.

Como se puede observar, los componentes motivación y sensorcepción tienen niveles de subordinación con respecto a la comunicación, pues estos se dan de forma simultánea en el sujeto, mientras que la comunicación se da con otros sujetos y con el OVA.

De la idea anterior surge la primera relación de coordinación entre la sensorcepción y la motivación, pues el deseo de aprender comienza por la significación que se le da al proceso, la cual parte de la sensibilidad. No es lo mismo el estudiante que ve reflejado el fenómeno en una animación del OVA al que tiene que imaginarlo por la explicación y el diagrama que realiza el profesor en la pizarra. El comprender el fenómeno que se estudia favorece la interiorización del contenido; entonces la mediación del objeto contribuye a que el estudiante tenga otra percepción del proceso.

La segunda relación de coordinación se observa entre la sensorcepción y la comunicación multidireccional, pues el OVA como mediador tiene la tarea de transmitirle al estudiante a través de

los canales potenciales (combinación de colores, animaciones, sonidos y videos), la importancia de los contenidos para aprender y las posibles estrategias que se deben seguir para comunicarse con sus compañeros, con el profesor y con el mismo recurso.

En el caso del OVA integral tiene que estimular el trabajo con la ZDP a través de la representación de un problema general para resolver, los objetivos formativos que debe lograr y los métodos que debe utilizar para el logro de los mismos. De esta forma el estudiante puede percibir la intención que tiene el proceso formativo en él y participar activamente en los procesos de comunicación, los cuales tienen influencia también en la sensopercepción, pues a medida que se mejore la comunicación estudiante-profesor, se lograrán nuevas zonas de desarrollo real y se crearán nuevas zonas de desarrollo potencial.

Esta relación de coordinación está basada en el cumplimiento del principio de la actividad y la comunicación como relación dialéctica, de forma tal que tanto profesores como estudiantes realicen una interactividad favorable con los OVA y el AVEA para que fluya la comunicación multidireccional y logren la motivación requerida.

En este sentido, el trabajo con la ZDP favorece la motivación del estudiante, de ahí su relación de coordinación con la comunicación multidireccional, la cual permite que a medida que el estudiante aprenda nuevos contenidos encuentre otros motivos para seguir comunicándose. De la misma forma el OVA como mediador influye al llevar otros elementos motivadores, como son la representación de fenómenos, de procesos de la Ingeniería Mecánica y de métodos de comunicación diferentes a los del proceso tradicional.

Esta última relación de coordinación está basada en el cumplimiento del principio de la unidad dialéctica de lo afectivo y lo cognitivo dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Visto desde el enfoque histórico cultural este es el momento en que el OVA media en el aprendizaje del estudiante

para mostrar la necesidad de conocer los contenidos de la Física Moderna y sus vínculos con la Ingeniería Mecánica.

Por ejemplo, si se le presenta a un estudiante la necesidad de construir una fotocelda para el alumbrado diario de varios locales de la universidad, este tendrá primero que acudir a la teoría del efecto fotoeléctrico externo que se encuentra en el OVA, pero con esto no será suficiente, tendrá que intercambiar con su profesor y con sus compañeros para que le orienten desde el punto de vista del ingeniero qué elementos se deben tener en cuenta además de los cálculos teóricos. Este proceso favorece la comunicación en diferentes direcciones y a la vez genera la necesidad de investigar y la motivación de resolver un problema desde la profesión que estudia.

La relación sistémica de estos componentes declara que el subsistema psicológico sea punto de partida del proceso de enseñanza-aprendizaje mediado por los OVA, apoyado por el cumplimiento del principio didáctico del carácter activo y consciente del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La aplicación de este principio se concreta cuando los participantes toman conciencia del papel que cada uno desempeña en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna, donde el OVA como mediador le da argumentos y herramientas al estudiante para aprender el por qué es necesario el conocimiento de esta ciencia para la profesión, y el profesor aprovecha las potencialidades de los recursos virtuales para lograr una comunicación multidireccional activa y motivarlos por mejorar su futuro desempeño en función del bienestar social y del medio ambiente.

En el caso de no lograrse esta función en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el profesor debe crear nuevas estrategias para concretar las relaciones entre los componentes del subsistema y su funcionamiento activo en consecuencia con los niveles de subordinación.

Pero no se puede hablar de la utilización de los OVA en el proceso de enseñanza-aprendizaje si no se tiene en cuenta la relación entre las categorías de la didáctica y el objeto virtual; por tanto, se

concebe la **integración de los componentes didácticos**, que es entendida como la relación de los objetivos, contenidos, métodos, medios, evaluación y formas de organización para la enseñanza de la Física Moderna mediada por OVA. Además, es importante reflejar también cómo las **características tecnológicas** de estos recursos permiten esta integración y cómo su relación sistémica contribuye al **carácter desarrollador de la relación estudiante-OVA-profesor** dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se entiende por carácter desarrollador al desarrollo integral de la personalidad del estudiante a través de la influencia de la interacción sociocultural (Leontiev, 1975, p. 39). Por esta razón, cuando los OVA actúan como mediadores se genera un espacio de interacción entre ellos, los estudiantes y el profesor, lo cual se puede entender como la relación entre estos tres componentes de la didáctica. Entonces se puede decir que el carácter desarrollador de la relación estudiante-OVA-profesor está dado por:

- Procesos de comunicación y socialización que propicien la independencia cognoscitiva y la interiorización del contenido
- Procesos de mediación que estimulen la valoración de lo que se estudia para que adquiera significado en el estudiante
- Estrategias que permitan regular los modos de pensar y llevarlos a niveles productivos.

Pero para lograr este tipo de carácter desarrollador es necesario entender cómo integrar los componentes no personales del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en los OVA para que funcionen como mediadores didácticos.

Respecto a los objetivos se declaró en el capítulo 1 la necesidad de trabajar sobre el carácter formativo de los mismos, por esta razón se refleja en el anexo 11 la visión de este investigador de su estructura para ser consecuente con la necesidad de contribuir desde la ciencia a la formación del pensamiento ingenieril del futuro profesional.

La intención de utilizar este tipo de objetivos responde a las características actuales de la enseñanza de la Física Moderna donde se utilizan los instructivos y los educativos con limitada experiencia social de la carrera de Ingeniería Mecánica y con énfasis en la comprensión de las leyes y fenómenos. Por tanto, ver este proceso desde el inicio con un interés formativo mejora las posibilidades de lograr un carácter desarrollador.

En el caso de los OVA como mediadores, fortalecen el papel de la relación estudiante-profesor a través del contenido, pues lo que varios profesores pueden enfocarlo de forma diferente, este recurso puede darle una visión más uniforme para todos los estudiantes gracias a su autonomía después de ser diseñado.

En relación con los contenidos se ha evidenciado que la tendencia ha sido a trabajar sobre la instrucción y el desarrollo de habilidades con base en la aplicación de las leyes y principios de la Física Moderna, sin embargo, los OVA integrales tienen la posibilidad de agrupar aplicaciones y tecnologías junto con los contenidos clásicos que aparecen en los libros de texto, lo cual ha sido una limitación durante muchos años en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta cualidad, entendida como contextualización, le permite al objeto mostrar mejor la interrelación de los contenidos con la carrera y favorece la motivación en cuanto al problema principal del Plan de estudio: la relación ciencia-profesión.

De esta forma se fortalece el carácter desarrollador de la relación estudiante-OVA-profesor desde el tratamiento de la cultura y los modos de actuación del ingeniero. Para ello el principio fundamental que se aplica es el de la unidad de lo instructivo, lo educativo y lo desarrollador, el cual favorece la formación en el estudiante de una personalidad integral.

En relación con los métodos, la tendencia actual es a solucionar problemas tipo de la ciencia y no trasciende al enfoque profesionalizador. Por esta razón en esta investigación se propone utilizar el método de proyecto concebido en el orden siguiente:

- Trabajo para la interiorización de los contenidos de Física Moderna
- Organización de los equipos de estudiantes para la aplicación del método
- Selección de los temas de Física Moderna a aplicar en la sociedad
- Presentación de la propuesta de aplicación
- Análisis de factibilidad de la propuesta desde el punto de vista económico, social y medioambiental.

Según este orden, el método de proyecto aporta a la interiorización de contenidos a través de: trabajo con libros de texto y OVA, descripción de hechos y fenómenos, intercambios de preguntas y explicación de soluciones de problemas propios de la ciencia. En este sentido el profesor juega un papel fundamental en la dirección del proceso cuando aplica métodos explicativos-ilustrativos con énfasis en la inducción-deducción.

Pero para lograr los otros aspectos y el carácter desarrollador del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna interrelacionada con la Ingeniería Mecánica se necesita una mejor articulación de otros métodos con el de proyecto, la cual se entiende como la convergencia en el mismo de lo explicativo-ilustrativo, la exposición problemática y la investigación como complemento para las propuestas que se realizan.

En este sentido los OVA como mediadores apoyan la relación de estos métodos, pues permiten la inclusión de espacios de explicación-ilustración, de actividades con presentación de problemas típicos de la Ingeniería Mecánica y tareas de investigación que contribuyan a la propuesta de aplicación que se realiza.

No obstante, la interrelación del OVA con el AVEA tiene que establecer tareas obligatorias donde se favorezca el intercambio en las diferentes formas de organización para minimizar las posibles dudas que queden, especialmente en talleres de lluvia de ideas, lo cual fortalece la función de mediador de este tipo de recurso utilizando como centro el autoaprendizaje.

En relación con los medios la tendencia actual es a minimizar la cantidad de libros de texto de ciencias básicas y a utilizar otros más avanzados en la relación ciencia-profesión y en la representación de fenómenos. En este sentido el OVA ofrece desde la reutilización la potencialidad de aprovechar otros recursos ya diseñados para perfeccionar la información que se quiere comunicar al estudiante y los mecanismos para reflejar los fenómenos de la Física Moderna desde la animación y el sonido.

La tendencia clásica es a enseñar los fenómenos desde los gráficos e imágenes que aparecen en los libros, lo cual es superado por los OVA integrales al dar una representación gráfica animada en la cual se reflejan otros fenómenos y magnitudes que contribuyen a una mejor comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica cuando son representadas sus interrelaciones.

En este sentido el OVA tiene la capacidad de reflejar el micromundo, lo que se relaciona con la aplicación del principio relativo al carácter audiovisual de la enseñanza y la unidad de lo concreto y lo abstracto, lo que permite visualizar en el OVA el contenido que se enseña y señalar acciones específicas que son necesarias para revelar el concepto que debe aprenderse y representarlo en forma de modelos conocidos de tipo material, gráfico o verbal.

En este caso se observa cómo el OVA no solo media entre el profesor y el estudiante, también lo hace entre el objetivo, el contenido y el estudiante cuando ofrece otros recursos para una mejor comprensión de los fenómenos y representa su relación con los procesos de la Ingeniería Mecánica.

Las ideas anteriormente expresadas permiten resumir que en la relación contenido-método-medios el OVA supera a los libros de texto actuales para llevar la Física Moderna con un enfoque

profesionalizador a la carrera de Ingeniería Mecánica desde la representación de contenidos y el apoyo al método de proyecto y su integración con otros métodos.

En relación con la evaluación, la tendencia actual es a aplicar evaluaciones orales y escritas de forma presencial. En el caso de los OVA permiten apoyar este tipo de evaluaciones y proponer otras enfocadas en el autoaprendizaje que favorecen la flexibilidad espacio tiempo. Entre ellas se pueden revelar las evaluaciones propias del recurso, las tareas de contribución a las formas de organización y las evaluaciones automatizadas para exámenes parciales.

En este caso la mediación se logra en ausencia del profesor cuando el estudiante las resuelve e interactúa con el AVEA para obtener la calificación y la retroalimentación planificada en función de regular el proceso de aprendizaje. De la misma forma, las tareas de contribución a las formas de organización permiten que el estudiante las resuelva en el momento en que lo considere oportuno según su planificación de estudio. Por esta razón estas actividades son muy solicitadas por constituir medios de entrenamiento para evaluaciones con mayor grado de complejidad.

En relación con el apoyo a las formas de organización, los OVA constituyen una fortaleza por la capacidad que tienen de representar el contenido en ausencia del profesor y contribuyen en lo siguiente:

- Conferencia: se utilizan principalmente para representar fenómenos y tecnologías
- Clases prácticas: se utilizan para entrenar al estudiante en la solución de problemas de la ciencia
- Seminarios: se utilizan en la orientación y presentación de contenido
- Prácticas de laboratorios: se utilizan como complemento para la orientación de procedimientos y para la representación de simulaciones de fenómenos

- Talleres: se utilizan para la representación de tecnologías y modos de actuación del ingeniero mecánico
- Clase consulta: se utilizan para definir las necesidades de contenidos a tratar desde los foros en el AVEA.

La organización sistémica de los componentes de la didáctica en los OVA, el aprovechamiento de sus características tecnológicas para lograr el carácter desarrollador del proceso de enseñanza-aprendizaje, permite que se cumpla la función del **subsistema didáctico** que consiste en la utilización didáctica de los OVA en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna. En la figura siguiente se reflejan sus componentes y relaciones:

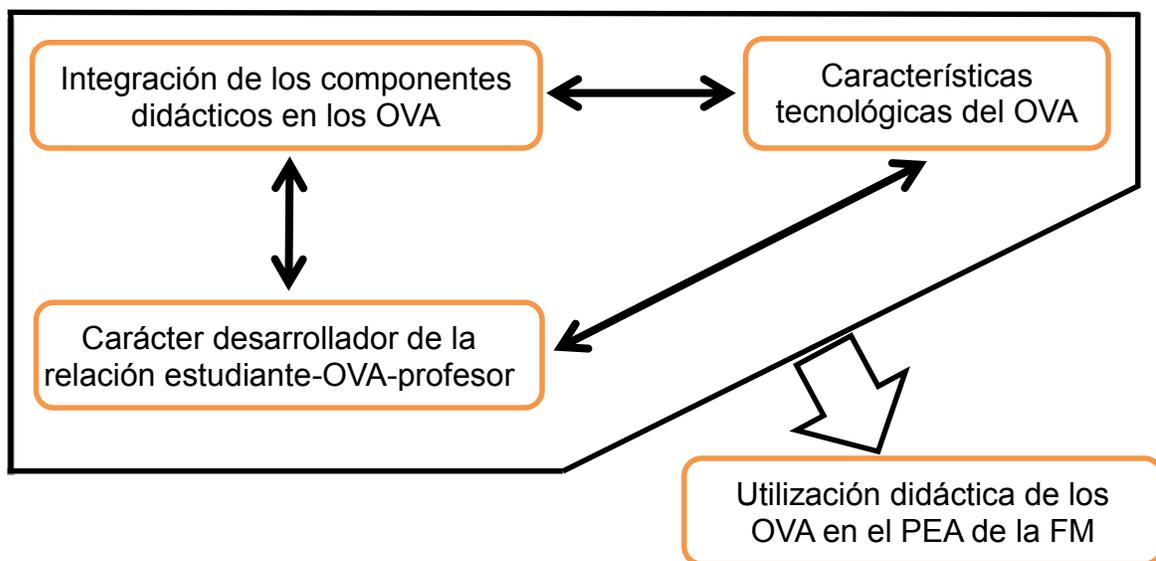


Figura 2.2. Relaciones entre los componentes del subsistema didáctico.

Se puede observar en esta figura que existe una relación de subordinación de la integración de los componentes didácticos y las características tecnológicas con respecto al carácter desarrollador de la relación estudiante-OVA-profesor, pues este último constituye el fin para que la asignatura contribuya a la formación del estudiante.

La integración de los componentes de la didáctica en los OVA es la encargada de potenciar en el estudiante la ZDP, de forma tal que realice varias actividades en las cuales necesite de este recurso y de los espacios de consultas presenciales y/o virtuales con el profesor. El desarrollo de la ZDP permite pasar de la interiorización de los contenidos a su aplicación para la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica. Por tanto, el OVA tiene que transitar desde ejercicios resueltos, propios de la ciencia, hasta ejercicios resueltos y propuestos en función de los problemas profesionales.

Para ello el OVA como mediador tiene que cumplir el principio del vínculo de la teoría con la práctica cuando propone ejercicios vinculados con la profesión que aumentan los niveles de dificultad, de forma tal que transite de un nivel reproductivo a un nivel productivo y, además, se creen espacios para potenciar el nivel creativo a través de seminarios y talleres.

La primera relación de coordinación bidireccional existe entre la integración de los componentes didácticos y las características tecnológicas de los OVA, pues las últimas son las que permiten la organización de los componentes y la implementación de estos recursos como mediadores, y a medida que el profesor y los diseñadores comienzan a explotar e interrelacionar otras características, estos contribuyen mejor a la integración de los componentes de la didáctica en estos medios.

En este sentido la mediación puede establecerse por etapas y por características, de forma tal que se aproveche cada una en función de lograr un objetivo específico o de trabajar con un método específico. Por ejemplo, si un profesor quiere aprovechar la característica de reutilización puede incorporar dentro del OVA integral otro que refleje la simulación de un fenómeno para lograr el objetivo instructivo de caracterizar el efecto fotoeléctrico a través del método inductivo deductivo.

Sin embargo, si en el mismo caso se quiere aprovechar la de contextualización, ya se trasciende a un objetivo educativo a través de la representación de una tecnología o de un proceso mediante un video,

de forma tal que se refleja el vínculo ciencia-profesión. Este último caso también se puede lograr con la incorporación de algún documento descriptivo en el cual se aplique el método de análisis y síntesis. La situación anterior refleja cómo se pueden interrelacionar características para transitar la ZDP a una posición superior en la cual, en un primer momento, se logra la interiorización del contenido y en varios momentos posteriores se puede lograr la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica a través de varias actividades que favorezcan la utilización de diferentes métodos. Así, la mediación será entre el estudiante, los objetivos y los métodos, pero se puede lograr con los demás componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna para lograr el carácter desarrollador.

Por tanto, es necesario vincular los objetivos, contenidos, métodos, medios y la evaluación, apoyados por las características tecnológicas de los OVA, para lograr el carácter desarrollador del proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta condición implica la segunda relación de coordinación bidireccional entre la integración de los componentes didácticos y el carácter desarrollador, pues la implementación coherente de los componentes didácticos contribuye al desarrollo integral de la personalidad cuando proponen en los OVA actividades de análisis de la teoría y de aplicación de los contenidos de la Física Moderna para la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica. De la misma forma, a medida que se desarrolla integralmente la personalidad, el estudiante cambia su visión del proceso de enseñanza-aprendizaje y necesita la mejora de dichos componentes.

La última relación de coordinación bidireccional se da debido a que de la misma forma en que las características tecnológicas contribuyen a la integración de los componentes, también contribuyen al carácter desarrollador, sobre todo por la asequibilidad que los OVA pueden tener. Esta característica le permite poder adaptarse a las exigencias del desarrollo de la personalidad en función de los objetivos que se quieren lograr, lo que implica que será necesario fortalecer el uso de otras cualidades que mejoren la contribución hacia el carácter desarrollador.

Pero no se puede hablar de carácter desarrollador del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna si no se tiene en cuenta el componente de formación ingenieril que se requiere en el futuro profesional. Por tanto, se plantean en esta concepción tres componentes que contribuyen al desarrollo integral del estudiante: **la sistematización de los procesos de la Ingeniería Mecánica, la contribución de la Física Moderna a la formación del pensamiento ingenieril y el carácter transversal de la visión ciencia, tecnología, economía, sociedad y medio ambiente (CTESMA).**

Respecto a la sistematización de los procesos de la Ingeniería Mecánica se entiende como el proceso metodológico de construcción del conocimiento existente acerca de los mismos, durante las diferentes formas de la enseñanza, para favorecer los modos de actuación del futuro profesional. Además se puede decir que este proceso ejerce gran influencia en el aprendizaje de la Física Moderna en esta carrera por las relaciones ciencia-profesión que describe; por tanto, es necesario tener en cuenta en la utilización de los OVA los aspectos siguientes:

- Revelar los procesos de la Ingeniería a los que contribuye cada tema de Física Moderna que aborde el OVA (anexo 12)
- Enfatizar en los posibles modos de actuación del futuro profesional según los procesos que se revelen
- Promover el pensamiento crítico del estudiante hacia propuestas pertinentes de aplicación de la asignatura según necesidades de la sociedad.

Estos aspectos permiten reflejar al estudiante la relación Física Moderna-Ingeniería Mecánica y se enfocan en la formación a partir del modo de actuación del profesional y del pensamiento ingenieril. Por esta razón el segundo componente que se trabaja en este subsistema es la contribución de la Física Moderna a la formación del pensamiento ingenieril, la cual se entiende como la capacidad que tiene la ciencia de dotar al estudiante de: procedimientos, métodos de experimentación, análisis de

fenómenos, aplicación de leyes y principios, análisis de gráficos para toma de decisiones y optimización de procesos.

En este sentido la Física Moderna tradicionalmente se ha enseñado como parte de la cultura del ingeniero, y no como herramienta para los procesos de toma de decisiones del ingeniero. Por ello en esta concepción se propone que el estudiante llegue a planificar estrategias de solución de problemas profesionales y valore su pertinencia desde las herramientas que tiene hasta el curso que está recibiendo.

Para lograr estas ideas es necesario transmitir al estudiante el método científico que le permite desarrollar habilidades de: delimitación de incógnitas, formulación de hipótesis para la solución, diseño de experimentos, acumulación de información para su análisis y elaboración de conclusiones con corroboración de la hipótesis.

Esta situación requiere del cumplimiento del principio del carácter científico de la enseñanza, el cual implica que la información que se discute en el aula tiene que ser actualizada y promover el pensamiento reflexivo y la investigación que requiere el ingeniero. Visto desde las ideas de Vigotsky, lleva al estudiante a partir de su conocimiento de los contenidos de la Física Moderna como zona de desarrollo real a tratar de resolver un problema profesional vinculado con una tecnología de la ingeniería basada en esta ciencia, lo cual se convierte en una zona de desarrollo potencial.

Entonces, el OVA como mediador le ofrece herramientas para el análisis del contenido que se va a aplicar, la investigación de la tecnología y su relación con el problema profesional que se quiere resolver. Además, en su relación con las formas de organización le permite establecer espacios de debate y consultas para que el profesor le ayude en el tránsito de la zona de desarrollo potencial a la nueva zona de desarrollo real.

Esta forma de enseñar tiene influencia en el carácter desarrollador de la personalidad del estudiante, sobre todo en la formación de valores y actitudes. Por esta razón se propone en este subsistema el tercer componente dado por el carácter transversal de la visión ciencia, tecnología, economía, sociedad y medio ambiente, la cual se encarga de interrelacionar la contribución de la Física Moderna a la formación del pensamiento ingenieril con los procesos de la Ingeniería Mecánica para dar el carácter sociotransformador que requiere el futuro profesional según las exigencias actuales.

El carácter transversal está dado por la capacidad que tiene esta visión de ser desarrollada desde los diferentes temas de la Física Moderna. De la misma forma se busca en esta concepción cumplir con las estrategias curriculares de fortalecer en el estudiante el trabajo con la computación y el pensamiento económico y medioambiental.

Para ello la enseñanza de esta ciencia tiene que transitar por el conocimiento de los fenómenos que describe y sus teorías (visión de ciencia), las tecnologías de la Ingeniería Mecánica (visión tecnológica), los costos de inversiones y soluciones de estas tecnologías (visión económica), y las posibles afectaciones o mejoras a la sociedad (visión social) y el medio ambiente (visión medioambiental).

En este caso los OVA integrales, como mediadores, pueden dar cada una de estas visiones como ejemplos y proponer actividades que desarrollen este tipo de pensamiento con diferentes niveles de dificultad, de forma tal que se contribuya a lograr la función del subsistema ingenieril que se declara en la figura 2.3: la formación sociotransformadora del ingeniero mecánico.

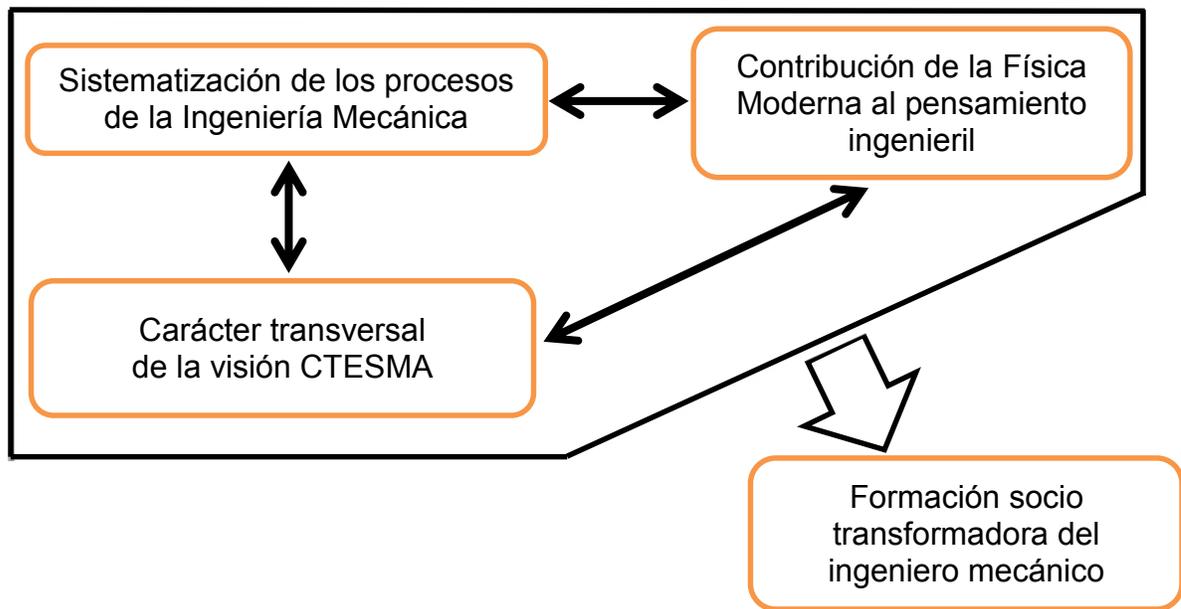


Figura 2.3. Relaciones entre los componente del subsistema ingenieril.

Como se puede observar en esta figura, los componentes sistematización de los procesos de la Ingeniería Mecánica y contribución de la Física Moderna al pensamiento ingenieril, muestran una relación de subordinación hacia el carácter transversal de la visión CTESMA, pues este último se considera el nivel más alto de conocimiento y desempeño que debe tener el futuro ingeniero mecánico.

Por esta razón la primera relación de coordinación se da entre la sistematización de los procesos de la Ingeniería Mecánica y la contribución de la Física Moderna a la formación del pensamiento ingenieril, pues los primeros son los que marcan qué tipo de contenidos de la ciencia son necesarios conocer en la carrera según las tecnologías modernas de la ingeniería. De la misma forma, a medida que aparecen nuevos fenómenos de la ciencia, se mejoran las tecnologías; por tanto, el contenido de la ciencia contribuye a mejorar la visión de los procesos de la Ingeniería Mecánica.

En este sentido los OVA como mediadores tienen la capacidad de adaptabilidad, de forma tal que el contenido de nuevas tecnologías se puede insertar desde internet y no tener que esperar a la edición de un nuevo libro de texto que puede tardar más de 5 años.

La segunda relación de coordinación también es bidireccional, pues según los ingenieros se desenvuelven en los procesos de esta profesión, se hace necesaria una visión CTESMA para que contribuyan sus resultados al desarrollo de la humanidad, y de la misma forma esta visión lograda contribuye a mejorar su desempeño en los procesos de la Ingeniería Mecánica.

La última relación es bidireccional, pues la contribución de la Física Moderna a la formación del pensamiento ingenieril exige una visión CTESMA y es lo que le ha permitido a los ingenieros desarrollar sus aplicaciones y elevar el grado de satisfacción de la sociedad, pero a la vez esta visión le permite al estudiante adquirir y desarrollar una concepción basada en la solución de problemas profesionales desde la aplicación de la ciencia.

La relación sistémica de estos componentes tiene que contribuir a la formación del pensamiento ingenieril con carácter sociotransformador, para ello en la utilización de OVA como mediadores es necesario cumplir con el principio de la unidad dialéctica de lo psicológico, lo pedagógico y lo tecnológico.

Como antecedentes de la necesidad de este principio se sabe que a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en Cuba ha predominado la enseñanza de esta ciencia como si los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica fueran a ser licenciados en Física, lo cual ha limitado en muchas ocasiones el pensamiento y la motivación de los mismos hacia la profesión y sus modos de actuación.

Esta situación se ha visto influida porque la mayoría de los profesores que imparten esta asignatura son graduados de licenciatura y carecen de profesionalización con respecto a las relaciones de esta ciencia y esa profesión, y es ella la base de muchos de los procesos de la Ingeniería Mecánica.

De la aplicación de este principio en la utilización de los OVA se contribuye a una mejor formación del estudiante si se parte de la motivación por la solución de problemas profesionales, la interrelación de

la ciencia con la profesión y la estimulación al carácter sociotransformador. Por tanto, para lograr lo antes propuesto es necesario ver cómo funcionan los subsistemas dentro de la concepción didáctica integradora.

La relación funcional de estos subsistemas permite en esta concepción perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna interrelacionado con la carrera de Ingeniería Mecánica. De esta forma se pretende transformar la enseñanza de la Física Moderna en función de la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica a través de la mediación de los OVA integrales.

La idea anterior no se debe confundir con la sustitución del profesor, sino entenderla como una opción fortalecida para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje con la creación de un espacio virtual que supla las necesidades de horas semipresenciales que plantea el Plan de estudio D.

En la figura 2.4 se muestra el cuadro resumen de las relaciones entre los subsistemas de la concepción. En este se evidencia que el subsistema de mayor jerarquía es el ingenieril por ser el resultado más importante en la formación del profesional de la carrera de Ingeniería Mecánica desde una ciencia básica.

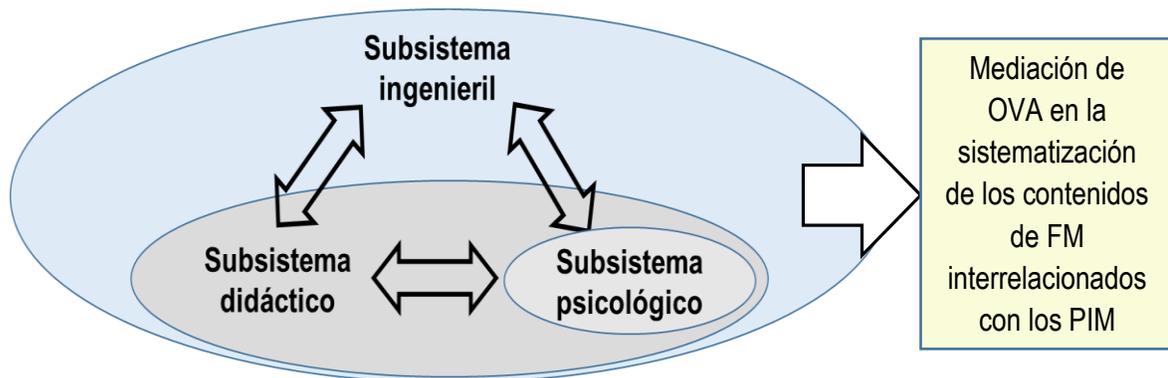


Figura 2.4. Relaciones entre los subsistemas de la concepción didáctica integradora.

Se entiende en esta figura que el subsistema psicológico es el punto de partida dentro del sistema de la concepción por incluir los elementos necesarios para motivar al estudiante. Este subsistema posee una relación bidireccional con el subsistema didáctico, pues las exigencias psicológicas en la utilización de los OVA condicionan la integración de los componentes didácticos de la asignatura que se incluyen en ellos y, a la vez, si se integran de forma desarrolladora permiten favorecer los procesos psicológicos del aprendizaje mediado por estos recursos. Por tanto, el subsistema psicológico se integra al subsistema didáctico para cumplir con una tendencia actual hacia el enfoque psicodidáctico dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje universitario.

De la misma forma el subsistema didáctico se integra al ingenieril por organizar todos los componentes para lograr la formación del estudiante desde la solución de la contradicción entre la interiorización de los contenidos de Física Moderna y su aplicación para la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica. Pero la comprensión de estos procesos conlleva a crear nuevas actividades didácticas para integrarlas al proceso de enseñanza-aprendizaje de esta ciencia, por esto se genera entre los dos subsistemas su relación bidireccional.

Por último, la relación entre el subsistema psicológico y el ingenieril es bidireccional por constituir una necesidad psicológica la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica y viceversa, la consolidación de los conocimientos acerca de los procesos de la ingeniería influye en nuevas necesidades de aprendizaje.

De esta forma, la relaciones que se crean entre los subsistemas se encaminan a desarrollar la función de orden superior del sistema dada por la mediación de OVA en la sistematización de los contenidos de Física Moderna interrelacionados con los procesos de la Ingeniería Mecánica.

De las relaciones anteriores se pudieron identificar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna interrelacionado con la Ingeniería Mecánica y mediado por los OVA las regularidades siguientes:

1. El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por los OVA tiene que transitar desde la interiorización de los contenidos hasta su aplicación para la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica.
2. Desde el punto de vista psicológico la mediación de los OVA se dirige hacia la relación sistémica entre la comunicación multidireccional, la motivación y la sensopercepción para lograr la estimulación al aprendizaje activo y consciente del estudiante.
3. Desde el punto de vista didáctico la integración de los componentes didácticos en los OVA, apoyada por sus características tecnológicas, se dirige hacia el carácter desarrollador de la enseñanza para lograr la utilización didáctica de los OVA dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna.
4. Desde el punto de vista ingenieril se crea una relación sistémica entre la sistematización de los procesos de la Ingeniería Mecánica, la contribución de la Física Moderna a la formación del pensamiento ingenieril y el carácter transversal de la visión ciencia, tecnología, economía, sociedad y medio ambiente (CTESMA) para formar el carácter sociotransformador del ingeniero mecánico.
5. De la integración estructural funcional entre los subsistemas psicológico, didáctico e ingenieril emerge la mediación de OVA en la sistematización de los contenidos de la Física Moderna interrelacionados con los procesos de la Ingeniería Mecánica como función de orden superior.

La esencia del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica radica en la sistematización de dichas regularidades, a través de **la utilización de OVA**

integrales que potencien en los estudiantes el surgimiento, desarrollo y superación de la contradicción fundamental que se revela en la presente investigación, dada entre la **interiorización** de los contenidos de la Física Moderna y su **aplicación** para la **comprensión** de los procesos de la Ingeniería Mecánica, así como el análisis y resolución de problemas profesionales que emergen de ellos.

Para ello se hace necesario en la utilización de OVA integrales utilizar estrategias correctas para que profesores y estudiantes los conozcan y exploten eficientemente, por tanto en esta investigación se propone una estrategia didáctica para ayudar en el proceder de los participantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por este tipo de recursos.

2.3. Estrategia didáctica para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales

Se entiende la estrategia como “un sistema dinámico y flexible de actividades que se ejecuta de manera gradual y escalonada, permitiendo una evolución sistemática en la que intervienen de forma activa todos los participantes haciendo énfasis, no solo en los resultados sino también, en el desarrollo procesal” (Márquez, 1999, p. 23, citado por Sánchez, 2004). La misma está integrada por un conjunto de elementos entre los que aparecen: objetivo, análisis estratégico, misión, visión, grupos implicados, escenarios y direcciones estratégicas.

Más acorde con esta investigación Rodríguez y Rodríguez (2011) definen una estrategia didáctica como la proyección de un sistema de acciones a corto, mediano y largo plazo que permite la transformación del proceso de enseñanza-aprendizaje en una asignatura, nivel o institución tomando como base los componentes del mismo y que permite el logro de los objetivos propuestos en un tiempo concreto (p. 17).

Para Gil (2010) una estrategia para la gestión de recursos educativos abiertos en forma de objetos de aprendizaje se conforma por un conjunto de acciones secuenciadas y organizadas en etapas y fases, donde se integren actores y recursos, en función de alcanzar los objetivos previstos (p. 19).

Por su grado de precisión y de ajuste a este trabajo, se asumen en esta concepción la de Rodríguez y Rodríguez (2011) y la de Gil (2010), las cuales se enfocan en desarrollar etapas y acciones para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna para lograr el objetivo de integrar la asignatura a la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica.

Por la importancia que se le da a la interrelación de los contenidos de la Física Moderna con los procesos de la Ingeniería Mecánica, se decidió escoger el tipo de estrategia didáctica declarada por Delgado y Solano (2009), la cual se concibe para la enseñanza en grupo y tiene como centro la presentación de información y la colaboración.

De las ideas planteadas en la concepción se enfocó el objetivo de la estrategia hacia el desarrollo exitoso del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales de manera que permita interrelacionar los contenidos de esta asignatura con los procesos de la Ingeniería Mecánica en la Universidad de Holguín.

Para el cumplimiento del objetivo se planificaron en la estrategia cuatro etapas: la de diagnóstico, la de planificación-organización, la de ejecución y la de evaluación. De la misma forma se decidió influir sobre dos direcciones en cada etapa: la preparación de profesores y la formación de estudiantes. En lo adelante se describirán cada una de las etapas dentro de las direcciones que se han identificado.

1. LA PREPARACIÓN DE LOS PROFESORES

Esta dirección tiene como objetivo la preparación de los profesores de Física para que desarrollen un proceso de enseñanza-aprendizaje que permita la interrelación de los contenidos de la Física Moderna

con los procesos de la Ingeniería Mecánica, a partir de las potencialidades que brindan los OVA como mediadores.

Las acciones contenidas en ella son:

I. Etapa de diagnóstico

a) Posibilidades de enfrentar la propuesta

En esta acción se escoge el grupo de profesores que van a trabajar la propuesta y se diagnostica la capacidad de trabajo que tienen con los recursos virtuales de aprendizaje y sus conocimientos acerca de la Física Moderna y sus relaciones con los procesos de la Ingeniería Mecánica. Se recomienda crear un grupo multidisciplinario de licenciados en Física e ingenieros mecánicos.

b) Identificación de oportunidades y fortalezas con respecto a amenazas y debilidades

En esta acción es importante estudiar cuidadosamente cuáles son las oportunidades y fortalezas que se pueden aprovechar en función de la interrelación Física Moderna – Ingeniería Mecánica. De la misma forma deben valorarse las amenazas y debilidades y trabajar sobre ellas en la segunda etapa para reducirlas y que tengan la menor influencia posible sobre el proceso.

c) Limitaciones en la comunicación profesor–estudiante

De la misma forma se realizan entrevistas (anexo 13) a los profesores para conocer las capacidades de comunicación que tienen con sus estudiantes y cuáles son las vías que más utilizan.

II. Etapa de planificación y organización

d) Planificación de la preparación de los profesores

En función de los resultados del diagnóstico se organizan los temas que se impartirán a los profesores. Sobre todo se planifica el trabajo con la interactividad y la evaluación en el AVEA, así como las relaciones de la asignatura con la carrera.

e) Variantes de comunicación profesor–estudiantes

Se planifican otras variantes de comunicación que pueden utilizar los profesores y se hace énfasis en el trabajo con herramientas del AVEA.

f) Planificación de los objetivos formativos

En caso de no existir, se planifican los objetivos formativos de las clases en función de las relaciones con las asignaturas específicas de la carrera de Ingeniería Mecánica y los procesos que en ella se desarrollan.

III. Etapa de ejecución

g) Capacitación tecnológica

Se refiere a la necesidad de ponerse al día en lo relativo a las características de la utilización de los OVA, el AVEA ([Moodle](#)) y el ROA. Se recomienda actualizarse en las tendencias y problemáticas discutidas en los eventos relacionados con el tema que se desarrollan tanto dentro como fuera del país (VIRTUALEDUCA, INOED, DIDACIEN, TIBERO, UNIVERSIDAD).

h) Socialización de la concepción didáctica integradora

En esta acción es donde se presentan los elementos fundamentales de la concepción didáctica integradora al colectivo de profesores. Este aspecto desempeña un papel importante en el cambio de la forma de pensar y actuar de los mismos. Esta acción se materializa a través de:

- Análisis de las vías de instrumentación de la concepción didáctica integradora con el colectivo de profesores.
- Realización de compromisos por parte de profesores para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje con apego a lo que se establece en la estrategia.

Durante la socialización de la concepción se obtienen señalamientos, recomendaciones y valiosos criterios por parte de los profesores inmersos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica, lo que permitió el perfeccionamiento de los momentos y acciones de cada etapa.

i) Propuesta del conjunto de OVA que mediarán en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna

Antes de comenzar el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje los profesores hacen una selección de los OVA que incorporarán a su curso. Para ello seguirán los pasos siguientes:

- Dividir el contenido de la asignatura en unidades didácticas
- Establecer los componentes didácticos en cada unidad didáctica
- Localizar para cada unidad didáctica los OVA con mejores prestaciones. Utilizar para ello el buscador que incluye el Repositorio de Objetos de Aprendizaje (buscar por palabras claves, por autor, por materia, título y otros)
- Si no logra localizar ningún OVA que dé respuesta a sus necesidades, acercarse al Laboratorio de Tecnología Educativa para encargar su elaboración y detallar al equipo de desarrollo las características que deben tener
- Una vez elaborado el OVA, publicarlo en el repositorio debidamente etiquetado

- Realizar prueba de visibilidad y funcionalidad de cada OVA propuesto en el ambiente virtual que se decida utilizar.

Para que los profesores estén en condiciones de realizar el proceso anteriormente descrito es necesario concebir un conjunto de cursos que garanticen su actualización respecto a:

- Diseño y utilización de OVA
- Estándares fundamentales para el empaquetado de los OVA (SCORM y LOM)
- Manejo de los sistemas de aplicación (word, excel, power point y otros)
- Montaje de cursos e interactividad en ambientes virtuales de aprendizaje.

IV. Etapa de evaluación

j) Valoración de la preparación de los profesores

En esta acción se evalúa la preparación de los profesores en función de los indicadores (anexo 10) de la interrelación de la Física Moderna – Ingeniería Mecánica: conocimientos de la Física Moderna, conocimientos de los procesos de la Ingeniería Mecánica, utilización de OVA, interactividad en AVEA y trabajo con ROA.

Terminadas todas las etapas de esta dirección es necesario tener en cuenta los elementos para la formación de los estudiantes.

2. LA FORMACIÓN DE LOS ESTUDIANTES

Esta dirección tiene como objetivo contribuir a la solidez de los contenidos de Física Moderna en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica, así como a la utilización de los diferentes recursos virtuales de aprendizaje para la interrelación de la asignatura con los procesos que estudian de la profesión, lo cual será favorecido desde la utilización eficiente de los OVA integrales de Física Moderna y del AVEA en la Universidad de Holguín.

Las acciones contenidas en esta dirección son:

I. Etapa de diagnóstico

a) Estado de conocimiento de la relación Física Moderna - procesos de la Ingeniería Mecánica

En esta etapa se aplican instrumentos que reflejen el estado de conocimiento de los estudiantes acerca de la relación entre la asignatura y los procesos de la Ingeniería Mecánica.

Se recomienda aplicar encuestas (anexo 15), entrevistas y conversatorios para ver cuánto han influido las asignaturas precedentes de la disciplina en este conocimiento.

b) Estado de preparación para la utilización de recursos virtuales de aprendizaje

De la misma forma se pueden aplicar los mismos instrumentos, aunque se recomienda hacer una prueba en el laboratorio de computación en el primer taller que se realiza a inicios del curso.

c) Estado de motivación por la carrera

Los estudiantes de esta carrera generalmente no entran en ella como su primera opción, casi siempre es la tercera profesión que escogen, por tanto, es recomendable explorar desde la observación participante (anexo 15.1) cuáles son los estados de opinión (anexo 15.2) acerca de ello y dar algunos argumentos de la importancia de la misma para crear el estado de ánimo deseado para aplicar la propuesta.

d) Limitaciones de la comunicación estudiante-profesor

Es importante evaluar cuáles son las posibilidades que tiene el grupo de estudiantes de comunicarse con el profesor. Muchas veces los estudiantes no logran buenos resultados por ello, entonces se tiene que investigar cuáles son las mejores vías que ellos proponen para comunicarse. A muchos les gustan los foros y chats porque no se sienten tímidos de ser criticados por otros cuando se equivocan.

II. Etapa de planificación y organización

e) Métodos para favorecer el aprendizaje de los estudiantes

En función de los resultados obtenidos en el diagnóstico el profesor ajusta cuáles son los métodos que propondrá a los estudiantes para seguir el curso. Escoger bien los recursos y preparar una fundamentación puede dar un buen resultado, pues en muchas ocasiones gran parte del grupo no tiene idea de cómo enfrentar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

f) Taller de preparación en la utilización de los recursos virtuales de aprendizaje

Este taller es importante planificarlo cuidadosamente y preparar correctamente el objetivo. De ello depende el resultado del curso, pues la mayoría de los estudiantes no vienen preparados desde la asignatura Computación I para utilizar los recursos virtuales de aprendizaje.

g) Vías para la interrelación Física Moderna – procesos de la Ingeniería Mecánica

En esta acción es importante buscar los elementos motivacionales que pueden tener los OVA para el estudiante. Se recomienda resaltar los objetivos formativos que se lograrán, la relación ciencia-profesión, los posibles vínculos con el desempeño profesional y la relación de los temas con otras disciplinas de la carrera.

h) Vías de comunicación estudiante – profesor

En función de los resultados expresados por los estudiantes en el diagnóstico, organizar las posibles vías de comunicación con las diferentes tendencias del grupo. Planificar los momentos de comunicación personal y/o grupal, sea de forma presencial o de forma virtual.

III. Etapa de ejecución

i) Preparación tecnológica:

Está referida a conocer las diferentes variantes de utilización de los recursos virtuales de aprendizaje para su formación integral, es decir, cómo pueden ellos aplicar los conocimientos

informáticos adquiridos durante los años de estudio en las actividades que realizan diariamente. Se suma dentro de esta acción la aplicación de talleres de preparación en la utilización de los recursos virtuales de aprendizaje al inicio del curso.

j) Contribución a la formación del pensamiento ingenieril

Esta acción está dirigida a la búsqueda de las relaciones entre los diferentes temas de la Física Moderna y las aplicaciones en la Ingeniería Mecánica, sus vínculos y nexos; así como a la comprensión y explicación de los procesos de la ingeniería a los cuales les da solución este profesional. En ello desempeña un papel fundamental la aplicación del método de proyecto.

Para concretar esta acción se aplican tres talleres presenciales durante el curso de Física Moderna para discutir y presentar los resultados de las actividades propuestas por cada OVA para la aplicación de la asignatura a los procesos de la Ingeniería Mecánica.

k) Contribución a la interrelación de los contenidos de Física Moderna en los estudiantes de Ingeniería Mecánica a partir de la utilización de los OVA

- Organización y desarrollo del grupo científico estudiantil de diseño y explotación de OVA de Física Moderna
- Orientación, desde los OVA, de actividades de investigación que permitan la interiorización de los contenidos de la Física Moderna a través del vínculo con sus aplicaciones en la Ingeniería Mecánica
- Realización de actividades de evaluación a través del AVEA (Moodle), en el laboratorio de computación, para que los estudiantes interactúen con los objetos virtuales de aprendizaje relacionados con los contenidos de la Física Moderna (Tamayo y Ferrat, 2013).

IV. Etapa de evaluación

I) Valoración de la formación de los estudiantes:

En esta acción se evalúa la preparación de los estudiantes en función de los indicadores de la interrelación de la Física Moderna – Ingeniería Mecánica (anexos 14.1, 14.2 y 14.3).

Estos elementos de la estrategia permiten orientar a profesores, estudiantes y diseñadores en aspectos importantes que se deben tener en cuenta para generar una utilización eficiente de OVA integrales que potencie la interrelación de la Física Moderna con los procesos de la Ingeniería Mecánica.

La planificación y aplicación de la estrategia, basada en la concepción didáctica integradora para la utilización de OVA de Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica, genera nuevos espacios para cambiar las concepciones actuales con respecto al uso de las TIC dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje actual. Para ello es importante el apoyo de dirigentes y profesores para lograr la profesionalización necesaria de los encargados de utilizarlas.

Del análisis de los fundamentos de la concepción didáctica integradora y de la estrategia propuesta para su implementación se puede arribar a las siguientes conclusiones:

Conclusiones del capítulo 2

1. Tomando como referente teórico fundamental el enfoque histórico cultural de L. S. Vigotsky, específicamente lo relacionado con la mediación, es posible concebir el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna utilizando como mediadores fundamentales los OVA integrales, de manera que se garantice la interrelación de los contenidos de esta asignatura con los procesos de la Ingeniería Mecánica.
2. La concepción didáctica integradora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por OVA, presentada en este capítulo, se establece en una variante que posibilita

solucionar la contradicción fundamental identificada en el desarrollo del proceso investigativo, manifestada entre la interiorización de los contenidos de la Física Moderna y su aplicación en la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica.

3. Los subsistemas que conforman la concepción didáctica integradora, sus funciones específicas y las relaciones de subordinación y coordinación de sus componentes, redimensionan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna para lograr la función de orden superior del sistema dada por la mediación de los OVA en la sistematización de los contenidos de Física Moderna interrelacionados con la carrera de Ingeniería Mecánica.
4. Para hacer viable y coherente la concepción didáctica integradora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica se propone una estrategia didáctica que a través de dos direcciones fundamentales conduce a estudiantes y profesores al desarrollo exitoso de dicho proceso. La estrategia diseñada constituye el recurso que posibilita la ejecución práctica, mediante las acciones para favorecer la interrelación de los contenidos de la asignatura con la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica.

CAPÍTULO 3

**VALORACIÓN DE LA PERTINENCIA DE LA
CONCEPCIÓN DIDÁCTICA INTEGRADORA Y LA
FACTIBILIDAD Y EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE
LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PROPUESTA**

CAPÍTULO 3. VALORACIÓN DE LA PERTINENCIA DE LA CONCEPCIÓN DIDÁCTICA INTEGRADORA Y LA FACTIBILIDAD Y EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PROPUESTA

En este capítulo se presentan los resultados del proceso de valoración científica del desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales. Se exponen los fundamentos para el análisis de las contribuciones que favorecen el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales, la evaluación de la concepción que incluyó métodos de consenso subjetivo (criterio de expertos y talleres de reflexión crítica) y un cuasiexperimento para valorar la efectividad de la estrategia, durante el cual se aplicaron instrumentos comprobatorios (inicial y final) cuya confiabilidad se corroboró. A partir de las evidencias cuantitativas y su interpretación cualitativa se muestran las transformaciones observadas dentro del proceso que se estudió.

3.1. Fundamentos para el análisis de las contribuciones que favorecen el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales

El análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna requiere de varios puntos de vista. Como proceso, se ha declarado en el capítulo 1 que es complejo y tiene un carácter subjetivo importante, pues participan estudiantes y profesores, los cuales no tienen las mismas formas de pensar ni las mismas necesidades. Por tanto, para valorar los resultados de la aplicación de la estrategia didáctica y de la concepción se requiere no solamente del efecto causado por el cuasiexperimento, sino de otras vías que permitan triangular la información que se obtiene para

confirmar la validez de los mismos. En este sentido, se coincide con Sampieri y otros (2010) cuando expresa que la aplicación de métodos mixtos permite una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno y logra una mayor riqueza interpretativa (p. 146). Por ello, atendiendo a la naturaleza multifactorial y pluricausal que tiene la realidad de la enseñanza de la Física actualmente, fue necesario combinar métodos cuantitativos y cualitativos. Además, se tuvieron en cuenta condiciones de entrada y contextos que pudieran ser elementos entrópicos significativos para afectar la validez de las cualidades valorativas en las contribuciones puestas a prueba.

En correspondencia con lo antes planteado y lo previsto en el diseño de la investigación, se considera adecuado valorar las contribuciones de la investigación desde la pertinencia de la concepción didáctica integradora y la factibilidad y efectividad de aplicación de la estrategia didáctica, cualidades que brindan un juicio valorativo de la integralidad de ambas, desde la relación contenido-método-medios en la interrelación Física Moderna-Ingeniería Mecánica, reconocida en revistas y eventos científicos nacionales e internacionales, como inédita y novedosa.

En consonancia con lo anterior y con la naturaleza de la investigación se asume como:

- **Pertinencia de la concepción:** su **adecuación para explicar** de forma **acertada y precisa** el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales en función de lograr la interrelación con la carrera de Ingeniería Mecánica.
- **Factibilidad de la estrategia:** las **posibilidades reales** que brinda su **aplicación** para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales, desde las condiciones objetivas que presenta actualmente la Universidad de Holguín.
- **Efectividad de la estrategia:** el **grado en que se logra** la interrelación de la Física Moderna con la carrera de Ingeniería Mecánica desde la mediación de los objetos virtuales de aprendizaje.

En correspondencia con lo anterior se considera que la hipótesis científica queda comprobada si:

- La concepción revela su **adecuación** desde la precisión con que explica el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales, a partir de la coherencia de su estructura, la consistencia del contenido de sus subsistemas y componentes y las relaciones entre estos, y la suficiencia con que revela las características del sistema.
- La aplicación de la estrategia didáctica, sustentada en la concepción teórica, **favorece las posibilidades** del desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales, sin que ocurran efectos que se interpongan en su desarrollo esperado, dada su consistencia lógica, flexibilidad y especificidad para el contexto de aplicación.

Para valorar las cualidades de las contribuciones, fue necesario aplicar varios métodos, por lo cual se consideró pertinente concebir los niveles de evaluación en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna interrelacionado con la Ingeniería Mecánica desde tres momentos esenciales: reacción, aplicación y resultados. Estos aspectos se distinguen por:

- **Reacción:** alude a la **aceptación** y grado de satisfacción que tienen los profesores de Física y expertos en utilización de las TIC con los cambios que se proponen en la forma de impartir esta asignatura con un enfoque profesionalizador.
- **Aplicación:** se refiere al **desarrollo** que tiene la propuesta dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en los cursos en que se implementa.
- **Resultados:** implica la expresión de la **transformación** sostenida de la práctica como consecuencia de la incorporación de un nuevo accionar aceptado y aplicado, que tiene mayor grado de profundidad y alcance que los anteriores y por lo general no es posible valorarlo totalmente de forma inmediata.

Respecto a estos tres aspectos, el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna interrelacionado con la Ingeniería Mecánica y mediado por objetos virtuales, así como el propósito de la investigación, orientado a la aplicación de una estrategia didáctica sustentada en una concepción basada en la relación contenido-método-medios, constituyeron condicionantes importantes para el diseño de esta estrategia de validación. Se considera la necesidad de combinar métodos e interpretar la información de forma integral desde la triangulación de estos para el análisis de las transformaciones ocurridas durante la aplicación propuesta.

Por esta razón, se asume la postura de Fielding y Schreler (2001), citados en Cruz y Campano (2007), donde enuncian que la triangulación es un método de integración de métodos cualitativos y cuantitativos. La aplicabilidad y la acción transformadora en el objeto de estudio de esta investigación implicará para su validación científica de un adecuado “continuo metodológico”, entre las evidencias tangibles y la profundización del alcance de estas mediante la interpretación de supuestas causas. El método que se siguió en esta investigación se muestra en la página siguiente en la figura 3.1.

Tal como se representa, se ha concebido un enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo) para valorar la contribución teórica y el aporte práctico en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales.

Las manifestaciones de la práctica educativa se analizaron desde la visión de sistemas complejos y mutantes, evidenciado en las relaciones de interdependencia y multicausales inherentes al comportamiento humano (individual y colectivo). Lo anterior se asume desde el enfoque dialéctico por la Ley de cambios cuantitativos en cualitativos y viceversa (Colectivo de autores, 2004) y por la condición social del proceso de enseñanza de la Física Moderna, en el cual prevalece la evaluación cuantitativa, pero se necesita de una validación cualitativa en función de los cambios que se logran en la formación de un pensamiento integral del futuro profesional de la Ingeniería Mecánica.

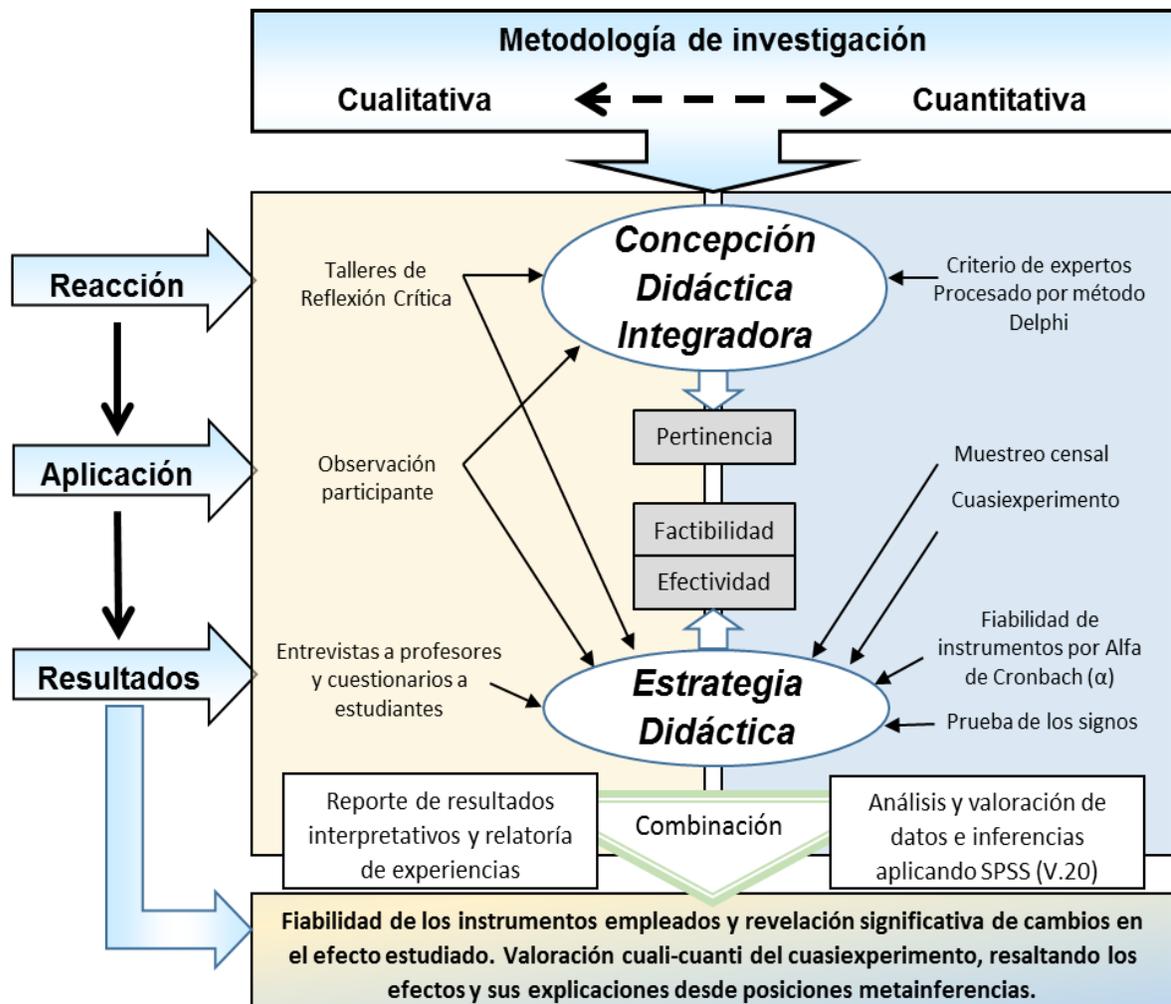


Figura 3.1. Procesos y dinámica del continuo metodológico (cualitativo-cuantitativo).

Por ello, se aplicaron métodos de consenso subjetivo (criterio de expertos y talleres de reflexión crítica) y se controlan las variables que se pretenden favorecer en el objeto de la investigación con la ejecución de un cuasiexperimento. Además, se aplicaron pruebas de confiabilidad en el caso de los instrumentos que lo requerían y se complementó la información con encuestas a estudiantes y entrevistas a profesores. La unión de estos métodos permitió tener una valoración integral de la evolución de las variables e indicadores que se quisieron transformar durante la investigación.

3.2. Análisis de la pertinencia de la concepción didáctica integradora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales

En este epígrafe se explican los elementos esenciales emitidos por especialistas y expertos, derivados de varios talleres de reflexión crítica y del criterio de expertos, referidos a la concepción didáctica integradora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales. Para la realización de los talleres de reflexión crítica se constató con diferentes grupos de expertos en enseñanza de la Física, Ingeniería Mecánica, Pedagogía-Psicología y Tecnología Educativa. Esto permitió que se pudieran efectuar talleres en el departamento de Física-Química-Electrónica (7 profesores) y en el Centro de Estudios sobre Ciencias de la Educación Superior de la Universidad de Holguín (6 profesores), en el grupo de desarrollo de software educativo de la Universidad de Ciencias Pedagógicas de Holguín (9 profesores), en el Centro de Estudios de la Universidad de Ciencias Pedagógicas de Ciego de Ávila (3 profesores), y en los departamentos de Física de las universidades de Matanzas (12 profesores) y de Santiago de Cuba (5 profesores). El conjunto de sugerencias ofrecido por los 42 especialistas consultados fue de gran utilidad para mejorar la versión presentada en cada taller. Cada uno se realizó a través de tres momentos: **introducción**, **discusión** y **conclusiones**.

Los momentos de introducción se centraron en el análisis del objetivo del taller y la presentación de la problemática actual, los componentes, subsistemas y relaciones de la concepción. En los momentos de discusión se buscó que los participantes expresaran sus criterios valorativos y sugerencias referidas a la pertinencia de la concepción, a partir de los elementos siguientes:

- a) el modo en que este explica el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales
- b) su estructuración en subsistemas y componentes y la precisión de su denominación y contenido

- c) el modo en que están expresadas las relaciones entre los subsistemas y componentes
- d) la suficiencia con que la concepción propuesta reúne las características de un sistema y la precisión en la definición de su función de orden superior resultante.

Los momentos de conclusiones incluyeron la lectura de los criterios registrados por el relator y la aplicación de técnicas de organización de ideas y reducción de listado que permitieron precisar el consenso favorable existente en relación con los elementos sometidos a la valoración. Algunos elementos que se significaron por los participantes fueron:

- La coherencia que se logra en la concepción al integrar procesos fundamentales que tienen que ver con la didáctica de la Física Moderna y su interrelación con la carrera de Ingeniería Mecánica.
- La necesidad de la preparación de los profesores para comprender la dinámica de cada subsistema y componente, las relaciones entre ellos y la cualidad resultante que emerge de esas relaciones.
- El desconocimiento existente sobre investigaciones que describan con claridad la interrelación Física Moderna-Ingeniería Mecánica desde la relación contenido-método-medios.
- Los inconvenientes de la concepción actual del desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna para la generalización de la estrategia en otras universidades.

Fueron sugerencias de los talleres: a) la elaboración de orientaciones metodológicas para la implementación de la estrategia y su inclusión entre las formas de superación diseñadas para los profesores de Física, b) el diseño de nuevos objetos virtuales de aprendizaje (OVA) para la actualización y contextualización de contenidos de esta asignatura y c) mayor precisión de algunas acciones de la estrategia con respecto a la concepción propuesta. Todas estas opiniones se consideraron valiosas y se apreciaron positivamente los criterios emitidos, los cuales contribuyeron a confirmar la pertinencia de la propuesta.

Paralelamente a estos talleres se aplicó el método del criterio de expertos para determinar la pertinencia de la concepción didáctica integradora. La selección de los expertos se realizó de acuerdo con los criterios siguientes: 1) experiencia profesional en relación con el objeto de investigación; 2) Participación en investigaciones relacionadas con esta temática; 3) Dominio teórico de la temática; 4) Preparación académica y científica (anexo 14.2).

En el documento enviado a los expertos se les presentó un cuestionario que permitió reunir los datos necesarios para calcular el coeficiente de competencia de los mismos (anexo 14.1). De los posibles expertos preseleccionados (45), respondieron 37. Fueron escogidos todos, pues el 88,0 % (31) de ellos obtuvo puntuaciones entre 0,8 y 1 en el coeficiente de competencia, lo que los acredita con un coeficiente alto y los cuatro restantes obtuvieron puntuaciones entre 0,70 y 0,79, que los califica con un coeficiente medio (anexo 14.2). Las características más reveladoras del grupo de expertos, se resumen en: 14 son especialistas en enseñanza de la Física universitaria, 7 son especialistas en la enseñanza de la Ingeniería Mecánica, 8 son especialistas en aplicación de las TIC en los procesos universitarios y 8 son especialistas en didáctica de la educación superior. En cuanto a la titulación académica o grado científico 21 son doctores en Ciencias Pedagógicas, 6 son doctores en Ingeniería Mecánica, 5 son doctores en Física y 5 son Master en Ciencias con especialización en enseñanza de la Física. Es significativo que de los 32 doctores 10 tienen estudios de maestría realizados.

El referido método se utilizó para valorar la pertinencia de la concepción, a partir de considerar: a) el modo en que este explica el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales, b) su estructuración en subsistemas y componentes, c) la precisión de la denominación y el contenido de los subsistemas y componentes, d) el modo en que están expresadas las relaciones entre los subsistemas y componentes, e) la suficiencia con que el modelo representado reúne las características de un sistema, y f) la precisión en la definición de la función de

orden superior resultante de la interacción entre los subsistemas. Para la valoración de estos aspectos se ofreció a los expertos una síntesis de la concepción y un cuestionario (anexo 14.3).

En la primera ronda los resultados revelaron que de los 36 ítems relacionados con los elementos planteados anteriormente, 23 (63,9 %) se evaluaron en la categoría de muy adecuado, 12 (33,3 %) en la de bastante adecuado y 1 (2,8 %) en la de adecuado (anexo 14.4, tabla 14). De la valoración dada por los expertos se sugirió mejorar los aspectos siguientes:

- Mostrar cómo el componente referido a la comunicación multidireccional (subsistema psicológico) se logra con la utilización de recursos virtuales dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna interrelacionado con la carrera.
- Explicar cómo las características tecnológicas de los OVA integrales permiten integrar los componentes de la didáctica para lograr los objetivos formativos que se plantean.
- Incluir en el subsistema psicológico el componente “carácter sensorial” de la utilización de los OVA para favorecer la comprensión de los fenómenos de la Física Moderna.
- Valorar en el subsistema ingenieril el cambio del componente “Problemas de la Profesión resueltos por Física III” por “Contribución de la Física Moderna a la formación del pensamiento ingenieril”.
- Perfeccionar la contribución de las funciones de los subsistemas a la función general del sistema y la justificación de los componentes del subsistema psicológico.
- Valorar en el subsistema didáctico la posibilidad de la función: utilización didáctica de los objetos virtuales de aprendizaje (OVA).
- Declarar la función de orden superior del sistema en la explicación de las relaciones entre los subsistemas.

Después de mejorar estos aspectos se realizó una segunda ronda con los mismos expertos y de los 36 ítems valorados, 30 (83,3 %) se evaluaron en la categoría de muy adecuado y 6 (16,7 %) en la de

bastante adecuado (anexo 14.4, tabla 15). De esta forma quedó expresado un alto grado de concordancia en cuanto a la pertinencia de la concepción, pues la totalidad de los criterios de los expertos se evaluaron con las dos categorías más favorables, teniendo en cuenta los puntos de cortes obtenidos con el procesamiento estadístico.

Las opiniones ofrecidas por los expertos coinciden en considerar que la concepción explica con un alto nivel de integralidad el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por OVA. En cuanto a las relaciones entre los subsistemas y componentes y la suficiencia con que la concepción reúne las características de un sistema, los criterios emitidos fueron favorables; se resalta la claridad con que se expresa la función resultante de cada subsistema y del sistema en general.

Después de aplicados ambos métodos de consenso subjetivo, se evidenció una concordancia a favor de la pertinencia de la concepción, manifestada en la adecuación de: el modo en que la misma explica el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna, la determinación, denominación y explicación de los subsistemas y componentes que conforman su estructura, el modo en que se expresan las relaciones de los subsistemas y componentes, la suficiencia con que la concepción reúne las características de un sistema y la definición de la función resultante de cada subsistema y de la función de orden superior del sistema.

3.3. Valoración de la factibilidad y efectividad de la aplicación de la estrategia didáctica

En este epígrafe se reflejan resultados de la valoración de factibilidad que se hizo antes de aplicar la estrategia didáctica en el segundo año de la carrera de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Holguín. De la misma forma se presentan los principales cambios logrados en los indicadores de evaluación de las variables que corroboran la hipótesis.

Los estudios de factibilidad son recursos que se utilizan para definir si es posible aplicar determinadas acciones, métodos y proyectos. Según Fact (2012), la factibilidad es la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados, y se apoya en tres aspectos básicos: lo operativo, lo técnico y lo económico. El éxito de un proyecto está determinado por el grado de factibilidad que se presente en cada uno de los tres aspectos anteriores.

En este sentido, se valoraron las posibilidades que tenía la estrategia para ser aplicada desde estos tres aspectos. Por tanto, se analizará en lo adelante qué elementos dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje permitían o frenaban las acciones planificadas dentro de la misma.

Análisis operativo

En este aspecto se analizaron las posibilidades de aplicación de la estrategia desde los recursos humanos que participan dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la Universidad de Holguín. En este caso los principales actores son los profesores y los estudiantes.

Respecto a los profesores las principales problemáticas que podían afectar esta aplicación eran: insuficientes conocimientos acerca de la interrelación Física Moderna-Ingeniería Mecánica y la insuficiente preparación para utilizar los OVA y el ambiente virtual de enseñanza aprendizaje (AVEA), pero las mismas estaban contempladas dentro de las etapas de diagnóstico y de planificación-organización; por tanto, no constituyeron limitaciones para cumplir el objetivo propuesto. Además, la tendencia en los últimos años ha sido utilizar dos profesores fijos para impartir esta asignatura, los cuales acumulaban suficiente experiencia para ello, lo que favorece el resultado.

En los estudiantes las principales afectaciones eran: la insuficiente motivación por la asignatura y la insuficiente preparación para utilizar los OVA y el AVEA. De la misma forma estas problemáticas se incluyeron en las etapas de diagnóstico y de planificación-organización. Para ello se ejecutaron talleres de preparación en el uso de las TIC al inicio del curso y se incluyeron dentro del AVEA los espacios

de bienvenida para fortalecer la explicación de la interrelación Física Moderna-Ingeniería Mecánica como vía de motivación de la asignatura.

Por estas razones se consideró que operativamente era posible aplicar la estrategia, pues los recursos humanos lo permitían. Además, se valoró en los talleres de reflexión crítica, la posibilidad de aplicarla en otras universidades y en casi todas las condiciones son parecidas, lo que conllevó a que un 87% de los profesores encuestados coincidieron en la posibilidad de generalizarla.

Análisis técnico

En este aspecto se valoraron las condiciones tecnológicas con que contaba la Universidad de Holguín para la utilización de los OVA y el AVEA. En este sentido se pudo constatar que los laboratorios de informática de la carrera de Ingeniería Mecánica son de los más beneficiados al tener cerca de 15 computadoras en funcionamiento y con altas prestaciones. Esto daba la posibilidad de que, en el segundo año en que se imparte esta asignatura, el orden estuviera cerca de los cuatro estudiantes por máquina, lo que permitía que se planificaran espacios en el laboratorio para que se aplicaran a cuatro subgrupos, exámenes y otros espacios interactivos en el AVEA. Además, muchos estudiantes contaban con computadoras personales para utilizar, en el estudio independiente, los OVA publicados en el ROA.

Respecto a los profesores se podían utilizar las computadoras del laboratorio de Física Moderna, las cuales se mantienen conectadas a la red nacional, por lo cual se consideró que tecnológicamente era factible aplicar la propuesta.

Análisis económico

En este aspecto se valoraron tres cuestiones fundamentales: el costo del tiempo, el costo de la realización y el costo de adquirir nuevos recursos. En este sentido, el tiempo no se considera un costo, pues tanto estudiantes como profesores están destinados a tiempo completo para el desarrollo del

proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna. Respecto a la realización tampoco constituía necesidad de gastos económicos. Por último, adquirir nuevos recursos no se consideró necesario, pues los objetos virtuales se diseñaban por los propios profesores con herramientas de software libre y el AVEA ya se encontraba instalado como plataforma libre de pagos. Por estas razones se consideró que económicamente era factible aplicar la propuesta.

De forma general, después del análisis de los tres indicadores, se llegó a la conclusión de que las limitaciones que podían existir no constituían frenos para lograr los objetivos propuestos, por lo que se procedió a implementar la estrategia durante los cursos 2012-2013 y 2013-2014 y a valorar los resultados de su efectividad.

Para el Diccionario de la Real Academia Española (DRAE, 2014) la efectividad es el grado en que las metas son logradas. En este sentido se considera que la estrategia es efectiva si se logran cambios en las variables propuestas en el anexo 10 con la aplicación de las acciones planificadas en la misma. Por ello se analizaron cinco indicadores por cada variable desde perspectivas cuantitativas y cualitativas.

Para obtener resultados de forma cuantitativa se aplicó el **cuasiexperimento** para valorar la evolución de los indicadores en los estudiantes durante todo el curso a través de un **pre-test** (anexo 15.2) y un **pos-test** (anexo 15.2). Para la valoración cualitativa se aplicaron los instrumentos siguientes:

- **Guía de observación** para reflejar los cambios observados por el investigador (anexo 15.1).
- **Encuesta final a estudiantes** para constatar la valoración propia que le dan al desarrollo de los indicadores (anexo 15.3).
- **Entrevista a profesores** para constatar el grado de desarrollo de los indicadores en cada estudiante (anexo 15.4).

La población objeto de estudio la constituyó un grupo total de 97 estudiantes. La muestra fue seleccionada según la conformación de los grupos hecha por la secretaria de la Facultad de Ingeniería. En el curso 2012-2013 se escogieron dos grupos: uno de 17 estudiantes para aplicar la estrategia al cual se le denominó grupo experimental 1 y otro de 22 estudiantes en el cual se mantuvo la misma exigencia, pero no se utilizaron los OVA, denominado grupo control. En el curso 2013-2014 se aplicó la estrategia a dos grupos: uno con 30 estudiantes (grupo experimental 2) y otro con 28 estudiantes (grupo experimental 3).

Para la valoración de los resultados fue necesario primero evaluar si los instrumentos aplicados eran confiables. Para ello se constató mediante la aplicación del coeficiente Alfa de Cronbach (α), que permite precisar si el instrumento evaluado hace mediciones estables y consistentes para asegurar que la interpretación de sus resultados no conlleve a formular conclusiones equivocadas. El proceso de constatación evidenció la alta confiabilidad de los cuatro instrumentos evaluados, en tanto los valores obtenidos en cada caso son superiores a 0,8: a) guía de observación (0,929), b) test de conocimiento a los estudiantes (0,928), c) encuesta a estudiantes (0,922) y d) entrevista a profesores (0,930) (anexos 15.1, 15.2, 15.3 y 15.4).

Para controlar las variables ajenas que podían afectar el resultado del cuasiexperimento se identificaron tres en las cuales se trabajó durante los dos cursos para disminuir su influencia y se muestran a continuación:

- Infraestructura del equipamiento tecnológico para sostener la aplicación de los OVA
- Preparación de los profesores para enfrentar el proceso
- Características de los estudiantes.

En la infraestructura del equipamiento tecnológico, la carrera de Ingeniería Mecánica cuenta en la Universidad de Holguín con uno de los mejores laboratorios de computación del centro, solo superado

en prestaciones por el de la Facultad de Informática Matemática. Este laboratorio cuenta con acceso a internet y a la red local, sobre la cual se encuentra implementada la plataforma Moodle con un excelente funcionamiento.

Estas características permitieron utilizar correctamente los OVA y la interacción en el AVEA, la cual fue planificada antes de iniciar el curso en los procesos siguientes:

- De comunicación sincrónica y asincrónica
- Tareas evaluativas
- Exámenes parciales.

En el caso de la comunicación sincrónica solo se logró efectuar un foro de aplicaciones de la Física Moderna en la Ingeniería Mecánica, el cual se desarrolló con calidad y los estudiantes mostraron una buena participación, para lo cual fue necesario realizar un taller inicial en el curso de cómo activar y utilizar esa herramienta en la plataforma, pues los estudiantes no estaban preparados tecnológicamente para esta actividad.

En el caso de la comunicación asincrónica se logró a través del correo personal, donde los estudiantes tienen una preparación aceptable en su utilización, lo cual permitió evacuar diferentes dudas por esta vía, tanto de solución de ejercicios como de actividades que se debían desarrollar en el curso. No obstante, ayudó la publicación del calendario de actividades en la plataforma.

En el caso de las tareas evaluativas se realizaron desde los OVA de cada tema de Física Moderna y se publicaron algunas tareas en el AVEA, las cuales tuvieron mucha aceptación por parte de los estudiantes, pues les servían de valoración de sus conocimientos y de preparación para los exámenes parciales. Los OVA se diseñaron intencionalmente en formato html para que funcionaran en diferentes versiones de sistemas operativos y cumplieran con la característica de interoperabilidad.

En el caso de los exámenes parciales se solicitaron desde el modelo P1 y se le pidió a la planificación de la facultad la posibilidad de utilizar los laboratorios, lo cual fue aceptado y correctamente ejecutado. La red funcionó de forma adecuada y la plataforma asimiló bien la conectividad de todos los usuarios. Algunos estudiantes no se sintieron cómodos al principio por la falta de preparación, la cual se fue ajustando en consultas y talleres a lo largo del curso. Al final la mayoría mostró satisfacción por este tipo de propuesta. También favoreció a estos procesos la capacidad de muchos estudiantes de tener computadoras personales en sus casas y dormitorios.

Para la preparación de los profesores que intervinieron en el proceso, se seleccionaron 4 profesores, incluyendo al investigador. Todos con experiencia de más de cuatro años impartiendo la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica, dos licenciados en Física y dos ingenieros mecánicos. Primeramente se realizó un taller metodológico para organizar las temáticas que se debían impartir, declarar la intención que se quería lograr en los cursos y explicar las relaciones entre la Física Moderna y los procesos de la Ingeniería Mecánica.

De este taller surgieron propuestas novedosas que permitieron perfeccionar la propuesta y decidir en qué momentos del curso era más favorable la publicación de tareas y la interacción en el AVEA. Seguidamente se les proporcionó preparación tecnológica para la aplicación de los OVA y la utilización de herramientas de interactividad y evaluación en el AVEA. Además, se realizaron controles a clases donde se evaluó la capacidad de cada profesor de ser consecuente con la propuesta que se aplicó.

Respecto a las características de los grupos de estudiantes, se identificaron en ambos cursos que eran grupos donde la mayoría era de sexo masculino y de 19 años como edad promedio, con poca base en Física y Matemática, baja motivación por la carrera y poca dedicación al estudio individual. También se identificaron algunos grupos de estudios compuestos por tres o más estudiantes y algunos líderes negativos y positivos que influían en estos. Para contrarrestar esta situación se organizaron

grupos aleatorios para la elaboración de la propuesta de mini proyectos de aplicación de la asignatura a la sociedad.

Al inicio esta opción no fue bien acogida por los estudiantes por tener que establecer nuevas relaciones con otros compañeros, pero a medida que comprendieron que el ingeniero mecánico es un profesional que se dedica a dirigir procesos, comenzaron a cambiar las relaciones y actitudes en el grupo y mejoró la responsabilidad dentro del proyecto, hasta que cada uno aportó resultados al mismo en las diferentes formas de organización de la enseñanza. En el caso de los estudiantes más rezagados en sus resultados y comportamiento, se les aplicaron consultas dirigidas y diferenciadas con acciones educativas.

Al ser valoradas estas posibles afectaciones se desarrolló el cuasiexperimento en conformidad con el cronograma previsto y la lógica que supone la aplicación de esta variante experimental. De acuerdo con ello, luego de la evaluación inicial en la que se aplicó el pre-test en ambos grupos por cada curso, se procedió a la implementación de la estrategia en el grupo experimental. Concluida la aplicación de la misma se realizó la evaluación final, cuyo objetivo fue contrastar las diferencias significativas ocurridas en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por OVA e interrelacionado con la carrera de Ingeniería Mecánica.

Para contrastar las diferencias acaecidas en este proceso, se utilizaron los datos obtenidos durante la evaluación inicial y la final, se empleó la prueba de los signos para datos pareados, lo que permitió visualizar cambios significativos, en caso de que ocurrieran. Una vez tabulados los datos, se compararon los resultados de cada grupo y se valoraron las hipótesis estadísticas siguientes:

- H_0 : la efectividad del desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales e interrelacionado con la carrera de Ingeniería Mecánica, no depende

de la aplicación de la estrategia didáctica sustentada en la concepción didáctica integradora, que expresa la relación entre lo psicológico, lo didáctico y lo ingenieril ($PF \leq PI$).

- H_i : la efectividad del desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales e interrelacionado con la carrera de Ingeniería Mecánica, depende de la aplicación de la estrategia didáctica sustentada en la concepción didáctica integradora, que expresa la relación entre lo psicológico, lo didáctico y lo ingenieril ($PF \geq PI$).

En el curso 2012-2013, los rangos de signos (desde un nivel de significatividad de 0,01) apuntan, esencialmente, a la variación a favor de $PF \geq PI$ que en el grupo experimental 1 se manifestó en el 76,5% (13) de los casos analizados y en el grupo de control se cumplió en 45,85% (10 casos). Las variaciones apreciadas en la escuela experimental apuntaron hacia valores de mayor significación (anexo 15.5).

También fue esencial que el estadístico de contraste (EC) expresara una posición favorable superior en el grupo experimental 1, desde una significación exacta bilateral, basada en rangos negativos (figura 3.2), por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Estadísticos de contraste^a

	VAR00002 - VAR00001	VAR00004 - VAR00003
Sig. exacta (bilateral)	,021 ^b	,454 ^b

a. Prueba de los signos

b. Se ha usado la distribución binomial.

Figura 3.2. Prueba de signos para grupo experimental 1 (V2 y V1) y de control (V4 y V3).

En el curso 2013-2014 los rangos de signos (desde un nivel de significatividad de 0,01) apuntan, esencialmente, a la variación a favor de $PF \geq PI$, donde en el grupo experimental 2 se manifestó en el 73,3% (22) de los casos analizados y en el grupo experimental 3 se cumplió en el 67,9% (19 casos). Las variaciones apreciadas en la escuela experimental apuntaron hacia valores de mayor significación (anexo 15.6).

De la misma forma fue necesario revisar el estadístico de contraste y mostró una posición favorable para ambos grupos, desde una significación bilateral basada en rangos negativos (figura 3.3), por lo que se rechaza la hipótesis nula para ambos grupos.

Estadísticos de contraste ^a		
	VAR00002 - VAR00001	VAR00004 - VAR00003
Z	-2,835	
Sig. asintót. (bilateral)	,005	
Sig. exacta (bilateral)		,007 ^b

a. Prueba de los signos

b. Se ha usado la distribución binomial.

Figura 3.3. Prueba de signos para grupo experimental 2 (V2 y V1) y experimental 3 (V4 y V3).

Las principales transformaciones observadas en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales, como consecuencia de la aplicación la estrategia didáctica, se expresan en:

- Nivel de motivación por el aprendizaje
- Cambios en la comunicación multidireccional
- Cambios en los métodos de trabajo
- Cambios en los medios utilizados
- Impacto de los objetivos formativos
- Cambios en la evaluación
- Cambios en los profesores.

En la motivación por el aprendizaje se pudo observar que al inicio los estudiantes mostraban baja motivación, pues las asignaturas precedentes no vinculaban esta ciencia con los procesos de la profesión, solo se limitaban a presentar algunas aplicaciones de la Física. Por tanto, al comenzar el curso de Física Moderna era lógico que ellos esperaban este tipo de método. Al ser aplicada la propuesta, se reflejaron cambios sustanciales en la forma de enfrentar el proceso de enseñanza-

aprendizaje. Se evidenció una mejor participación en las clases, con mayor autopreparación e independencia y con propuestas novedosas en las preguntas que se realizaban.

En relación con los cambios en la comunicación, en los cursos anteriores se desarrollaba principalmente una comunicación presencial entre profesores y estudiantes, solamente para el momento de las clases y para las consultas antes de los exámenes. Después de aplicada la propuesta se evidenció la existencia de comunicación entre el profesor y los estudiantes en diferentes espacios (presenciales y virtuales). Se utilizaron herramientas como el foro y los chats y se aumentó el uso de correo electrónico.

De la misma forma se incrementó la comunicación entre el grupo de estudiantes, pues antes de la propuesta existían grupos aislados que solo estudiaban según sus afinidades. Después se evidenció, a través del trabajo en los talleres de aplicación de las temáticas de la asignatura, las nuevas relaciones de comunicación que se generaron entre los estudiantes por tener que accionar en equipos que no estaban organizados por afinidad y por tener cada uno responsabilidad en el resultado final.

En cuanto a los métodos de trabajo antes de aplicar la propuesta se utilizaba la práctica individual con poca incidencia grupal. Después de la propuesta se comenzó a utilizar el método de proyecto con la mediación de los OVA y el espacio participativo en grupo, donde los estudiantes realizaban sus propuestas y se analizaban en el equipo para definir cuál solución era la más correcta y contribuir a la formación del pensamiento ingenieril con el trabajo en grupo.

En los medios utilizados, una de las necesidades que se creó durante su aplicación fue la de diseñar nuevos OVA integrales, pues los libros de texto no estaban preparados para ello y los OVA ya existentes carecían de integración de componentes didácticos. El resultado de estos diseños se encuentra explicado en el anexo 16 donde se tuvieron en cuenta las concepciones y modelos propuestos por Valdés (2006), Coloma (2008), Chiarani y otros (2011), Fernández (2012), Toll y Ril

(2013) y Encarnación y Legañoa (2013). Los principales cambios que se evidenciaron después de su aplicación fueron el alto nivel de utilización declarado por los alumnos al final de cada curso (reflejado en el 95% en el 2012-2013 y 93% en el 2013-2014) y el nivel de satisfacción de los mismos por la forma en que la estructura de los OVA favorece la comprensión de los fenómenos de la Física Moderna y de los procesos de la Ingeniería Mecánica.

En los objetivos formativos, la enseñanza de la Física Moderna siempre se ha realizado a través de objetivos instructivos y educativos, como lo contemplan los planes de estudio. Darle un carácter formativo a la enseñanza requirió de un estudio de la intención que se quería con el curso para transmitirles a los estudiantes cómo se podía desde esta asignatura favorecer el conocimiento del desempeño profesional. Estas ideas fueron bien acogidas por los grupos de estudiantes y la pregunta más común en cada ejercicio o aplicación era: ¿qué haría un ingeniero en cada caso? De esta forma se logró en estos objetivos unir el carácter instructivo y educativo de la ciencia y el carácter formativo que requería el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Respecto a la evaluación, tradicionalmente se había realizado de forma individual y presencial, teniendo en cuenta los contenidos de la Física Moderna. Al aplicar la propuesta, la evaluación en los talleres de aplicación se comenzó a hacer de forma grupal, lo que propició la coevaluación y la autoevaluación en busca de incluir al estudiante dentro de ese proceso. De la misma forma se comenzó a utilizar la evaluación automatizada en el AVEA, cuestión que al final de cada curso resultó favorable en los criterios de los estudiantes por favorecer el desarrollo de habilidades de trabajo con las TIC.

Por último, respecto a la preparación de los profesores, aumentó en su grado de profesionalización para ajustarse más a los estándares internacionales, de forma tal que se fortaleció el trabajo con los

recursos virtuales de aprendizaje y el conocimiento de las relaciones entre la ciencia y la profesión que se enseña.

La valoración científica explicada en este capítulo, permitió refrendar los siguientes juicios conclusivos:

Conclusiones del Capítulo 3

1. La valoración de la pertinencia de la concepción y la factibilidad y efectividad de la estrategia didáctica para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales, se concibe desde un enfoque mixto, comprendido a partir de la naturaleza de los datos recolectados y las cualidades a corroborar. Se vela por la confiabilidad de los instrumentos, la triangulación de técnicas y fuentes, desde integraciones de técnicas experimentales y exposición a expertos y especialistas de los productos científicos, así como la constatación de la variabilidad y significatividad de los cambios en el cuasiexperimento.
2. En los estudios de consenso subjetivo mediante el criterio de experto y los talleres de reflexión crítica, se evidenció la pertinencia de la concepción y la comprensión de los componentes y sus relaciones, valorados hacia una tendencia muy adecuada. De forma similar sucedió con los subsistemas y sus funciones, lo que apunta hacia un indicio favorable de su posible factibilidad y efectividad, como alegoría de una subjetividad consensuada de opiniones autorizadas.
3. La valoración desde un cuasiexperimento, de los resultados de la aplicación de la estrategia didáctica para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales, corroboró variedad en cambios significativos en la formación de los estudiantes en los grupos experimentales, lo que revela de manera explicativa la efectividad de la misma y contribuye a pronosticar un comportamiento similar en condiciones de entrada, insumo y procesos homólogos.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES GENERALES

El desarrollo de esta memoria escrita implicó el cumplimiento de las tareas en el proceso investigativo desde la utilización de métodos científicos. Estas permitieron dar respuesta al objetivo de la investigación y corroborar la hipótesis científica. Lo anterior se refleja en forma de síntesis en las consideraciones siguientes:

1. Sobre la base de las evidencias teóricas y empíricas recopiladas para la investigación en la sistematización epistemológica, histórica y praxiológica, se pudo constatar la existencia de insuficiencias en la relación contenido-métodos-medios dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna que dificultan la interrelación de los contenidos de esta asignatura con los procesos de la Ingeniería Mecánica.
2. La contradicción fundamental a resolver en la investigación, se manifiesta entre la interiorización de los contenidos de la Física Moderna y su aplicación en la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica. La existencia de la misma repercute negativamente sobre la formación de este profesional, lo que se pudo constatar desde las insuficiencias teóricas y prácticas analizadas.
3. El estudio de los referentes teóricos relativos al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la Educación Superior; así como el análisis de su evolución con énfasis en el contexto de la Ingeniería Mecánica y su estado actual en la Universidad de Holguín, provocó la necesidad de definir a los OVA de Física Moderna como mediadores didácticos para favorecer la formación del futuro profesional desde el vínculo ciencia-profesión.
4. Teniendo como sustento teórico fundamental el enfoque histórico cultural de Vigotsky fue posible diseñar una concepción didáctica integradora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por objetos virtuales con una naturaleza sistémica, donde los subsistemas y componentes que lo conforman, así como sus relaciones, le conceden rasgos distintivos que lo

caracteriza, materializados en la función de orden superior del sistema: la mediación de los OVA en la sistematización de los contenidos de Física Moderna interrelacionados con la carrera de Ingeniería Mecánica. La propuesta realizada fue valorada adecuadamente desde el criterio de expertos.

5. La estrategia didáctica Integradora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica; diseñada desde las concepciones teóricas y metodológicas analizadas y sustentada en la concepción didáctica integradora para estos fines, se hace viable y coherente mediante dos direcciones fundamentales que conducen a estudiantes y profesores al desarrollo exitoso del proceso estudiado, desde un tratamiento novedoso a la relación contenido-métodos-medios, lo que garantiza su implementación desde la mediación coherente de los OVA en esta asignatura para el vínculo ciencia-profesión.
6. La valoración de la pertinencia de la concepción didáctica, así como de la factibilidad de la estrategia didáctica propuesta y su instrumentación durante dos cursos académicos corroboró desde cambios significativos valorados en un cuasiexperimento, su efectividad para favorecer la interiorización de los contenidos de la Física Moderna, así como su aplicación para la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica, a través de un proceso de enseñanza-aprendizaje mediado por los OVA.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

1. Determinar indicadores y estándares para la evaluación de la calidad de los OVA integrales de Física Moderna desde el punto de vista didáctico y tecnológico.
2. Establecer requisitos funcionales, didácticos y tecnológicos que tributen a la confiabilidad y pertinencia de los OVA integrales de Física Moderna destinados a la evaluación.
3. Valorar la inclusión de los OVA dentro del diseño curricular de esta carrera y otras de ciencias técnicas.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. ADL. (2009). Advanced Distributed Learning. SCORM® 2004 4th Edition Overview Version 1.0.
Recuperado de: <http://www.adlnet.gov/Technologies/scorm/SCORMSDocuments/SCORM%202004%204th%20Ed%20V1.1/Documentation%20Suite.zip>. Revisado el 25/08/2013.
2. Alejandro, C.; Aceituno, J. y Mujica, V. (2003). "El Laboratorio de Física desde su PC". Revista Iberoamericana de Educación. ISSN: 1681-5653.
3. Almanzor, C. (2007). Importancia de la capacitación pedagógica del docente. Recuperado de: <http://www.uag.mx/63/a04-02.htm>. Revisado el 15/06/14.
4. Alonso, A. (2003). Introducción a la ingeniería. Editorial Félix Varela. La Habana.
5. APROA. (2011). Banco de Objetos de Aprendizaje. Recuperado de: <http://www.aproa.cl/>. Revisado el 22/05/2011.
6. Arumí, M. (2006). Incidencia de una acción pedagógica dirigida a la autorregulación: Dos estudios de caso en el aula de iniciación al aprendizaje de la interpretación consecutiva. Tesis doctoral. Departamento de Traducción y Filología de la Universidad Pompeu Fabra. Recuperado de <http://www.tdx.cesca.es>. Revisado el 07/05/2014.
7. Astudillo, G. (2011). Análisis del estado del arte de los objetos de aprendizaje. Revisión de su definición y sus posibilidades. Tesis para grado de Especialista en Tecnología Informática Aplicada en Educación. Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.
8. Barberán, S. (2013). Contribución a la formación ética del ingeniero informático a través de la Física. Tesis doctoral. Universidad de Holguín. Holguín. Cuba.
9. Barbosa, J. (2006). Textos publicados por Juan Carlos Barbosa H. para el Diplomado en Formulación de Proyectos de Virtualización de la Pontificia Universidad Javeriana. Colombia.

10. Barrera, J. (2003). Estrategia pedagógica para el desarrollo de las habilidades investigativas de los estudiantes de ciencias técnicas. Tesis doctoral. Universidad de Matanzas. Cuba.
11. Basso de Torres, I.; Montañez, S. y Torres, G. (2005). Una experiencia de perfeccionamiento docente en servicio: Aplicación de la propuesta de aprendizaje mediado. Recuperado de <http://www.uccor.edu.ar>. Revisado el 20-05-2014.
12. Bautista, G.; Borges, F. y Forés, A. (2006). Didáctica Universitaria en entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje. Narcea S.A. de ediciones. España. Libro en línea. Recuperado de: <http://www.books.google.co.ve/books?id=DJGxngD1I90Cypg=PA11ydq=entornos+virtuales+d+e+aprendizaje+cd=4#v=onepageyq=yf=false>. Revisado el 15/01/2010.
13. Brouse, C.; McKnight, K.; Basch, C. y LeBlanc, M. (2010). A Pilot Study of Instructor Factors and Student Preferences. Journal of Educational Technology Systems. Volumen 1, número 38. (Pp. 51-62).
14. Campazzo, E.; Agüero, A.; Guzmán, A. y Martínez, M. (2010). Mundos Virtuales 3D como nuevo paradigma en E-learning. Caso: SLEVA en la Universidad Nacional de La Rioja, Argentina. CACIC 2010: XVI Congreso argentino de ciencias de la computación.
15. Canay, J. (2009). El uso de entornos virtuales de aprendizaje de las Universidades presenciales. Un análisis empírico sobre la experiencia del campus virtual de la USC. Libro en línea. Recuperado de: <http://www.books.google.co.ve/books?id=OuCtWvB9o7ICypg=PT101ydq=aula+virtuales+de+aprendizaje>. Revisado el 17/01/2010.
16. Capote, M. (2012). "Una aproximación a las concepciones teóricas como resultado investigativo". Universidad de Pinar del Río. Cuba. Volumen 10, número 38, enero-marzo. RNPS 2057/ISSN 1815-7696.

17. Castañeda, Á. (2013). Pedagogía, tecnologías digitales y gestión de la información y el conocimiento en la enseñanza de la ingeniería. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.
18. Castellanos, D. (1999). La comprensión de los procesos del aprendizaje: apuntes para un marco conceptual. Centro de Estudios Educativos. ISPEJV. La Habana.
19. Chávez, M. y Romero, L. (2012). "Efectividad de un Curso de Capacitación en un Ambiente Virtual de Aprendizaje". Revista Complutense de Educación. Volumen 23, número 1. (Pp. 89-114). ISSN: 1130-2496. http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCED.2012.v23.n1.39104.
20. Chiarani, M.; Pianucci, I.; Viano, H. y Garcia, B. (2011). Herramientas Informáticas Avanzadas para Gestión de Contenido de Carreras de Grado en Informática. Universidad Nacional de San Luis. Departamento de Informática. Universidad Nacional de San Luis Ejército de los Andes 950 - (5700) San Luis. Argentina.
21. Clark, M.; Holstrom, L. y Millaci, A. (2009). University of Cincinnati: Case study of online student success. Journal of Asynchronous Learning Networks. Volumen 3, número 13. (Pp. 49-55).
22. Colectivo de autores. (2004). Lecciones de Filosofía Marxista-Leninista. Editorial Félix Varela. Segunda Edición. La Habana. Cuba.
23. Coloma, O. (2008). Concepción didáctica para la utilización del software educativo en el proceso de enseñanza aprendizaje. Tesis doctoral. Instituto Pedagógico "José de la luz y Caballero". Holguín. Cuba.
24. Cruz, M. y Campano, A. (2007). El procesamiento de la información en las investigaciones educativas. Sello Editor Educación Cubana. La Habana. Cuba.
25. Cubero, J. (1997). Fundamentación psicopedagógica de la selección y uso de los medios de enseñanza. Tesis de maestría. Universidad de la Habana. Cuba.
26. De Fleur, M. (1966). Theories of Mass Communication. D. McKay. Nueva York. Estados Unidos.

27. Del Canto, C. (2000). Concepción Teórica acerca de los Niveles de Manifestación de las Habilidades Motrices Deportivas en la Educación Física de la Educación General Politécnica y Laboral. Tesis doctoral. Cuba.
28. Delgado, J.; Morales, R.; González, S. y Chan, M. (2007). Desarrollo de objetos de aprendizaje basado en patrones. Presentado en Virtual Educa 2007, Brasil.
29. Delgado, M. y Solano, A. (2009). "Estrategias didácticas creativas en entornos virtuales para el aprendizaje". Revista Actualidades Investigativas en Educación. Costa Rica. Volumen 9, número 2. (Pp. 1- 21). ISSN 1409 -4703.
30. Díaz-Barriga, Á. (2013). "TIC en el trabajo del aula. Impacto en la planeación didáctica". Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES). México, UNAM-IISUE/Universia. Volumen IV, número 10. Recuperado de: <http://www.ries.universia.net/index.php/ries/article/view>. Revisado el 12/09/13.
31. Dicencac. (2014). Definición de percepción. Diccionarios y enciclopedias sobre el académico. Recuperado de: <http://www.esacademic.com>. Revisado el 9/07/14.
32. Dick, W.; Carey, L. y Carey, J. (2009). The systematic design of instruction. Séptima Edición. Editorial Allyn y Bacon. Nueva York. Estados Unidos.
33. Domingos, J. y Estévez, B. (2012). El Desarrollo de la Creatividad de los estudiantes de la Carrera de Física en la actividad práctica experimental en el ISCED de Huíla. Memorias escritas del VI Taller Iberoamericano de enseñanza de la Física Universitaria. La Habana, Cuba. (Pp. 464-467).
34. Downes, S. (2001). Learning Objects: Resources For Distance Education Worldwide. Presented at the The International Review of Research in Open and Distance Learning. North America.

Volumen 2. (Pp. 1-35) Recuperado de: <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/32/81>.

Revisado el 29/10/2012.

35. DRAE. (2014). Diccionario Real de la lengua española. Edición 22. Recuperado de <http://www.lemma.rae.es/drae/?val=concepción>. Revisado el 18/10/2013.
36. Encarnación, E. y Legaña, M. (2013). "Estrategia para favorecer el desarrollo de la interactividad cognitiva en entornos virtuales de enseñanza aprendizaje". Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación. Volumen 1, número 42. (Pp. 129-142).
37. Escobar, N. (2011). La Mediación del Aprendizaje en la Escuela. Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
38. Fact. (2012). Factibilidad. Soporte técnico. Recuperado de: <http://www.pstinformatico2011.wordpress.com/>. Revisado el 10/10/2014.
39. Falcón, H. (2003). Concepción del diseño curricular de la Física General para las carreras de Ingeniería. Tesis doctoral. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE). La Habana. Cuba.
40. Farías, G. y Montoya, J. (2010). "Gestión de un entorno virtual de aprendizaje para el desarrollo de competencias profesionales interculturales: una experiencia de educación superior entre México y España". Revista Apertura. México. Volumen 1, número 1, octubre. ISSN (Versión impresa): 1665-6180.
41. Fariñas, O. (2010). La autorganización del aprendizaje en la educación superior: la experiencia cubana. Curso pre-evento. 7mo Congreso Internacional de Educación Superior Universidad 2010. La Habana. (Pp. 1-20).
42. Fernández, J. (2012). Metodología de diseño de interfaces gráficas de usuario para desarrolladores de software en la Universidad de Holguín. Material de estudio para la asignatura

- optativa Diseño de Interfaces Gráficas de Usuario. Tesis de Maestría. Universidad de Holguín. Holguín. Cuba.
43. Franco, A. (2006). Física con ordenador. Recuperado de: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/>. Revisado el 16/07/2014.
 44. Free. (2014). Definición de exteriorizar. Diccionario libre. Recuperado de: <http://www.thefreedictionary.com>. Revisado el 16/07/2014.
 45. Fuentes, H. (1989). El perfeccionamiento del sistema de habilidades en la disciplina Física para estudiantes de ingeniería. Tesis doctoral. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.
 46. Gallego, M. y Gutiérrez, E. (2011). "Analizar la comunicación mediada por ordenador para la mejora de procesos de enseñanza-aprendizaje". Revista de currículum y formación del profesorado. Volumen 15, número 1. ISSN 1138-414X (edición papel). ISSN 1989-639X (edición electrónica).
 47. García, L. (2005). Objetos de aprendizaje. Características y repositorios. Boletín Electrónico de noticias de Educación a Distancia (BENED).
 48. Garcías, A. (1997). Física General Aplicada: Novedosa concepción para la enseñanza de la Física en ciencias técnicas. Tesis doctoral. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Ciudad de La Habana. Cuba.
 49. Gardner, H. (2000). La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas. Lo que todos los estudiantes deberían comprender. Barcelona. Paidós.
 50. Garzón, L.; Alfonso, E. y Hernández, A. (2013). La gestión del trabajo independiente en Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje. VI Conferencia Internacional de la Universidad de Holguín "Universidad y Sociedad". Simposio: Ciencias de la Educación Superior. Holguín. Cuba.

51. GEN. (2008). Gobierno del Estado de Nayarit. Recuperado de: <http://www.nayarit.gob.mx>.
Revisado el 15/06/14.
52. Gil, J. (2010). Estrategia para la gestión de recursos educativos abiertos en forma de objetos de aprendizaje. Tesis doctoral. Universidad de la Habana. Cuba.
53. González, K.; Padilla, J. y Arias, N. (2011). "Análisis de los estilos de aprendizaje en la implementación de actividades a través de una Wiki". Revista Virtual Universidad Católica del Norte. Colombia. Número 32, febrero-mayo de 2011. Recuperado de: <http://www.revista.virtual.ucn.edu.co/>. ISSN 0124-5821. Revisado el 15/06/14.
54. González, M. (2010). El alumno ante la escuela y su propio aprendizaje: algunas líneas de investigación en torno al concepto de implicación. Recuperado de: <http://www.rinace.net>.
Revisado el 12/05/2014.
55. Grijalbo. (s/f). Gran Diccionario Enciclopédico Ilustrado. Primera Edición. Barcelona. España. ISBN: 84-253-3098-X.
56. Gros, B. (1997). Diseños de Software Educativo. Proyecto Ariel. Barcelona. España.
57. Hamada, M. (2007). "An integrated virtual environment. Technology for E-learning and Digital Entertainment". Volumen 12, número 2. (Pp. 422-432).
58. Hdidac. (2010). Hoja didáctica para el proceso de aprendizaje. Material en formato digital. Curso de didáctica y diseño curricular. Maestría en Ciencias de la Educación Superior. Universidad de Holguín. Cuba.
59. Hernández, M. (2011). Sujeto y comunicación: bases de la transformación social. Ensayo. Universidad Nacional Autónoma de México.
60. Hernández, R.; Fernández, C. y Batista, P. (2008). Metodología de la investigación. Cuarta Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. Distrito Federal de México. México.

61. Hernández, X. y Navarro, G. (2009). Percepción. Blog. Recuperado de: <http://www.ximenagaby.blogspot.com/search?updated-min=2009-01-01T00:00:00-06:00&updated-max=2010-01-T00:00:00-06:00&max-results=15>. Revisado el 9/07/14.
62. Herrera, J. y De la Uz, M. (2010). "Enfoques y tendencias contemporáneas de las ciencias pedagógicas, desde la impronta de Vigotsky". Odiseo: Revista electrónica de pedagogía. Volumen 7, número 14. Recuperado de: <http://www.odiseo.com.mx/2010/7-14/herreradelauz-enfoquesvigotsky>. Revisado el 12/06/2014.
63. Herrera, M. (2010). "La comunicación como objeto de estudio: entre las relaciones humanas y los medios". Revista Ciencia Ergosum. México. Volumen 17, número 2, julio-octubre. (Pp. 197-204).
64. Higgs, P.; Meredith, S. y Hand, T. (2003). Technology for sharing: Researching learning objects and digital rights management. Australian National Training Authority. Flexible Learning Leader. Recuperado de: <http://www.leaders.flexiblelearning.net.au/flleaders/fli02/finalreport/finalhandhiggsmeredith.pdf>. Revisado el 29/10/2013.
65. Horruitiner, P. (1986). El perfeccionamiento del sistema de conocimientos en la disciplina Física para estudiantes de ingeniería. Tesis doctoral. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.
66. IEEE. (2002). Draft Standard for Learning Object Metadata. Learning Technology Standards Committee. Learning Object Metadata (LOM), Final Draft Standard, IEEE 1484. Recuperado de: <http://www.ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM1484121v1FinalDraft.pdf>. IEEE. Revisado el 15/06/2012.
67. Jonassen, D. (1999). Designing constructivist learning environments. En: C. Reigeluth (Ed.) Instructional Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory. Mahwah. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Nueva Jersey. Estados Unidos. Volumen II. (Pp. 215-239).

68. Klingberg, L. (1978). *Introducción a la Didáctica General*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1978.
69. Kragh, E. (2007). *Generaciones Cuánticas*, Madrid: Tres Cantos.
70. L'Allier, J. (1997). NETg's Precision Skilling: The linking of occupational skills descriptors to training interventions. Recuperado de <http://www.netg.com/research/pskillpaper.htm>. Revisado el 15/12/2009.
71. Labarrere, G. y Valdivia, G. (1988). *Pedagogía*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1988.
72. Leal, D. (2008). "Iniciativa colombiana de objetos de aprendizaje: situación actual y potencial para el futuro". *Revista Apertura, Nueva época*. (Pp. 76-85).
73. Leontiev, A. (1975). *Actividad. Comunicación. Personalidad*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1975.
74. Levy-Leblond, J. (2003). "On the Nature of Quantons". *Revista Science & Education*. Volumen 12. (Pp. 495-502).
75. López, R. (2008). *Ambientes Virtuales de Aprendizaje*. En soporte digital. México.
76. Marquez, M. (2012). *Psicología social*. Blog. Recuperado de: <http://www.sicologiasocial.blogspot.com/2012/09/concepto-de-percepcion.html>. Revisado el: 9/07/14.
77. Márquez, P. (1999). *El software educativo*. Recuperado de: <http://www.didacticahistoria.com/tecedu/tecedu13.htm>. Revisado el 12/05/2004.
78. McGreal, R. (2004). Online Education using Learning Objects (Open and Flexible Learning series). *Routledge Falmer*. New York. Estados Unidos.
79. McGreal, R.; Anderson, T.; Babin, G.; Downes, S.; Friesen, N.; Harrigan, K.; Hatalamarek, H.; Macleod, D.; Mattson, M.; Paquette, G.; Richards, G.; Roberts, T. y Schafer, S. (2004).

Edusource: Canada's Learning Object Repository Network. Recuperado de: <http://www.athabasca.ca:8080/dspace/handle/2149/743>. Revisado el 4/04/2011.

80. Mec. (2012). Concepto de Ingeniería Mecánica. Recuperado de: <http://www.mecanica.uniandes.edu.co/manager.php?id=45>. Revisado el 6/06/2012.
81. Mena, N. (2006). "Un entorno virtual en red para la colaboración científica". Acimed: Revista cubana de los profesionales de la información y la comunicación en salud. Cuba. Volumen 14, número 5. Recuperado de: <http://www.bvs.sld.cu/revistas/aci/vol14506/aci03506.htm>. Revisado el 15/06/14.
82. MERLOT. (2011). MERLOT: About Us. MERLOT- Multimedia Educational Resources for Learning and Online Teaching-About Us. Recuperado de <http://www.taste.merlot.org/>. Revisado el 26/01/2011.
83. MES. (1977). Programa de Física. Plan "A". La Habana. Cuba.
84. MES. (1982). Programa de Física para las carreras de Ciencias Técnicas. Plan "B". La Habana. Cuba.
85. MES. (1989). Programa de Física para la carrera de Ingeniería Mecánica. Plan "C". La Habana. Cuba.
86. MES. (2006). Plan de estudios de la carrera de Ingeniería Mecánica. Plan D. La Habana. Cuba.
87. MES. (2007). Programa de la disciplina Física General para la carrera de Ingeniería Mecánica. Plan D. La Habana. Cuba.
88. Mestre, U. (1996). Modelo de organización de la disciplina Física general para el desarrollo de habilidades profesionales en los estudiantes de ciencias técnicas. Tesis doctoral. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.

89. Mestre, U.; Fonseca, J. y Valdés, P. (2007). Entornos virtuales de enseñanza aprendizaje. Monografía. Editorial Universitaria. Ciudad de Las Tunas. Cuba.
90. Monereo, C. (2007). "Hacia un nuevo paradigma del aprendizaje estratégico: el papel de la mediación social, del self y de las emociones". Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa. Volumen 13, número 5. (Pp. 497-534).
91. Montoya, J. (2005). La contextualización de la cultura en los currículos de las carreras pedagógicas. Tesis doctoral. Santiago de Cuba. Cuba.
92. Moreira, M. (2011). "Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas (UEPS)". Revista Meaningful Learning Review. Porto Alegre. Brasil. Volumen 1, número 1. (Pp. 43-63).
93. Navarro, J. y Ramírez, L. (2005). Objetos de aprendizaje. Formación de autores con el modelo redes de objetos. Cuadernos de Innovación Educativa. Universidad de Guadalajara. México. Recuperado de: <http://www.researchgate.net/publication/31838722>. Revisado el 25/04/2014.
94. Orellana, A. (2009). Class size and interaction in online courses. En A. Orellana, T. L. Hudgins y M. Simonson (Eds.). The perfect online course: Best practices for designing and teaching. Information Age Publishing. Charlotte. Carolina del Norte. Estados Unidos. (Pp. 117-135).
95. Ortiz, E. (2003). Lecturas sobre problemas actuales de la psicología de la educación. Centro de Estudios de Ciencias de la Educación Superior. Universidad de Holguín. Holguín. Cuba.
96. Ortiz, E. (2012). "El aporte de algunos investigadores cubanos a la concepción histórico cultural de L. S. Vigotsky". Revista Pedagogía Universitaria. Cuba. Volumen 17, número 2.
97. Parrish, P. (2004). The trouble with learning objects. Education Technologies Research Device. Estados Unidos. Volumen 52, número 1. (Pp. 49-67).

98. Peña, A. (2010). "Entornos virtuales colaborativos para la educación a distancia ¿Cuándo utilizar 3D?" Revista Innovación Educativa. México. Volumen 10, número 52, julio-septiembre. (Pp. 25-33). ISSN (Versión impresa): 1665-2673.
99. Pereira, A.; Cavalcanti, C. y Ostermann, F. (2009). On the use of a virtual Mach-Zehnder interferometer in the teaching of quantum mechanics. Revista Physics Education. Volumen 44, número 3. (Pp. 281-291).
100. Pérez, L. (1993). La formación de habilidades lógicas del proceso docente educativo de la Física General en carreras de Ciencias Técnicas. Tesis doctoral. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.
101. Pérez, L. y Tamayo, J. (2003). Perfeccionamiento del proceso de enseñanza aprendizaje de la Física. Proyecto de investigación. Universidad Holguín. Cuba.
102. Perkins, D. (1998). ¿Qué es la comprensión? En: STONE WISKE, Martha (comp.). La Enseñanza para la Comprensión: vinculación entre la investigación y la práctica. Quilmes, Paidós.
103. Perkins, D. y Blythe, T. (2005). "Ante todo, la comprensión". Revista Magisterio Educación y Pedagogía. Bogotá. Colombia. Volumen 14, Abril.
104. Polsani, P. (2003). Use and abuse of reusable learning objects. Journal of Digital Information. Estados Unidos. Volumen 3, número 4. Recuperado de: <http://www.journals.tdl.org/jodi/index.php/jodi/article/view/89>. Revisado el 25/04/2014.
105. Porto, A. (1995). Tareas para capacitarse en el trabajo con los medios. Tesis Doctoral. Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona. La Habana. Cuba.

106. Poveda, P. (2007). Implicaciones del aprendizaje de tipo cooperativo en las relaciones interpersonales y en el rendimiento académico. Recuperado de: <http://www.rua.ua.es>. Revisado el 12/05/2014.
107. Psicomed. (2011). Psicología médica. Blog. Recuperado de: <http://www.2.bp.blogspot.com/U3K4/TTbhk45e4eI/AAAAAAAAACw/8Gijy8sjzGc/s1600/CIMG1043.JPG>. Revisado el 31/08/14.
108. Ramal, J. (1999). "Por una concepción moderna de la enseñanza de la Física. Enseñanza de las ciencias". Revista innovaciones didácticas. Volumen 17, número 1. (Pp. 131-135).
109. Ramos, J. y Rodríguez, D. (2006). "Poner al alumno en la posición del científico. Una concepción didáctica integradora para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias como investigación". Revista Digital Educación y Sociedad. Volumen 4, número 2, abril-junio.
110. Ribellesa, R.; Solbes, J. y Vilches, A. (1995). "Las interacciones C.T.S. en la enseñanza de las ciencias. Análisis comparativo de la situación para la Física y Química y la Biología y Geología". Revista Comunicación, Lenguaje y Educación. Volumen 7, número 4.
111. Rincón, L. (2008). "Los entornos virtuales de asesoría académica en la modalidad a distancia. Revista Virtual Universidad Católica del Norte". Número 25, Septiembre-diciembre. Recuperado de: <http://www.revistavirtual.ucn.edu.co/index.php?option=comdocmanytask=docdownload&ygid=33&Itemid=21>. Revisado el 7/01/2010.
112. Rodríguez, A. y Llovera, J. (2012). Resultados preliminares de solidez en el aprendizaje de la Física obtenidos con la complementación mutua de los laboratorios reales y las simulaciones virtuales de experimentos docentes. Memorias escritas del VI Taller Iberoamericano de enseñanza de la Física Universitaria. La Habana. Cuba. (Pp 390-398).

113. Rodríguez, M. y Rodríguez, A. (2011). La estrategia como resultado científico de la investigación educativa. Universidad Pedagógica "Félix Varela". Centro de Ciencias e Investigaciones Pedagógicas. Las Villas. Cuba.
114. Romero, A. y Muñoz, H. (2010). "Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA)". Revista Magistro. Volumen 4, número 7. (Pp. 81-94). ISSN: 2011-8643.
115. Rosental, M y Ludin, P. (1981). Diccionario filosófico. Ed. Política. Ciudad de La Habana.
116. Sampieri, R.; Fernández, C. y Baptista, M. (2010). Metodología de la Investigación. Quinta Edición. Editorial. McGraw-Hil. México.
117. Sánchez, X. (2004). Estrategia educativa para desarrollar el lenguaje oral de los niños del grado preescolar de la zona rural. Tesis doctoral. Holguín. Cuba.
118. Santacruz-Valencia, L.; Navarro, A.; Delgado, C. y Aedo, I. (2008). "ELOTool: Taking Action in the Challenge of Assembling Learning Objects. Journal of Educational Technology y Society". Estados Unidos. Volumen 11, número 1. (Pp. 102-117). Recuperado de: <http://www.ifets.info/index.php?>. Revisado el 25/04/2014.
119. Sendag, S. y Odabasi, H. (2009). "Effects of an online problem based learning course on content knowledge acquisition and critical thinking skills". Computers y Education. Volumen 53, número 1. (Pp. 132-141).
120. Sensagem. (2014). Definición de favorecer. Diccionario analógico. Recuperado de: <http://www.diccionario-analogico.sensagent.com/MW4114600/ML-es-es/>. Revisado el 31/08/2014.
121. Serrano, R. (2007). Material didáctico para la enseñanza semipresencial de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica. III Conferencia Internacional de la Universidad de Holguín. Cuba.

122. Sicilia, M. y García, E. (2003). On the Concepts of Usability and Reusability of Learning Objects. Volumen 4. Presented at the International Review of Research in Open and Distance Learning, Athabasca University. Recuperado de: <http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/viewArticle/155>. Revisado el 21/12/2013.
123. Sicilia, M. y Sánchez, S. (2009). Learning objects y learning designs: conceptos. Presented at the Information Engineering Research Unit. Diseño y Evaluación de contenidos y actividades educativas reutilizables. Universidad de Alcalá. España.
124. Silva, J. y Gros, B. (2007). "Una propuesta para el análisis de interacciones en un espacio virtual de aprendizaje para la formación continua de los docentes". Revista Electrónica Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Volumen 8, número 1, Mayo. Recuperado de: <http://www.usal.es/teoriaeducacion>. Revisado el 15/06/14.
125. Silva, R. (2011). La enseñanza de la Física mediante un aprendizaje significativo y cooperativo en Blended Learning. Tesis doctoral. Universidad de Burgos. España.
126. Silvestre, M. (2001). Aprendizaje, educación y desarrollo. Editorial Pueblo y Educación. Habana. Cuba.
127. Simonson, M.; Smaldino, S.; Albright, M. y Zvacek, S. (2009). Teaching and learning at a distance: Foundations of distance education. Cuarta Edición. Editorial Pearson. Boston. Estados Unidos.
128. Sinarcas, V. y Solbes, J. (2013). "Dificultades en el aprendizaje y la enseñanza de la Física Cuántica en el bachillerato". Revista Enseñanza de las Ciencias. Volumen 31, número 3. (Pp. 9-25).

129. Smaldino, S.; Lowther, D. y Russell, J. (2008). Instructional technology and media for learning. Novena Edición. Pearson Merrill Prentice Hall. Upper Saddle River. Nueva Jersey. Estados Unidos.
130. Solbes, J. (1996). "La Física Moderna y su enseñanza". Revista Alambique. Volumen 10. (Pp. 59-67).
131. Solbes, J. y Sinarcas, V. (2010). "Una propuesta para la enseñanza-aprendizaje de la Física cuántica basada en la investigación en didáctica de las ciencias". Revista de Enseñanza de la Física. Volumen 20, números 1 y 2. (Pp. 65-91).
132. Sorensen, C. y Baylen, M. (2009). Adapting the seven principles of good practice to web-based instructional environment. En A. Orellana, T. L. Hudgins y M. Simonson (Eds.). The perfect online course: Best practices for designing and teaching. Charlotte. Carolina del Norte. Estados Unidos. (Pp. 69-86).
133. Tamayo, J. (2006). Concepción Didáctica Integradora del proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en la carrera de Ingeniería Mecánica. Tesis doctoral. Universidad de Holguín. Holguín. Cuba.
134. Tamayo, R. (2011). Ambiente Virtual de Aprendizaje de Física Moderna para la carrera de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Holguín. Tesis de Maestría. Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya. Holguín. Cuba.
135. Tamayo, R. (2012). Desarrollo y explotación de recursos virtuales de aprendizaje de la Universidad de Holguín. Proyecto de investigación 53/2012 - 01/2014. Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya. Holguín. Cuba.

136. Tamayo, R. y Ferrat, E. (2013). Sistema de ejercicios para el curso de Física III de Ingeniería Mecánica. Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya. Publicados en: <http://www.moodle.uho.edu.cu/ingenieriamecanica/fisicalll>.
137. Tamayo, R. y Gómez, Y. (2007). Conjunto de medios en soporte magnético para la enseñanza de la Física Moderna en la Carrera de Ingeniería Mecánica. Tesis de pregrado. Universidad de Holguín. Holguín. Cuba.
138. Tamayo, R. y Serrano, R. (2009). Conjunto de medios en soporte digital para la enseñanza y aprendizaje semipresencial de la Física III en la carrera de Ingeniería Mecánica. Publicado en FIMAT XXI, primer evento internacional celebrado del 26 al 30 de mayo. ISBN-978-558-18-0498-3.
139. Tébar, L. (2003). El perfil del profesor mediador. Madrid: Santillana.
140. Toll, Y. y Ril, Y. (2013). "Aspectos e indicadores para evaluar la calidad de los objetos de aprendizaje creados en la Universidad de las Ciencias Informáticas". Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). Volumen 10, número 2. (Pp. 149-162). UOC. <<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v10n2-toll-ril/v10n2-toll-ril-es>><<http://doi.org/10.7238/rusc.v10i2.1470>>ISSN 1698-580X.
141. Traver, M.; Solbes, J. y Souto, X. (2005). "Cómo introducir las TIC en la enseñanza de las ciencias". Revista Enseñanza de las Ciencias. Número extra. VII Congreso.
142. Tung, M.; Huang, J.; Keh, H. y Wai, S. (2009). Distance learning in advanced military education: analysis of joint operations course in the Taiwan military. Computer & Education. Volumen 3, número 53. (Pp. 653-666).

143. Valdés, P. (2006). Una metodología para la elaboración de libros electrónicos multimedia para el estudio independiente en condiciones de semipresencialidad. Tesis doctoral. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.
144. Valencia, N. (2013). Fundamentación del Centro de Estudios Para la Mediación y Aprendizaje Virtual. Fundación universitaria católica del norte. Facultad de educación. Colombia.
145. Valle, A. (2010). La investigación pedagógica. Otra mirada. Instituto Central de Ciencias Pedagógicas. La Habana. Cuba.
146. Van Merriënboer, J. y Boot, E. (2005). A holistic pedagogical view of learning objects: future directions for reuse. En: Michael Spector; Celestia Ohrazda; Andrew Van Schaack y David Wiley. Innovations in instructional technology. Lawrence Erlbaum Associates Publishers. Nueva Jersey. Estados Unidos. Recuperado de: <http://www.routledge.com/books/details/9780415648561/>. Revisado el 25/04/14.
147. Vargas, N. (2011). Formación política y ciudadana en ambientes virtuales: reflexiones a partir de una sistematización de experiencia en educación popular en la Escuela de Formación Ciudadana de la Facultad de Derecho de la Universidad Santo Tomás, Medellín. Revista Virtual Universidad Católica del Norte. Colombia. Número 32, febrero-mayo. Recuperado de: <http://www.revistavirtual.ucn.edu.co>. ISSN 0124-5821. Revisado el 15/06/14.
148. Vásquez, C.; Ricaurte, A. y Arango, S. (2009). "Interacciones comunicativas en un entorno virtual de aprendizaje". Revista Virtual Universidad Católica del Norte. Colombia. Número 28, septiembre-diciembre. (Pp. 1-23).
149. Vigotsky, L. (2000). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona: Crítica.
150. Wik. (2013). Conceptos de Ingeniería, Ingeniero e Ingeniería Mecánica. Recuperado de: <http://www.wikipedia.org/wiki/Ingenieríamecánica>. Revisado el 6/06/2013.

151. Wiley, D. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. The Instructional Use of Learning Objects (online version).
Recuperado de: <http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc>. Revisado el 25/10/2012.
152. Zapata, M. (2005). "Secuenciación de contenidos y objetos de aprendizaje". Publicación en línea. Volumen IV, número monográfico II. (Pp. 1-39).
153. Zilberstein, J. (2003). Los métodos, procedimientos de enseñanza y aprendizaje y las formas de organización. Su relación con los estilos y estrategias para aprender a aprender. Preparación integral para jóvenes profesores universitarios. Capítulo 6. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.
154. Zilberstein, J. y Collazo, R. (2003). Los métodos, procedimientos de enseñanza y aprendizaje y las formas de organización. Su relación con los estilos y estrategias para aprender a aprender. Preparación integral para jóvenes profesores universitarios. Capítulo 7. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.

ANEXOS

Anexo 1. Tendencia de los índices finales promedios en los últimos 13 años de la enseñanza de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya (Fuente: Secretaría de la facultad de Ingeniería)

Tabla 1. Índices finales promedios de la enseñanza de la Física Moderna

Carrera	Curso	Matrícula final	Suma de notas	% Calidad
Mecánica	2001/2002	43	123	2,86046512
	2002/2003	47	143	3,04255319
	2003/2004	41	130	3,17073171
	2004/2005	49	165	3,36734694
	2005/2006	56	149	2,66071429
	2006/2007	33	100	3,03030303
	2007/2008	46	85	1,84782609
	2008/2009	30	98	3,26666667
	2009/2010	40	133	3,325
	2010/2011	39	127	3,25641026
	2011/2012	25	75	3
	2012/2013	41	138	3,36585366
	2013/2014	53	176	3,32075472
Total General		543	1642	3,02394107

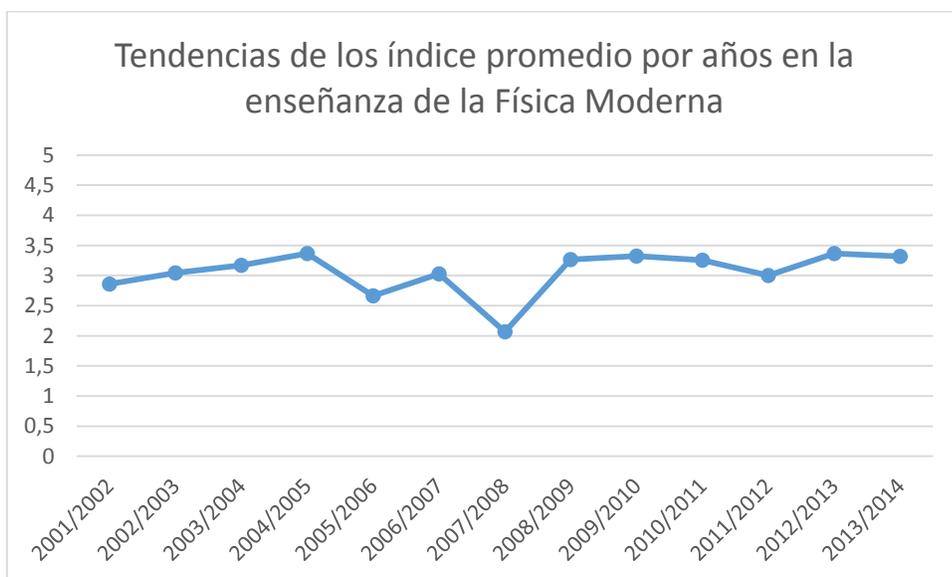


Figura 1. Tendencia de los índices promedio por años en la enseñanza de la Física Moderna.

Anexo 2. Encuesta aplicada a los estudiantes, relativa a aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física

Buenos días (tardes):

Solicitamos su colaboración para que conteste algunas preguntas cuyas respuestas, confidenciales y anónimas, nos serán de mucha utilidad. Su opinión será valiosa para una tesis de doctorado en ciencias pedagógicas.

Le pedimos responda con la mayor sinceridad posible.

Muchas gracias por tomarse parte de su tiempo para brindar su ayuda.

1. ¿Cómo evalúa usted la preparación científico-pedagógica de los profesores de Física?

Física I

- Excelente
- Muy buena
- Buena
- Regular
- Mala

Física II

- Excelente
- Muy buena
- Buena
- Regular
- Mala

Física III

- Excelente
- Muy buena
- Buena
- Regular
- Mala

2. ¿Se vinculan estas asignaturas con los elementos de su carrera?

Física I

- Sí
- No

Física II

- Sí
- No

Física III

- Sí
- No

3. ¿Utiliza usted Moodle para el aprendizaje de la Física Moderna?

- Sí
- No. ¿Por qué no lo utiliza?

4. Considera usted que necesita medios informáticos (Sitios webs, páginas webs, documentos Word, multimedias, PPoints, etc) para el aprendizaje de la Física y para el estudio individual y colectivo.

- Sí
- No

5. Mencione algunos de los procesos de Ingeniería Mecánica.

Resultados

Total de estudiantes: 116

Encuestados: 20 (Curso 2012-2013), 59 (Curso 2013-2014)

Tabla 2. Resultados de las preguntas 1, 2, 3, 4 y 5. Curso 2012-2013

1. ¿Cómo evalúa la preparación científico–pedagógica de los profesores que imparten Física?					
	Excelente	Muy buena	Buena	Regular	Mala
Física I	5	9	6	0	0
Física II	7	7	5	1	0
Física III					

2. ¿Se vinculan estas asignaturas con los elementos de su carrera?		
	Sí	No
Física I	19	1
Física II	20	0
Física III		

3. ¿Utiliza Moodle para el aprendizaje de la Física?	
Sí	8
No	12

4. Considera que necesita medios informáticos para el aprendizaje y el estudio individual de la Física.	
Sí	11
No	9

5. Mencione algunos de los procesos de Ingeniería Mecánica	
Estudiantes que mencionaron uno o varios procesos	4 (20%)

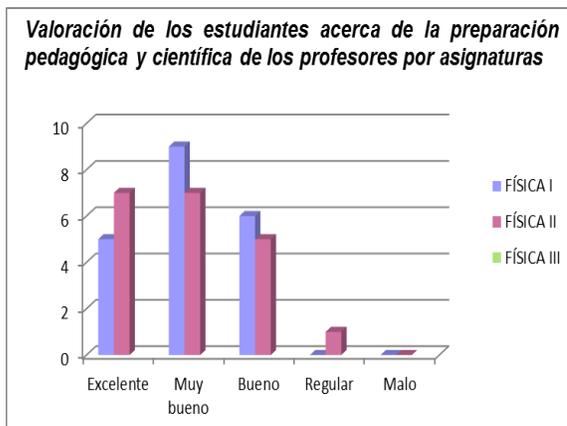


Figura 2. Valoración de los estudiantes acerca de la preparación de los profesores por asignaturas.

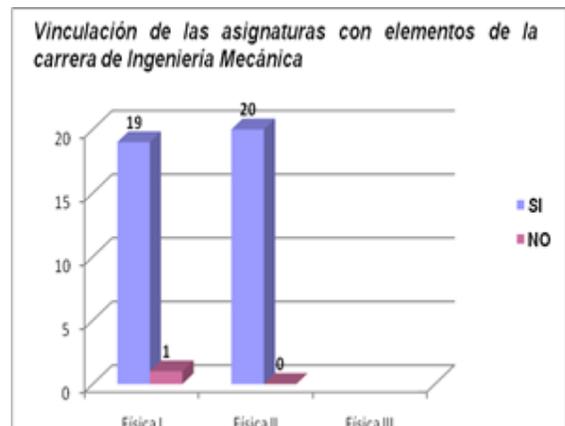


Figura 3. Vínculo de las asignaturas precedentes con la carrera de Ingeniería Mecánica.

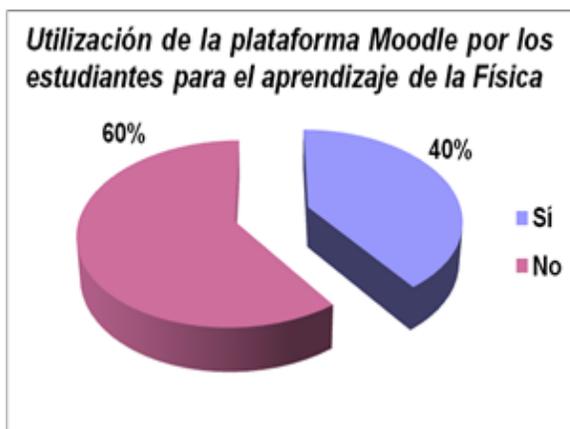


Figura 4. Utilización de la plataforma Moodle por los estudiantes.

Tabla 3. Resultados de las preguntas 1, 2, 3, 4 y 5. Curso 2013-2014

1. ¿Cómo evalúa la preparación científico-pedagógica de los profesores que imparten Física?					
	Excelente	Muy buena	Buena	Regular	Mala
Física I	20	22	17	0	0
Física II	23	15	19	2	0
Física III					
2. ¿Se vinculan estas asignaturas con los elementos de su carrera?					
	Sí	No			
Física I	48	11			
Física II	51	8			
Física III					
3. ¿Utiliza el Moodle para el aprendizaje de la Física?					
Sí	9				
No	49				
4. Considera que necesita medios informáticos para el aprendizaje y el estudio individual de la Física.					
Sí	45				
No	14				
5. Mencione algunos de los procesos de Ingeniería Mecánica					
Estudiantes que mencionaron uno o varios procesos	13 (22%)				

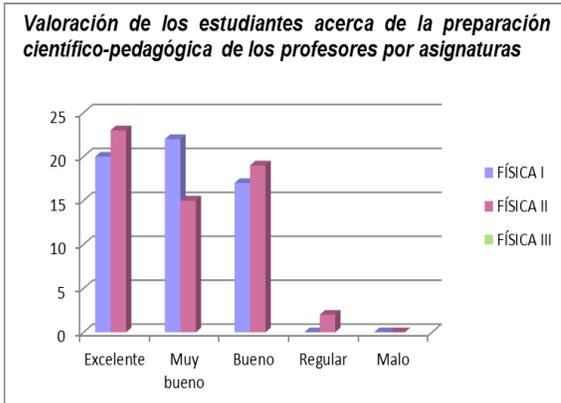


Figura 5. Valoración de los estudiantes acerca de la preparación de los profesores por asignaturas.

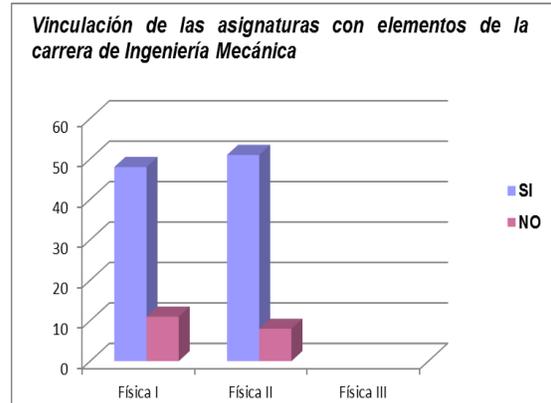


Figura 6. Vínculo de las asignaturas precedentes con la carrera de Ingeniería Mecánica.

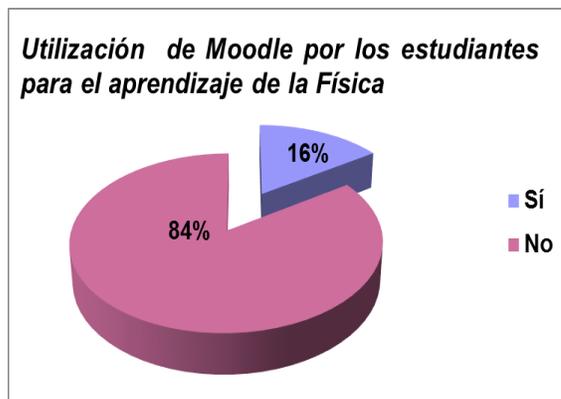


Figura 7. Utilización de la plataforma Moodle por los estudiantes.

Causas por la que los estudiantes no utilizan la plataforma Moodle:

- La bibliografía se encuentra en textos y estudio por ellos
- No voy al laboratorio y cuando voy ando muy rápido
- Es muy difícil acceder a esta plataforma por problemas de administración del servidor
- La mayoría de las veces no está conectado, no puedo abrirlo. Es malo, va a ser un problema para impartir algo por este medio, a menos que lo mejoren
- No sé cómo trabajar con él
- No lo considero necesario
- Es muy difícil acceder a la información que contiene, tiene contraseña.

Anexo 3. Entrevista realizada a egresados de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Holguín

Objetivo: Obtener información de los egresados acerca del conocimiento de los procesos de la Ingeniería Mecánica y de la influencia lograda por la Física Moderna en la solución de problemas de la profesión.

1. ¿Conoce usted los procesos de la Ingeniería Mecánica? Mencione algunos.
2. ¿Ha tenido que aplicar conocimientos de Física Moderna para resolver problemas de su profesión?

De la entrevista efectuada a los 21 egresados de la carrera de Ingeniería Mecánica se concluyó que:

- El 40% muestra dominio de los procesos de Ingeniería Mecánica.
- El 47% ha tenido que aplicar los conocimientos de la Física Moderna en la solución de problemas de la profesión.

Anexo 4. Entrevistas realizadas a profesores que imparten Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica en Cuba

Universidad:

Profesor:

e-mail:

1. ¿Qué plataforma interactiva utiliza?
2. ¿Qué objetos virtuales de aprendizaje utiliza?
3. ¿Qué otros recursos (Repositorios, Ftp) utiliza?
4. ¿Utiliza algún objeto virtual de aprendizaje integral?
5. ¿Considera que es necesario potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica con el empleo de objetos virtuales?
6. ¿Se integra la Física Moderna a la carrera de Ingeniería Mecánica? En caso de responder negativamente exponga las causas.

Valoración de los resultados

Cantidad de profesores encuestados: 28

Tabla 4. Profesores encuestados en universidades cubanas

Nombre y categoría científica	Universidad	E-mail
MSc. Justo Ortega	CUJAE	justuoo@electrica.cujae.edu.cu
MSc. Jorge Mazorra	Universidad de Matanzas	jorge.mazorra@umcc.cu
Lic. Eleno Alfonso Brindis	Universidad de Matanzas	eleno04@yahoo.com
MSc. Margarita Libertad Miranda del Real	Universidad de Matanzas	margarita.miranda@umcc.cu
Dra. C. Beatriz Consuegra Lezcano (J´Dep Física)	Universidad de Matanzas	beatriz.consuegra@umcc.cu
Dr. C. Laureano Suárez Martínez (J´Dep Ing. Mec)	Universidad de Matanzas	laureano.suarez@umcc
MSc. Tomás Espinosa Achong	Universidad de Matanzas	Tomas.espinosa@umcc.cu
MSc. Daniel López	Universidad de Matanzas	daniel.lopez@umcc.cu
MSc. Ramón Quiza Sardiñas	Universidad de Matanzas	quiza@umcc.cu
MSc. Carlos González	Universidad de Matanzas	carlos.gonzalez@umcc.cu
Dr. C. Carlos Alejandro Alfonso	Universidad Central de Las Villas	calfonso@uclv.edu.cu
Dr. C Kenia Herrera Lemus	Universidad Central de Las Villas	keniah@uclv.edu.cu

Dr. C. Jesús Hernández Ruiz	Universidad Central de Las Villas	jesusehr@uclv.edu.cu
MSc. Víctor Mujica Marcelo	Universidad Central de Las Villas	carjai@uclv.edu.cu
Dr. C. Carlos Sánchez Monteserín	Universidad de Ciego de Ávila	monte@ingenieria.unica.cu
Dr. C. Santiago Cabrera Moreira	Universidad de Ciego de Ávila	santiagoc@ingenieria.unica.cu
Dr. C. Luis Eduardo Rodríguez Rodríguez	Universidad Pedagógica de Ciego de Ávila	luisrr@ucp.ca.rimed.cu
Dr. C. Carlos Álvarez Martínez (jefe de disciplina Física para IM)	Universidad de Camagüey	carlos.alvarez@reduc.edu.cu
MSc. Lázaro Pérez (Jefe de departamento de Física)	Universidad de Camagüey	lazaro.perez@reduc.edu.cu
MSc. César Mesa (jefe de departamento de Física)	Universidad de Oriente	cesar@fim.uo.edu.cu
MSc. José Palacios Mustelier	Universidad de Oriente	palacios@fim.uo.edu.cu
Dr. C. Faustino Repilado	Universidad de Oriente	flrepilado@fim.uo.edu.cu
Dr. C. Alejandro Estrabao	Universidad de Oriente	estrabao@cees.uo.edu.cu
Dr. C. Salvador Barberán Feria	Universidad de Holguín	sbarberan@facing.uho.edu.cu
MSc. Ronal Tamayo Cuenca	Universidad de Holguín	ronaltc@ict.uho.edu.cu
Lic. Ramiro Serrano	Universidad de Holguín	rserrano@facing.uho.edu.cu
Ing. Elser Ferrat	Universidad de Holguín	elser@facing.uho.edu.cu
Ing. Danilo Hernández	Universidad de Holguín	dhernandez@facing.uho.edu.cu

Tabla 5. Resultados de las preguntas 1, 2, 3 y 4

Universidad	Uso de Moodle	Uso de objetos básicos no interactivos	Uso de objetos analíticos	Uso de objetos integrales constructivistas	Otros recursos y FTP utilizados
Universidad de Oriente	No	Guías de orientación	Laboratorios Virtuales	No	No
Universidad de Holguín	Sí	Guías de orientación Videos	Laboratorios Virtuales. Páginas Webs integradas. Multimedias.	No	No
Universidad de Camagüey	Sí	Guías de orientación Videos	Laboratorios Virtuales. Páginas Webs	No	SISCOMFIS Intranet
Universidad de Villa Clara	No	Guías de orientación Videos	Laboratorios Virtuales. Páginas Webs	No	SIDEF 10.12.1.64
Universidad de Matanzas	Sí	Guías de orientación Videos	Laboratorios Virtuales. Multimedias	No	Caroline
CUJAE	Sí	Guías de orientación. Videos.	Laboratorios Virtuales Páginas Webs Simulaciones	No	Teleclases.cujae. edu.cu Ftpind.cujae.edu.c u

Resultados de la pregunta 5

- Profesores que consideran necesario potenciar la Física Moderna con el empleo de objetos virtuales: 25 (89.3%).

- Profesores que no consideran necesario potenciar la Física Moderna con el empleo de objetos virtuales de aprendizaje: 3 (10.7%).

Resultados de la pregunta 6

- Profesores que integran la Física Moderna a la carrera de Ingeniería Mecánica: 11 (39.3%).
- Profesores que no integran la Física Moderna a la carrera de Ingeniería Mecánica: 17 (60.7%).

Las principales causas de la no integración de la Física Moderna a la carrera de Ingeniería Mecánica son:

- Desconocimiento de los procesos de Ingeniería Mecánica.
- Falta de relación multidisciplinaria con las asignaturas de la carrera.
- Falta de profesionalización por pocos años de trabajo en la educación superior.
- Falta de tiempo para búsquedas de información acerca de la ingeniería.
- Desconocimiento de las aplicaciones en la ingeniería.
- Exigencias del nivel productivo en la aplicación de leyes y principios dentro de los problemas de la ciencia pura.

Anexo 5. Caracterización de los componentes didácticos en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna durante los planes de estudios de la carrera de Ingeniería Mecánica en Cuba

La carrera de Ingeniería Mecánica comienza en Cuba en el año 1949, en la Universidad de Oriente. La Física se impartía en los dos primeros años. El programa era común para todas las carreras de ciencias e ingeniería y respondía a un sistema de conocimientos físicos, de los cuales estaban ausentes los relacionados con la Física Moderna (Horruitiner, 1986).

La enseñanza en estos años estaba caracterizada por la ausencia de programas unificados para todo el país. Cada Centro de Educación Superior poseía sus propios programas, los cuales eran modificados frecuentemente por parte de los profesores que los impartían (Álvarez, 1981).

En el curso 1968–1969 se hizo un intento de unificar los programas en el ámbito nacional. Un rasgo importante fue la introducción de la Teoría de la Relatividad y la Física Moderna. Se dedicaban unas 30–40 horas a estos contenidos, lo que representaba alrededor del 15% del total de los programas, pero no se logró, pues los centros los modificaban sin consultas previas al Ministerio de Educación (Horruitiner, 1986).

La tendencia era hacia un pobre desarrollo de las habilidades prácticas y experimentales en los estudiantes con relación a la solución de problemas. Los profesores daban prioridad a la exposición de los elementos del conocimiento hasta un nivel de sistematización de leyes y su aplicación a múltiples ejemplos con escasa integración entre ellos. El aprendizaje era predominantemente reproductivo y las evaluaciones de forma tradicional (orales y escritas sin intenciones de integración). A mediados de la década del 70 se comienza a impartir en la Filial de la Universidad de Oriente en Holguín los programas unificados de Física en el curso regular diurno de la carrera de Tecnología de la Producción Azucarera y en el curso para trabajadores de Tecnología en Construcción de

Maquinarias, ambas de perfil mecánico (Tamayo, 2006). Los libros de textos utilizados fueron Halliday y Resnick (1966) y Frisch y Timoreva (1967).

A partir de estos programas unificados se introdujeron en Cuba cambios importantes para fortalecer la enseñanza de la asignatura Física Moderna, por lo que en esta investigación se analizaron cuatro periodos que concuerdan con los planes de estudios A, B, C y D. Para la caracterización de los periodos se tuvieron en cuenta los indicadores siguientes:

- Importancia dentro de la disciplina
- Objetivos
- Contenidos
- Desarrollo de habilidades
- Aprendizaje predominante
- Métodos predominantes
- Medios
- Evaluación
- Formas de Organización de la enseñanza
- Vínculo Física Moderna- Ingeniería Mecánica

Periodo I: Desde el curso escolar 1977–1978 hasta el curso 1981–1982 (Plan de estudio A)

En el Plan de estudio A la Física se impartió en 320 horas, de las cuales 30 correspondían a la Física Moderna, que representaba el 9% del total (MES, 1977). Se destaca el incremento del tiempo dedicado a las actividades prácticas y a la precisión de los métodos de trabajo en las asignaturas, a lo que contribuyó el Reglamento para el Trabajo Docente Metodológico del Ministerio de Educación Superior, donde quedaron establecidas las clases prácticas, en las que se fomentaba el desarrollo de las

habilidades de los estudiantes (MES, 1977). Sin embargo, no existía una sistematización en la formación de habilidades debido a que no se incluían en los programas de Física (MES, 1977).

El método que predominaba era el expositivo, se dedicaba más del 50% del tiempo a las conferencias, el resto a clases prácticas y prácticas de laboratorio (MES, 1977). Los conocimientos expuestos por los profesores guardaban pocos vínculos con los problemas profesionales; los ejercicios y problemas eran mayormente resueltos por ellos en las clases. Las prácticas de laboratorio eran muy escasas por existir poco instrumental y no contar con instalaciones de laboratorio apropiadas y se realizaban de acuerdo con esquemas que limitaban el desarrollo de las habilidades. Las demostraciones experimentales también eran mínimas, pues en los locales donde se desarrollaban las conferencias y las clases prácticas no existían condiciones (Tamayo, 1996).

Como regularidad, la lógica seguida en la docencia era la de definir los conceptos por parte de los profesores, enunciar las leyes, formular expresiones matemáticas vinculadas con los conceptos y leyes y ejemplificarlos en casos particulares, en forma de ejercicios y problemas ilustrativos, que no guardaban relación con el modo de actuación profesional del ingeniero mecánico y con muy limitada participación de los estudiantes en su solución.

El uso de los medios se reducía prácticamente al trabajo con los libros de texto, pizarra, tiza, pancartas y retrotransparencias. Los profesores que impartían la asignatura eran recién graduados que no tenían preparación pedagógica, ni experiencia docente en el trabajo con las asignaturas, actuaban de acuerdo con los modelos heredados de sus profesores y transmitían a sus alumnos una actitud academicista, sin una orientación clara hacia la formación profesional. Se utilizaban textos de autores cubanos (Benavides, 1975), de autores norteamericanos (Halliday y Resnick, 1966) y soviéticos (Frish y Timoreva, 1967). La evaluación se continuó realizando de forma tradicional.

Periodo II: Desde el curso escolar 1982–1983 hasta el 1989–1990 (Plan de estudio B)

En el Plan de estudio B se impartieron conocimientos similares a los del Plan de estudio A, reducidos a 300 horas. El aspecto más significativo fue el incremento de la Física Moderna a 60 horas, lo que representó el 20% del total de horas clases (MES, 1982).

En este periodo se trataron de equilibrar las actividades de exposición de la teoría por parte de los profesores y la de solución de ejercicios y problemas por los estudiantes, pero continuó predominando la actuación de los profesores, los que seguían la lógica descrita en el Periodo I.

Hasta este momento el aprendizaje continuó siendo predominantemente reproductivo, sus resultados bajos y de poca calidad. La atención de los docentes se centraba en los resultados del aprendizaje y no en su proceso.

Al inicio del periodo, los textos correspondientes al Plan A eran los de autores cubanos (Benavides, 1975) y soviéticos (Frish y Timoreva, 1967). No obstante, las investigaciones realizadas (Alonso y otros, 1982 y Ortega y Alonso, 1983) acerca de la calidad de los libros de autores cubanos, reflejan un gran número de insuficiencias, las cuales influyeron negativamente en la formación de los estudiantes. A la luz de estos resultados, se recomendó la edición de nuevos textos que estuvieran en correspondencia con los programas del Plan de estudio B como el de Benavides y otros (1986), texto que sustituyó a los anteriores.

En la Universidad de Holguín se complementaba con libros de autores soviéticos y guías previas para las clases prácticas y prácticas de laboratorio, elaboradas por el colectivo de profesores que impartía la docencia, como el de Salazar y otros (1986).

Teniendo en cuenta las observaciones anteriores, que la educación superior en su concepción, objetivos y lineamientos está determinada por necesidades sociales y que recíprocamente la educación ejerce una gran influencia sobre la evolución de la sociedad, en el año 1989, como resultado

del perfeccionamiento continuo que se lleva a cabo en este nivel educacional, sobre la base de las experiencias adquiridas en la aplicación de los planes anteriores y en las nuevas condiciones del desarrollo socioeconómico del país, el MES decide poner en vigor el denominado Plan de estudio C. Este comenzó a aplicarse en el curso 1990-1991. La evaluación se continuó realizando de forma tradicional.

Periodo III: Desde el curso escolar 1990–1991 hasta el 2004-2005 (Plan de estudio C y C')

En el Plan C, por primera vez en Cuba se diferenciaron las asignaturas del ciclo básico para cada carrera y se desarrolló el concepto de disciplina como un sistema de asignaturas que tiene un objetivo común. Un aspecto muy novedoso es la introducción de la disciplina principal integradora, como el eje conductor de la carrera a la que debe tributar el resto de las disciplinas.

Como estrategia para la enseñanza de la Física como disciplina básica para la formación de los ingenieros, fueron planteadas dos tesis fundamentales: conservar la unidad lógico–teórica propia de la ciencia y adaptarla a los requerimientos de la carrera (Garcías, 1997).

En correspondencia con estas tesis se elaboró el programa de la disciplina Física para Ingeniería Mecánica, diferente al del resto de las carreras y se logró una mejor estructuración de los objetivos, al precisarse las habilidades, el conocimiento y los niveles de asimilación, profundidad y sistematicidad. En los objetivos generales de la disciplina Física se declara, por primera vez, alcanzar un nivel de asimilación productivo. Sin embargo, en la opinión de los profesores que desarrollan el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo general los estudiantes de Ingeniería Mecánica no alcanzan dicho nivel.

Se redujo el tiempo total a 238 horas de las cuales 60 correspondieron a la Física Moderna que representaba el 25%. Otro elemento destacado es la introducción de nuevos conceptos y leyes de la Física Moderna (Física del Estado Sólido), que posibilitó, con la modificación del programa en 1998 y

la flexibilidad que ofreció el MES, conformar en la Universidad de Holguín un nuevo tema de gran necesidad y actualidad en la formación del ingeniero mecánico: la Física de los Metales (Tamayo y otros, 2003).

Al inicio de la década de los 90 se utilizó el texto de Benavides y otros (1986). En el año 1999 se retoma como texto básico de la disciplina Física el de los autores norteamericanos Halliday y otros (1992) y los libros de autores cubanos quedan como textos de consulta.

Ya a inicios del año 2003 se comienzan a aplicar algunos laboratorios virtuales diseñados por profesores de la CUJAE para las prácticas de laboratorio de: Constante de Stefan Boltzman, Fotoefecto y Desintegraciones Radiactivas, las cuales se acercaban más a la simulación de fenómenos y desarrollaban pocas habilidades de experimentación y de medición.

También en el 2003, producto de la sequía y las tareas de la batalla de ideas, se comienzan a diseñar en la Universidad de Holguín los primeros objetos virtuales para enfrentar la semipresencialidad a la que se sometieron los estudiantes del curso regular diurno. Estos objetos virtuales, elaborados por el MSc. Emilio Quevedo y el Lic. Ramiro Serrano, se centraban en Guías de Estudios (Microsoft Word), Presentaciones para conferencias (Power Point) y Páginas Web estáticas (Dream Weaver), las cuales carecían de fundamentos psicodidácticos en su diseño.

Para complementar estas insuficiencias, en el año 2005 se incorporan algunas prácticas de laboratorio del módulo producido en China, las cuales integraban sensores al trabajo con los computadores para medir determinados parámetros (tiempo, distancia, masa y otros). La impartición de estos laboratorios estuvo limitada por la preparación metodológica de los profesores.

No obstante los aspectos positivos que aportó el Plan C, en su estructuración no existía una adecuada articulación entre las disciplina Física y las propias de la carrera. La evaluación se continuó realizando

de forma tradicional con algunos intentos para vincularla con las aplicaciones de la Ingeniería Mecánica.

Periodo IV: Desde el curso escolar 2005–2006 hasta el actual (Plan de estudio D)

Se implementa en una etapa compleja en la economía nacional donde la infraestructura de la industria estuvo afectada por la crisis mundial, por lo cual se consideró (MES, 2007):

- Mantener el concepto de Perfil Amplio, sustentado en una sólida formación en las ciencias naturales, las matemáticas, la informática y las ciencias de la ingeniería.
- Garantizar la unidad entre los aspectos educativos, instructivos y los valores como bases del desarrollo integral de la personalidad.
- Propiciar el vínculo entre el estudio y el trabajo, donde el estudiante debe lograr, además de las habilidades profesionales, un adecuado dominio de la realidad nacional.

Como idea central se trabaja la transformación de la personalidad del estudiante, logrando niveles cualitativamente superiores en su cultura general integral. Las disciplinas de ciencias básicas se presentaron comunes para todas las carreras.

Se caracteriza por el empleo de nuevos métodos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que centran la atención en el autoaprendizaje con una consecuente racionalización de los contenidos que se imparten y el empleo de técnicas informáticas tanto para impartir la docencia como para el apoyo al autoaprendizaje.

Por estas razones se reduce el tiempo de horas clases de la disciplina Física a 224, donde la Física Moderna ocupa el 33% con 64 horas (MES, 2007). Se mantiene como generalidad que los estudiantes tienen un pensamiento altamente reproductivo y poco creativo. Además, muestran muy poca motivación y dedicación al estudio individual, cuestión contradictoria con las necesidades de este plan,

en el que desempeñan un papel importante los medios y metodologías basados en las TIC que utilizan los profesores para contrarrestar esta situación.

Se introduce el texto de Sears y otros (2008), que supera a los anteriores en orientaciones metodológicas y en organización didáctica, pero tiene insuficiencias teóricas en algunos temas de Física Moderna y poca relación con los procesos de la Ingeniería Mecánica. La evaluación se mantuvo preferentemente tradicional, aunque se comenzaron a realizar los primeros experimentos con apoyo de las TIC.

El papel de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica se fortalece en los aspectos siguientes:

- Aumento del nivel de actualización de los contenidos
- Superior énfasis en el desarrollo de métodos de trabajo
- Mayor atención al desarrollo de habilidades
- Tendencia al establecimiento de vínculos con los problemas profesionales del ingeniero mecánico aspecto no resuelto totalmente aún.

No obstante los aspectos positivos que aportó el Plan D, el diagnóstico realizado en el anexo 3 permitió constatar varias insuficiencias en el objeto de investigación, entre las que se encuentran:

- Predominio de métodos tradicionales de enseñanza.
- Suministro de mucha información por parte del docente en el desarrollo de las actividades, lo que limita el aprendizaje de los estudiantes en independencia y creatividad.
- Falta de una concepción sistémica del uso de los medios en las actividades docentes a las que se enfrenta el estudiante: conferencias, clases prácticas, seminarios y prácticas de laboratorio.
- Divorcio entre el trabajo experimental y el resto de las formas de organización de la docencia. Sólo se ve la formación experimental desde el ámbito de las prácticas de laboratorio, es decir,

no se utilizan sistemáticamente las tareas experimentales en conferencias, clases prácticas y seminarios, y las demostraciones experimentales son muy escasas.

- Empleo muy limitado de las herramientas de computación durante las actividades de aprendizaje.
- Las tareas integradoras de la Física a los problemas profesionales son escasas.
- Insuficiente explotación de las potencialidades de los alumnos talentos.
- Falta de sistematización de los contenidos de la Física con el modo de actuación profesional y los procesos fundamentales de la Ingeniería Mecánica.
- No se diagnostican los conocimientos previos e intereses de los estudiantes.
- Falta de una concepción integral y productiva de la evaluación, con ausencia de la evaluación diagnóstica, de los exámenes para mejorar la nota y los de premio.

Entre los años 2008 y 2011 se continúan perfeccionando los objetos virtuales ya diseñados en la Universidad de Holguín y se inician los diseños de otros más consecuentes con los principios psicodidácticos y con la semipresencialidad parcial que concibe el plan D para los estudiantes del curso regular diurno. En este sentido se revelan la Multimedia de Física Moderna de Serrano (2007) y las páginas web integradas de Tamayo (2011).

Estos objetos diseñados carecían de requisitos para poder ser utilizados en la plataforma interactiva Moodle de la Universidad, por tanto, para inicios del 2013 se propone diseñar nuevos objetos virtuales de aprendizaje, acordes con las características y exigencias de los ambientes virtuales de aprendizaje a nivel mundial.

El análisis realizado al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la carrera de Ingeniería Mecánica permitió constatar que, aunque ha existido una tendencia a transitar de un aprendizaje reproductivo al productivo, no se le ha dedicado la suficiente atención: se presta más cuidado al

resultado que a su proceso. Los alumnos tienden al uso dogmático de los contenidos en la solución de ejercicios y problemas de esta ciencia. Las tareas relacionadas con los problemas profesionales son muy escasas y no se enseña a los estudiantes a organizar los conocimientos en un sistema. Estos no siguen una estrategia de aprendizaje productivo, donde se tenga en cuenta la estructura interna del sistema de conocimientos y los nexos lógicos entre los conceptos dados en la teoría y los problemas profesionales a los que tributan.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alonso, A.; Ortega, J. y Patiño, A. (1982). Cómo analizar y evaluar textos de Física General. Revista cubana de Educación Superior. Volumen 2. (Pp. 79-94).
2. Álvarez, C. (1981). Metodología de la Enseñanza de la Física. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de La Habana. Cuba.
3. Benavides, L. (1975). Óptica y Física Moderna. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
4. Benavides, L.; Augier, A. y Patiño, A. (1986). Física Moderna (Teoría y problemas). Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
5. Frish, S. y Timoreva, A. (1967). Curso de Física General en tres tomos. Editorial MIR. Moscú. URSS.
6. Garcías, A. (1997). Física General Aplicada: Novedosa concepción para la enseñanza de la Física en Ciencias técnicas. Tesis doctoral. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Ciudad de La Habana. Cuba.
7. Halliday, D. y Resnick, R. (1966): Física para estudiantes de ciencias e ingeniería. Edición Revolucionaria. La Habana. Cuba.
8. Halliday, D.; Resnick, R. y Krane, K. (1992). Física. Cuarta edición. Versión ampliada. Estados Unidos.

9. Horruitiner, P. (1986). El perfeccionamiento del sistema de conocimientos en la disciplina Física para estudiantes de ingeniería. Tesis doctoral. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.
10. MES. (1977). Programa de Física Plan "A". La Habana. Cuba.
11. MES. (1982). Programa de Física para las carreras de Ciencias Técnicas, Plan "B". La Habana. Cuba.
12. MES. (2007). Programa de la disciplina Física General para la carrera de Ingeniería Mecánica. Plan D. La Habana. Cuba.
13. Ortega, J. y Alonzo, A. (1983). Análisis y evaluación de Óptica y Física Moderna. Revista Cubana de Física.
14. Salazar, A.; Pino, O y Serrano, R. (1986). Guía de estudio de Óptica y Física Moderna para estudiantes de ingeniería. ENPES. La Habana. Cuba.
15. Sears, F.; Zemansky, M.; Young, H. y Freedman, R. (2008). Física Universitaria. Novena Edición. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.
16. Serrano, R. (2007). Material didáctico para la enseñanza semipresencial de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica. III Conferencia Internacional de la Universidad de Holguín. Cuba.
17. Tamayo, J. (1996). El sistema de conceptos de las magnitudes físicas de la mecánica para estudiantes de Ingeniería Mecánica. Tesis de Maestría. Santiago de Cuba. Cuba.
18. Tamayo, J.; Pérez, L.; Cuenca, D. y Mora, L. (2003). Perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en las carreras de ingeniería. Informe final al CITMA del proyecto de investigación pedagógico. Holguín. Cuba. (p. 97).

19. Tamayo, J. (2006). Concepción Didáctica Integradora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la carrera de Ingeniería Mecánica. Tesis doctoral. Universidad de Holguín. Holguín. Cuba.
20. Tamayo, R. (2011). Ambiente Virtual de Aprendizaje de Física Moderna para la carrera de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Holguín. Tesis de Maestría. Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya. Holguín. Cuba.

Anexo 7. Encuesta de disponibilidad y utilización de medios

Buenos días (tardes):

Estamos trabajando en un estudio referido al empleo de objetos virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en Cuba.

Solicitamos su colaboración para que conteste unas preguntas cuyas respuestas, confidenciales y anónimas, nos serán de mucha utilidad y serán incluidas en una tesis de doctorado en ciencias pedagógicas.

Le pedimos responda con la mayor sinceridad posible.

Muchas gracias por tomar parte de su tiempo para brindarnos su ayuda.

1. Con respecto a la disponibilidad de medios didácticos para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, marque las ideas que considere acertadas:

---- Existen muchos medios

---- Existen abundantes medios

---- Los medios son suficientes

---- Existen medios pero no cubren la totalidad de las necesidades

---- No existen medios

2. ¿Con qué frecuencia utiliza los medios didácticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física?

---- Siempre

---- Casi siempre

---- A veces

---- Pocas veces

---- Nunca

3. ¿Cómo valora la eficiencia del uso de los medios didácticos que existen en la Universidad de Holguín para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física?

---- Muy eficientes

---- Eficientes

---- Medianamente eficientes

---- Poco eficientes

---- Ineficientes

Resultados

Total de profesores de Física del departamento: 15

Encuestados: 12

Tabla 7. Resultados de la encuesta de disponibilidad y utilización de medios

1. Disponibilidad de medios didácticos para el PEA de la Física				
Existen muchos medios	Existen abundantes medios	Los medios son suficientes	Existen medios pero no cubren las necesidades	No existen medios
0	1	1	10	0
2. Utilización de medios didácticos en el PEA de la Física				
Siempre	Casi siempre	A veces	Pocas veces	Nunca
1	6	4	1	0
3. Eficiencia del uso de medios didácticos para el PEA de la Física				
Muy eficientes	Eficientes	Medianamente eficientes	Poco eficientes	Ineficientes
0	11	0	1	0

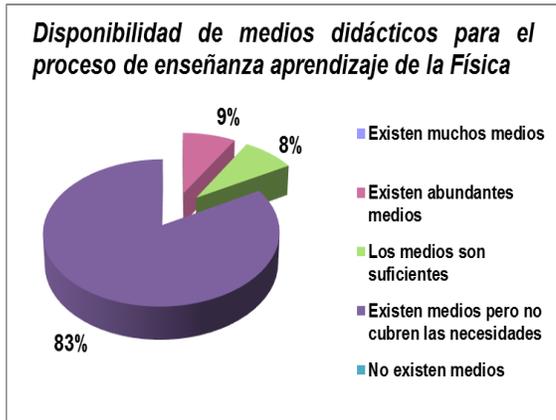


Figura 8. Disponibilidad de medios didácticos para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.

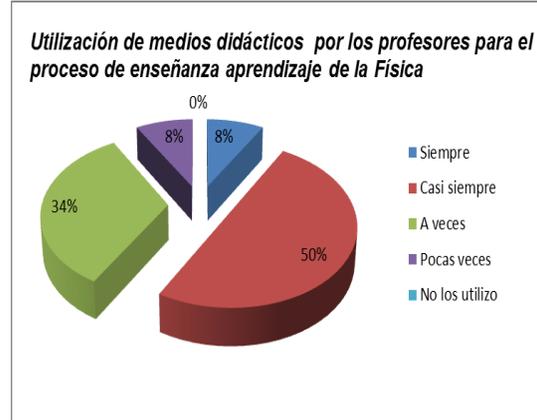


Figura 9. Utilización de medios didácticos por parte de los profesores en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.

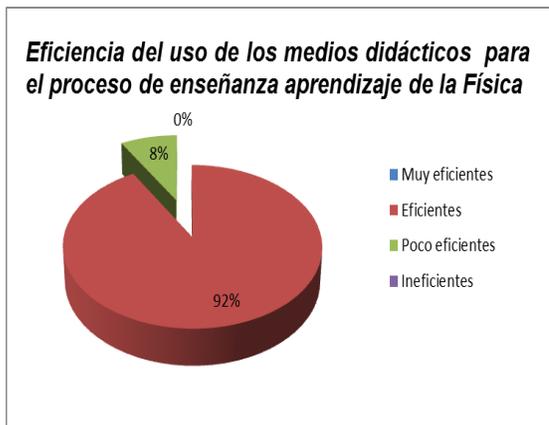


Figura 10. Eficiencia del uso de los medios didácticos para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.

Anexo 8. Encuesta a profesores: preparación para enfrentar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física

1. ¿Es graduado de Física?

---- Sí

---- No

2. ¿Estudió en una universidad pedagógica?

---- Sí

---- No

3. ¿Qué cantidad de años de experiencia posee impartiendo clases?

---- 0 a 5 años

---- 6 a 10 años

---- 11 a 15 años

---- más de 15 años

4. ¿Cómo valora su preparación para enfrentar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física?

---- Excelente

---- Muy bueno

---- Bueno

---- Regular

---- Malo

Resultados

Total de profesores de Física del departamento: 15

Encuestados: 12

Tabla 8. Resultados de la encuesta a profesores sobre su preparación para enfrentar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física

1. ¿Es graduado de Física?	
Sí	8
No	4
2. ¿Estudió en universidad pedagógica?	
Sí	8
No	4
3. ¿Qué cantidad de años de experiencia posee impartiendo clases?	
0-5 años	2
6-10 años	3
11-15 años	2
más de 15 años	5
4. ¿Cómo valora su preparación para enfrentar el PEA de la Física?	
Excelente	2
Muy bueno	4
Bueno	6
Regular	0
Malo	0

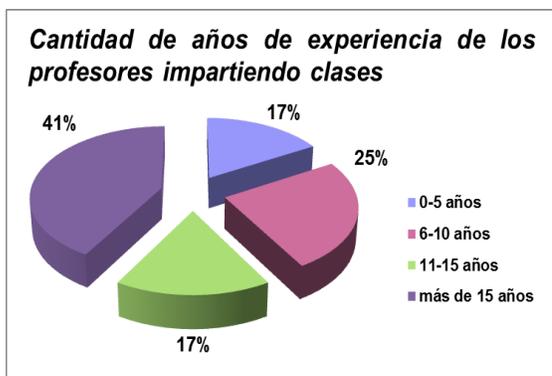


Figura 11. Años de experiencia como docente.



Figura 12. Autovaloración relativa a la preparación para enfrentar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.

Anexo 9. Encuesta a profesores: uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física

1. ¿Conoce las ventajas del uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje?

---- Sí ---- No

2. ¿En qué medida utiliza las TIC en el proceso de enseñanza de la Física?

---- Mucho

---- Frecuentemente

---- Regularmente

---- Poco

---- No las utilizo

En caso de responder que no las utiliza exponga al menos una de las causas:

3. ¿Utiliza medios didácticos elaborados a partir del uso de las TIC que hayan sido concebidos por usted mismo?

---- Sí ---- No

4. En caso de responder Sí, indique si ha utilizado algún criterio didáctico, psicológico o tecnológico para su diseño y/o su utilización.

---- Sí ---- No

5. ¿Logras vincular los contenidos de la asignatura con la carrera en la que impartes clases?

---- Sí ---- No

Resultados

Total de profesores de Física del departamento: 15

Encuestados: 12

Tabla 9. Utilización de las TIC por los profesores en el proceso de enseñanza-aprendizaje

1. ¿Conoce las ventajas del uso de las TIC en el PEA?	
Sí	12
No	0
2. ¿En qué medida utiliza las TIC en el PEA de la Física?	
Mucho	5
Frecuentemente	0
Regularmente	0
Poco	7
No las utilizo	0
3. ¿Utiliza medios didácticos elaborados a partir del uso de las TIC que hayan sido concebidos por usted mismo?	
Sí	8
No	4
4. En caso de responder Sí, ¿ha utilizado algún criterio para el diseño y la utilización de los medios?	
Sí	7
No	1
5. ¿Vincula su asignatura con la carrera en la que imparte clases?	
Sí	12
No	0

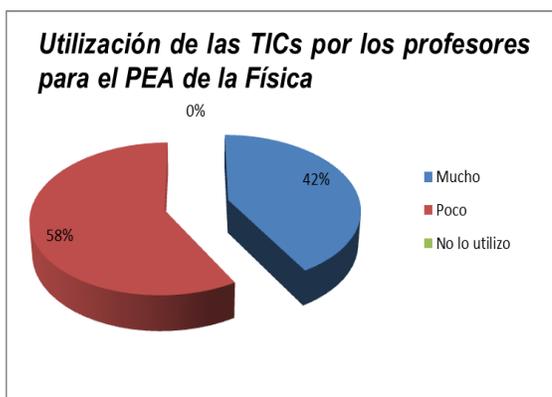


Figura 13. Utilización de las TIC por los profesores en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

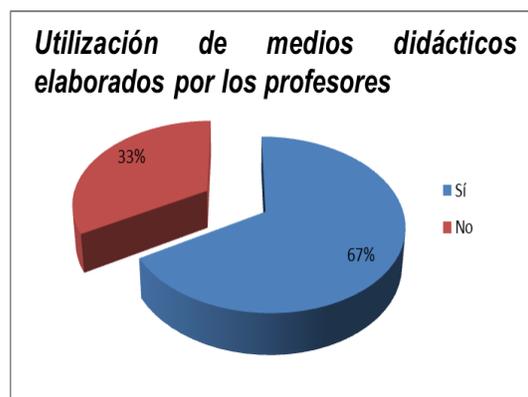


Figura 14. Utilización de medios elaborados por los profesores.

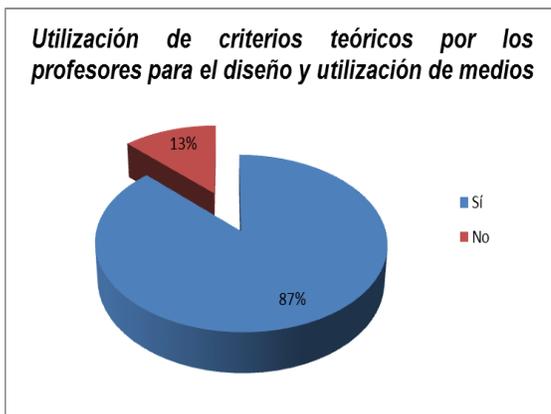


Figura 15. Utilización de criterios teóricos para el diseño y utilización de medios.

Nota:

No se presentan los gráficos correspondientes a las preguntas 1 y 5 porque los resultados son del 100%.

Anexo 10. Variables, indicadores y formas de medición para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna interrelacionado con la Ingeniería Mecánica y mediado por objetos virtuales

Tabla 10. Variables e indicadores para favorecer la interiorización de los contenidos de Física Moderna y su aplicación en la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica

VARIABLES	NÚMERO	INDICADORES	OBSERVACIÓN PARTICIPANTE	TES T	ENCUEST A	ENTREVIST A
Interiorización de los contenidos de Física Moderna	1.1	Explicación de fenómenos	X	X		
	1.2	Conocimientos de leyes y principios	X	X		
	1.3	Aplicación de leyes y principios en problemas tipo		X		X
	1.4	Aplicación de conocimientos previos en temas nuevos	X	X	X	
	1.5	Interrelación de temas de Física	X	X		X
Comprensión de los procesos de la carrera de Ingeniería Mecánica a través de la Física Moderna	2.1	Conocimientos de las aplicaciones de la Física Moderna en la sociedad	X	X		
	2.2	Conocimientos de los procesos de Ingeniería Mecánica		X	X	X
	2.3	Aplicación de temas de Física Moderna a procesos de Ingeniería Mecánica	X		X	X

	2.4	Visión económica de la aplicación de los temas de Física Moderna en los procesos de Ingeniería Mecánica	X	X	X	
	2.5	Visión medioambiental de la aplicación de los temas de Física Moderna en los procesos de Ingeniería Mecánica	X	X	X	
Comunicación multidireccional	3.1	Motivación por el aprendizaje de la Física Moderna	X		X	X
	3.2	Interacción profesor-estudiante			X	X
	3.3	Interacción estudiante-estudiante			X	X
	3.4	Interacción estudiante-OVA			X	X
	3.5	Interacción en el AVEA	X		X	X

Anexo 11. Objetivos formativos de la Física Moderna para la carrera de Ingeniería Mecánica

1. Caracterizar las leyes que rigen las Radiaciones Térmicas y su importancia para los procesos de la Ingeniería Mecánica como manifestación de una concepción científica del mundo.
2. Demostrar la aplicabilidad de la teoría fotónica de la luz en los procesos de transformación de la energía.
3. Caracterizar los mecanismos de emisión atómica dentro del modelo del átomo de Bohr para vincularlos con los procesos de la carrera de Ingeniería Mecánica.
4. Caracterizar el modelo de la relación onda corpúsculo para la comprensión del cuadro mecánico cuántico.
5. Aplicar de manera productiva los elementos de la Mecánica Cuántica como sustento del cuadro mecánico-cuántico de la Física dentro de los procesos de la Ingeniería Mecánica.

Anexo 12. Relaciones entre los temas de Física Moderna y los procesos de Ingeniería Mecánica

Temas de Física Moderna a impartir en el segundo año de Ingeniería Mecánica según MES (2007):

1. Radiación térmica. Leyes de Kirchhoff, Stefan-Boltzman y Wien. Fórmula de Planck. Pirómetro Óptico.
2. Efecto fotoeléctrico. Teoría fotónica de la luz.
3. Postulados de Bohr en la descripción del átomo de Hidrógeno. Series espectrales.
4. Hipótesis de D'Broglie. Propiedades ondulatorias de las micropartículas. Relaciones de indeterminación.
5. Ecuación de Schrödinger. Función de onda. Cuantificación de la energía y del impulso. Pozo de potencial. Oscilador armónico y átomo de Hidrógeno.
6. Metales alcalinos. Espectro. Multiplicidad y spin del electrón. Momento mecánico en átomos de dos electrones. Momento magnético del átomo. Principio de Pauli y distribución de electrones por niveles de energía. Espectro de rayos X. Emisión inducida. Láser. Características ópticas de la emisión.
7. Red cristalina. Índices de Miller. Celdas elementales. Parámetros de la red. Defectos en los cristales. Difracción y absorción de rayos X en metales. Aplicaciones.
8. Propiedades térmicas de los materiales. Calor específico. Temperatura de fusión. Conductividad térmica. Dilatación térmica. Clasificación de los materiales según sus propiedades eléctricas. Variación de la resistividad con la temperatura. Teoría de bandas. Propiedades magnéticas de los materiales. Ferromagnetismo.
9. Propiedades de los LASER. Aplicaciones.
10. Núcleo atómico. Estructura. Fuerzas nucleares. Radiactividad. Reacciones nucleares. Partículas. Alcance. Utilización industrial de los radioisótopos.

11. Elementos de cosmología.

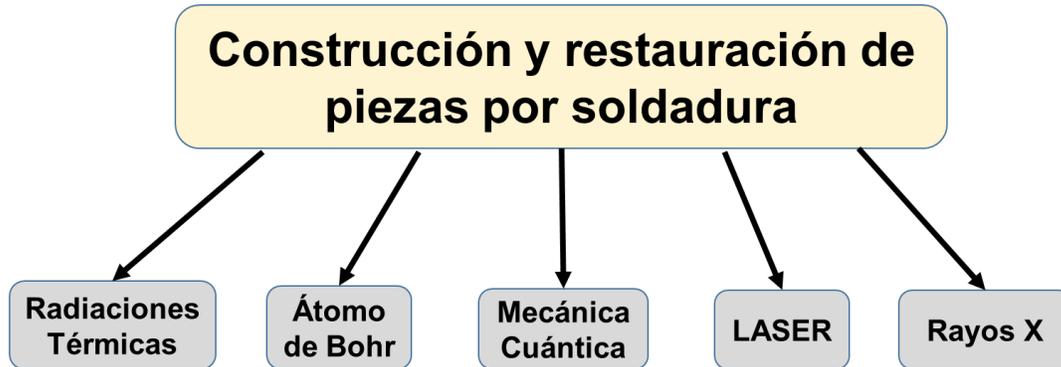


Figura 16. Relaciones entre los temas de Física Moderna y los procesos de construcción y restauración de piezas por soldadura.

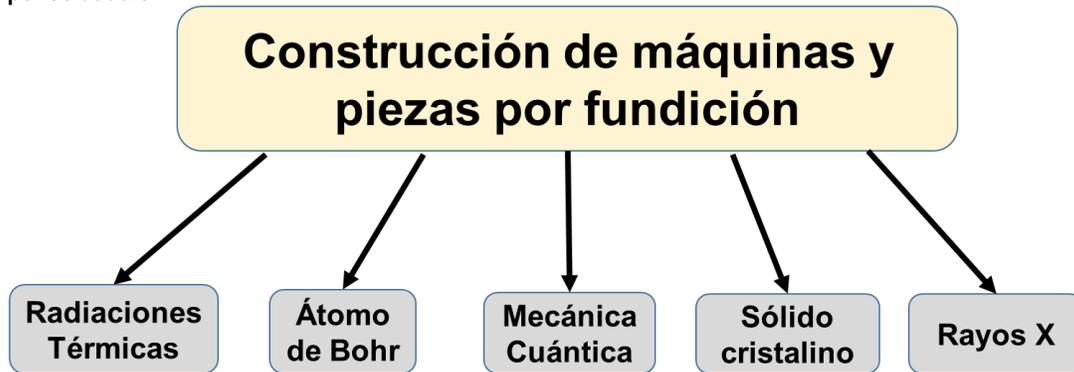


Figura 17. Relaciones entre los temas de Física Moderna y los procesos de construcción de máquinas y piezas por fundición.

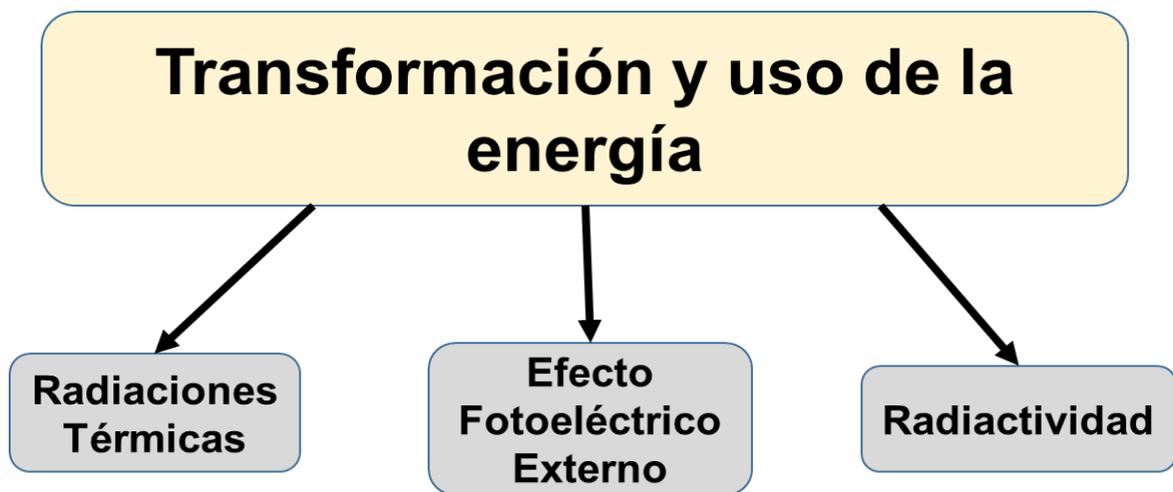


Figura 18. Relaciones entre los temas de Física Moderna y los procesos de transformación y uso de la energía.

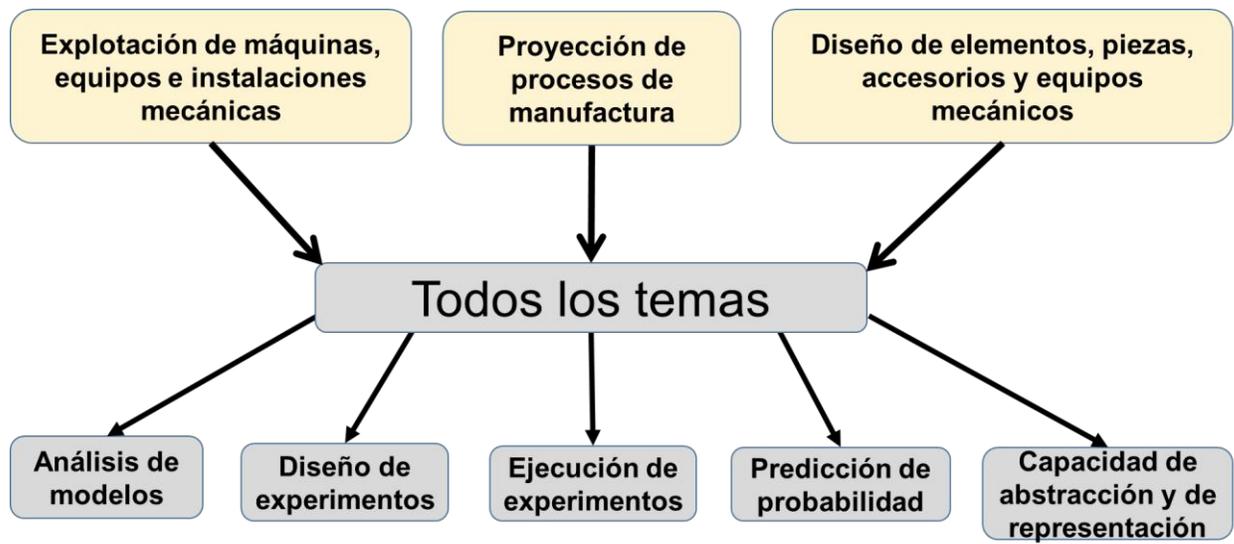


Figura 19. Relaciones entre los temas de Física Moderna y los procesos de: explotación de máquinas, equipos e instalaciones mecánicas; proyección de procesos de manufactura y diseño de elementos, piezas, accesorios y equipos mecánicos.

Anexo 13. Guía de entrevistas a profesores para el diagnóstico de las limitaciones en la comunicación multidireccional

¿Qué estrategias utiliza usted para comunicarse con sus estudiantes?

¿Cuál es el método que más utiliza para enseñar Física?

¿Utiliza usted la plataforma Moodle para establecer comunicación con sus estudiantes? ¿Qué tipo de recursos ha utilizado dentro de ella?

Anexo 14. Aplicación del criterio de experto

Anexo 14.1. Composición, características y coeficiente de competencia de los expertos que valoraron la pertinencia de la concepción

Tabla 11. Procesamiento de las características de los expertos

Experto	Título académico	Categoría docente	Experiencia Docente	K _c	K _α	K
1	Dr.	PT	42	0,92	0,90	0,91
2	Dr.	PT	39	0,89	0,91	0,90
3	MSc.	PA	31	0,93	0,92	0,93
4	Dr.	PT	39	0,87	0,95	0,91
5	Dr. y MSc.	PA	35	0,96	0,94	0,95
6	Dr.	PT	38	0,91	0,92	0,92
7	MSc.	PT	47	0,91	0,89	0,90
8	Dr. y MSc.	PA	35	0,88	0,89	0,89
9	MSc.	PA	31	0,85	0,90	0,88
10	Dr.	PT	45	0,93	0,91	0,92
11	MSc.	PA	31	0,94	0,95	0,95
12	Dr. y MSc.	PA	49	0,91	0,93	0,92
13	Dr. y MSc.	PA	44	0,89	0,91	0,90
14	Dr.	PA	34	1,00	0,90	0,95
15	Dr.	PA	45	0,90	1,00	0,90
16	Dr.	PA	44	1,00	1,00	1,00
17	Dr. y MSc.	PA	45	0,90	1,00	0,95
18	Dr.	PT	34	0,90	1,00	0,95
19	Dr.	PA	18	0,90	0,80	0,85
20	Dr. y MSc.	PA	29	0,70	0,90	0,80
21	Dr.	PA	34	0,70	1,00	0,85
22	Dr.	PA	24	0,80	1,00	0,90
23	Dr.	Asistente	22	1,00	0,90	0,95
24	Dr.	Asistente	22	0,90	0,90	0,90
25	Dr.	PT	30	0,90	0,90	0,90
26	Dr.	PT	39	0,89	0,91	0,90
27	MSc.	PA	35	0,96	0,94	0,95
28	Dr.	PT	45	0,93	0,91	0,92
29	Dr. y MSc.	PA	45	0,90	1,00	0,90

30	Dr.	PA	34	0,70	1,00	0,85
31	Dr. y MSc.	PA	24	0,80	1,00	0,90
32	Dr.	Asistente	22	0,90	0,90	0,90
33	Dr.	PT	39	0,89	0,91	0,90
34	Dr. y MSc.	PT	45	0,93	0,91	0,92
35	Dr.	PT	42	0,92	0,90	0,91
36	Dr. y MSc.	PA	45	0,93	0,91	0,92
37	Dr.	PA	45	0,90	1,00	0,95

Anexo 14.2. Encuesta para determinar el coeficiente de competencia del experto

Usted ha sido seleccionado como posible experto para ser consultado respecto al grado de pertinencia de la propuesta de una concepción didáctica integradora de la Física Moderna para la carrera de Ingeniería Mecánica con la mediación de objetos virtuales de aprendizaje.

Necesitamos, antes de realizarle la consulta correspondiente como parte del método empírico de investigación “consulta a expertos”, determinar su coeficiente de competencia en este tema, a los efectos de reforzar la validez del resultado de la consulta que realizaremos. Por esta razón le rogamos que responda de la forma más objetiva que le sea posible las preguntas siguientes:

Datos generales

Nombre y apellidos: _____

Institución a la que pertenece: _____

Cargo actual: _____

Calificación profesional, grado científico o académico:

Profesor: _____

Licenciado: _____

Especialista: _____

Master: _____

Doctor: _____

Años de experiencia en el cargo: _____

Años de experiencia docente y/o en la investigación: _____

Explicación de la encuesta

1.- Marque con una cruz (X) en la tabla que se le ofrece, el valor que se corresponde con el grado de conocimientos que usted posee sobre el tema “concepción didáctica integradora de la Física Moderna

para la carrera de Ingeniería Mecánica”. Considere que la escala que le presentamos es ascendente, es decir, el conocimiento sobre el tema referido va creciendo desde 0 hasta 10.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2.- Valore el grado de influencia que cada una de las fuentes que le presentamos a continuación, ha tenido en su conocimiento y criterio sobre la “concepción didáctica integradora interdisciplinaria de la Física Moderna para la carrera de Ingeniería Mecánica”. Para ello marque con una cruz (X), según corresponda, en **A** (alto), **M** (medio) o **B** (bajo).

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
Análisis teóricos realizados por usted			
Su experiencia obtenida			
Trabajo de autores nacionales			
Trabajo de autores extranjeros			
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero			
Su intuición			

Anexo 14.3. Cuestionario para valorar la pertinencia de la concepción

Como parte del tema de tesis de Doctorado en Ciencias Pedagógicas se elaboró una concepción didáctica integradora de la Física Moderna para la carrera de Ingeniería Mecánica con la mediación de objetos virtuales. Se anexa a este cuestionario dicha propuesta con el interés de conocer su opinión con relación a:

- Grado de pertinencia de los subsistemas que se proponen para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica.
- ¿Qué opinión usted tiene sobre las categorías que se presentan en esta concepción didáctica integradora de la Física Moderna para la carrera de Ingeniería Mecánica?
- Las consideraciones que nos puede sugerir sobre la pertinencia de la mediación de objetos virtuales de aprendizaje para dinamizar esta concepción didáctica.

A continuación, le presentamos una tabla que contiene una síntesis de los componentes fundamentales de la concepción y sus subsistemas, según su posición jerárquica para su implementación. Responda el cuestionario empleando para ello la escala siguiente: Muy Adecuado (MA), Bastante Adecuado (BA), Adecuado (A), Poco Adecuado (PA), No Adecuado (NA).

Le agradecemos anticipadamente el esfuerzo que sabemos hará para responder, con la mayor fidelidad posible, la presente encuesta.

Cuestionario

1. Marque con una x el grado de adecuación que usted aprecia en:

Aspectos	(MA)	(BA)	(A)	(PA)	(NA)
El modo en que la concepción explica el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la Ingeniería Mecánica con la mediación de objetos virtuales.					
La estructuración de la concepción en subsistemas y componentes					

El modo en que están expresadas las relaciones entre los subsistemas y componentes					
La suficiencia con que la concepción presentada reúne las características de un sistema					

2. Marque con una x la categoría que usted le otorga a la correspondencia entre las denominaciones dadas a los subsistemas con sus componentes y el contenido que ha sido expresado en cada uno de ellos.

Número	Ítems	(MA)	(BA)	(A)	(PA)	(NA)
Subsistema Psicológico						
1	Denominación del subsistema					
2	Explicación de su contenido					
3	Componente: Comunicación multidireccional					
4	Denominación del componente					
5	Explicación de su contenido					
6	Componente: Motivación al aprendizaje					
7	Denominación del componente					
8	Explicación de su contenido					
9	Componente: Sensopercepción					
10	Denominación del componente					
11	Explicación de su contenido					
12	Definición de la función resultante del subsistema					
Subsistema Didáctico						
13	Denominación del subsistema					
14	Explicación de su contenido					
15	Componente: Integración de los componentes didácticos en los OVA					
16	Denominación del componente					
17	Explicación de su contenido					
18	Componente: Características tecnológicas de los OVA					
19	Denominación del componente					
20	Explicación de su contenido					
21	Componente: Carácter desarrollador de la relación estudiante-OVA-profesor					
22	Denominación del componente					
23	Explicación de su contenido					
24	Definición de la función resultante del subsistema					
Subsistema Ingenieril						
25	Denominación del subsistema					
26	Explicación de su contenido					

27	Componente: Procesos de Ingeniería Mecánica					
28	Denominación del componente					
29	Explicación de su contenido					
30	Componente: Contribución de la Física Moderna al pensamiento ingenieril					
31	Denominación del componente					
32	Explicación de su contenido					
33	Componente: Carácter transversal de la visión CTESMA					
34	Denominación del componente					
35	Explicación de su contenido					
36	Definición de la función resultante del subsistema					
Definición de la función de orden superior resultante del sistema						

3. Escriba a continuación que aspectos de los que se someten a su opinión, considera que deben ser incluidos o eliminados en esta propuesta:

Aspectos que se proponen ser incluidos	Aspectos que se proponen ser eliminados

4. Señale si considera que el nombre de algunos de los aspectos de la propuesta, debe ser cambiado:

El aspecto aparece como	El aspecto debe ser cambiado por

5. Exprese otra sugerencia que usted desee hacer sobre la concepción didáctica integradora.

Anexo 14.4. Resultados del criterio de expertos para la valoración de la pertinencia de la concepción didáctica integradora

Tabla 12. Procesamiento de las fuentes de argumentación

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
Análisis teóricos realizados por usted	21	13	3
Su experiencia obtenida	25	11	1
Trabajo de autores nacionales	24	13	0
Trabajo de autores extranjeros	20	16	1
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero	19	15	3
Su intuición	28	9	0

Tabla 13. Grado de adecuación que los expertos aprecian en la concepción didáctica integradora

Aspectos	(MA)	(BA)	(A)	(PA)	(NA)
El modo en que la concepción explica el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la Ingeniería Mecánica con la mediación de objetos virtuales.	19	15	3	0	0
La estructuración de la concepción en subsistemas y componentes	17	18	2	0	0
El modo en que están expresadas las relaciones entre los subsistemas y componentes	21	15	1	0	0
La suficiencia con que la concepción presentada reúne las características de un sistema	20	16	0	0	0

Tabla 14. Valoración de los expertos en cuanto a la correspondencia entre las denominaciones dada a los subsistemas con sus componentes y el contenido que ha sido expresado en cada uno de ellos. Ronda 1

Ítems	(MA)	(BA)	(A)	(PA)	(NA)	Clasificación
1	19	15	2	1	0	-0,44 (Muy adecuado)
2	17	19	0	1	0	-0,54 (Muy adecuado)
3	8	10	7	10	2	0,49 (Bien adecuado)
4	7	11	6	10	3	0,54 (Bien adecuado)
5	7	15	7	5	3	0,37 (Bien adecuado)
6	21	16	0	0	0	-1,50 (Muy adecuado)
7	10	6	12	5	4	0,42 (Bien adecuado)
8	21	15	1	0	0	-1,05 (Muy adecuado)
9	18	16	3	0	0	-0,87 (Muy adecuado)
10	18	18	1	0	0	-1,00 (Muy adecuado)
11	20	15	2	0	0	-0,95 (Muy adecuado)
12	21	13	3	0	0	-0,92 (Muy adecuado)
13	20	17	0	0	0	-1,48 (Muy adecuado)
14	21	15	1	0	0	-1,05 (Muy adecuado)
15	17	18	2	0	0	-0,90 (Muy adecuado)
16	22	15	0	0	0	-1,52 (Muy adecuado)
17	18	19	0	0	0	-1,45 (Muy adecuado)
18	10	15	4	5	3	0,24 (Bien adecuado)
19	2	4	5	17	9	1,18 (Adecuado)
20	9	9	10	6	3	0,41 (Bien adecuado)
21	17	20	0	0	0	-1,43 (Muy adecuado)
22	18	16	3	0	0	-0,87 (Muy adecuado)
23	17	19	1	0	0	-0,98 (Muy adecuado)
24	21	16	0	0	0	-1,50 (Muy adecuado)
25	19	18	0	0	0	-1,47 (Muy adecuado)

26	20	15	2	0	0	-0,95 (Muy adecuado)
27	17	19	1	0	0	-0,98 (Muy adecuado)
28	22	14	1	0	0	-1,07 (Muy adecuado)
29	17	18	2	0	0	-0,90 (Muy adecuado)
30	8	9	6	12	2	0,55 (Bien adecuado)
31	8	10	7	10	2	0,49 (Bien adecuado)
32	6	10	8	8	5	0,60 (Bien adecuado)
33	16	21	0	0	0	-1,41 (Muy adecuado)
34	8	9	10	8	2	0,47 (Bien adecuado)
35	9	12	11	5	0	0,26 (Bien adecuado)
36	5	10	12	10	0	0,58 (Bien adecuado)

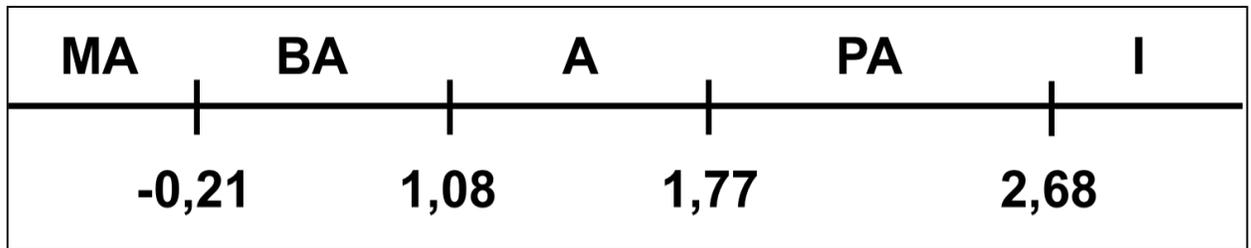


Figura 20. Puntos de corte para valoración de los ítems seleccionados. Ronda 1.

Tabla 15. Valoración de los expertos en cuanto a la correspondencia entre las denominaciones dada a los subsistemas con sus componentes y el contenido que ha sido expresado en cada uno de ellos. Ronda 2

Ítems	(MA)	(BA)	(A)	(PA)	(NA)	Clasificación
1	19	15	2	1	0	-0,24 (Muy adecuado)
2	17	19	0	1	0	-0,34 (Muy adecuado)
3	15	18	4	0	0	-0,58 (Muy adecuado)
4	14	16	7	0	0	-0,47 (Muy adecuado)
5	18	12	7	0	0	-0,54 (Muy adecuado)
6	21	16	0	0	0	-1,30 (Muy adecuado)
7	17	15	4	1	0	-0,13 (Muy adecuado)
8	21	15	1	0	0	-0,85 (Muy adecuado)
9	18	16	3	0	0	-0,67 (Muy adecuado)
10	18	18	1	0	0	-0,80 (Muy adecuado)
11	20	15	2	0	0	-0,76 (Muy adecuado)
12	21	13	3	0	0	-0,72 (Muy adecuado)
13	20	17	0	0	0	-1,28 (Muy adecuado)
14	21	15	1	0	0	-0,85 (Muy adecuado)
15	17	18	2	0	0	-0,71 (Muy adecuado)
16	22	15	0	0	0	-1,32 (Muy adecuado)
17	18	19	0	0	0	-1,25 (Muy adecuado)
18	10	15	4	5	3	0,44 (Bien adecuado)
19	6	8	13	6	4	-0,01 (Bien adecuado)
20	9	9	10	6	3	0,61 (Bien adecuado)
21	17	20	0	0	0	-1,23 (Muy adecuado)
22	18	16	3	0	0	-0,67 (Muy adecuado)
23	17	19	1	0	0	-0,79 (Muy adecuado)
24	21	16	0	0	0	-1,30 (Muy adecuado)
25	19	18	0	0	0	-1,27 (Muy adecuado)

26	20	15	2	0	0	-0,76 (Muy adecuado)
27	17	19	1	0	0	-0,79 (Muy adecuado)
28	22	14	1	0	0	-0,87 (Muy adecuado)
29	17	18	2	0	0	-0,71 (Muy adecuado)
30	18	14	5	0	0	-0,60 (Muy adecuado)
31	16	19	2	0	0	-0,69 (Muy adecuado)
32	15	18	2	0	0	-0,68 (Muy adecuado)
33	16	21	0	0	0	-1,22 (Muy adecuado)
34	8	9	10	8	2	0,67 (Bien adecuado)
35	9	12	11	5	0	0,46 (Bien adecuado)
36	5	10	12	10	0	0,78 (Bien adecuado)

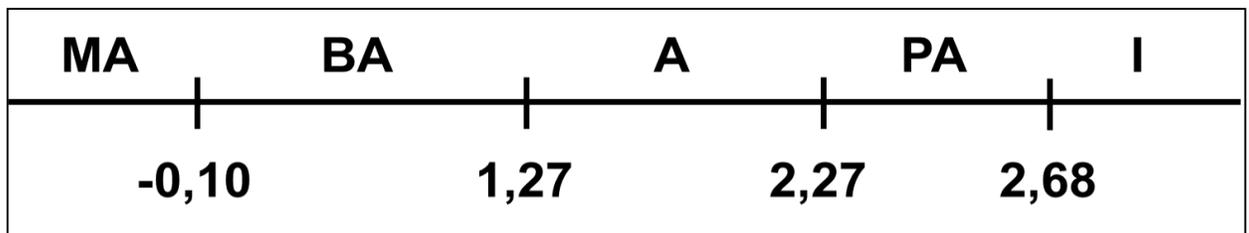


Figura 21. Puntos de corte para valoración de los ítems seleccionados. Ronda 2.

Anexo 15. Instrumentos para la valoración de la efectividad de aplicación de la estrategia didáctica

Anexo 15.1. Guía de observación para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por OVA

Objetivo: Constatar el desarrollo efectivo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna mediado por OVA en la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Holguín.

Objeto: El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna.

Contenido

- Organización didáctica de la asignatura
- Nivel de colaboración entre alumnos
- Relaciones profesor-alumno y alumno-alumnos
- Nivel de utilización de los OVA y el AVEA
- Aplicabilidad de contenidos de Física Moderna en procesos de la Ingeniería Mecánica.

Subsistema I: Psicológico

Indicadores

1. Motivación por el aprendizaje de la Física Moderna
2. Interacción en el AVEA

Subsistema II: Didáctico

Indicadores

1. Explicación de fenómenos
2. Conocimientos de leyes y principios
3. Aplicación de conocimientos previos en temas nuevos
4. Interrelación de temas de Física.

Subsistema III: Ingenieril

1. Conocimientos de las aplicaciones de la Física Moderna en la sociedad
2. Aplicación de temas de Física Moderna a procesos de Ingeniería Mecánica
3. Visión económica de la aplicación de los temas de Física Moderna en los procesos de Ingeniería Mecánica
4. Visión medioambiental de la aplicación de los temas de Física Moderna en los procesos de Ingeniería Mecánica.

Fases del proceso de observación

- Recopilación de datos
- Organización de la información
- Sistematización de lo observado
- Interpretación de lo observado
- Guía de observación
- Generalidades
- Tipo de actividad
- Fecha y Centro
- Integrantes (participación).

Mediante la presente guía de observación del aula de clases se pretende obtener un conjunto de datos de interés. El propósito de su aplicación no radica en un estricto y detallado control y medición de los elementos que la conforman, sino que ofrezca información sobre el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna interrelacionado con la Ingeniería Mecánica y mediado por OVA, en la aplicación de la estrategia didáctica.

Para registrar en la hoja de observación del aula, no es necesario que el investigador proceda a rellenarla, como si de un inventario se tratase durante su periodo de clases. La intención es obtener una percepción lo más general y completa posible, de cada una de los indicadores declarados. Además, la aplicación de este instrumento no requiere de tiempo adicional especial, pues existen otros instrumentos que servirán de triangulación de los resultados.

1. **¿Cómo está organizada didácticamente la asignatura?:** por temáticas, por temas generales, sin interrelación entre sus temas, sin interrelación con los procesos de la carrera...
2. **¿Cómo son las relaciones de colaboración entre los distintos grupos?:** entre alumnos, alumnos y profesor...
3. **¿El profesor trabaja en la elaboración de proyectos de aplicación con sus estudiantes?**
¿Planifican juntos el trabajo? ¿Debaten entre ellos?
4. **¿Cómo es la interacción en el AVEA?:** personal, por grupos...
5. **¿Se logra dar visión económica y medio ambiental en la aplicación de la asignatura?**
6. **¿Se logran comprender los procesos de la Ingeniería Mecánica?**

Anexo 15.2. Pre-test y pos-test aplicado a los estudiantes durante el curso

Estimados estudiantes:

Se está haciendo una investigación sobre el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Holguín. Nuestro interés está dirigido a obtener información que ayude al mejoramiento del mismo, por lo que necesitamos que usted nos responda de forma sincera las preguntas que se le formularán. Su información será confidencial, de mucho valor y solo se empleará para los fines antes dichos. Muchas gracias.

Datos generales

a) ¿En qué tipo de escuela estudió antes de entrar a la universidad?

b) Becado o Seminterno:

c) Provincia:

d) Edad _____ e) Sexo _____

f) Opción en la que entra a la carrera:

g) ¿Cómo valora usted su motivación por la carrera?

Contenido a evaluar

1. Mencione uno o varios fenómenos que usted conozca de la Física Moderna.

2. Escriba la ley fundamental que rige cada uno de los fenómenos mencionados.

3. Ha aplicado alguna de estas leyes en problemas de la Física.

4. Para aplicarlas ha tenido que utilizar conocimientos previos.

5. ¿Conoce usted alguna aplicación de esta ciencia en la sociedad?

6. Mencione uno o varios procesos de la carrera que estudia.

7. ¿Cómo valora usted la visión económica que le han dado las asignaturas precedentes en su carrera?

8. ¿Cómo valora usted la visión medioambiental que le han dado las asignaturas precedentes en su carrera?

Nota

Para el pos-test se aplica el mismo cuestionario pero sin llenar los datos generales. El mismo se puede completar con los análisis de las evaluaciones sistemáticas en clases prácticas, seminarios, talleres de aplicación, pruebas parciales y pruebas finales.

Anexo 15.3. Encuesta final a estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Mecánica

Estimado estudiante:

Como ya conoce, usted ha sido parte de una investigación acerca del desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna en su carrera. El objetivo de esta encuesta es valorar su percepción acerca del logro de determinados indicadores. Le pedimos responda con total sinceridad según su opinión del logro de los mismos. Sus resultados serán de mucha ayuda y se utilizarán de forma anónima solo para este trabajo.

Marque con una **X** según su valoración entre Muy logrado (ML), Bien logrado (BL), Regularmente logrado (RL), Poco logrado (PL) y No logrado (NL):

Indicadores	ML	BL	RL	PL	NL
Aplicación de conocimientos previos de Física Moderna en temas nuevos					
Conocimientos de los procesos de Ingeniería Mecánica					
Aplicación de temas de Física Moderna a procesos de Ingeniería Mecánica					
Visión económica de la aplicación de los temas de Física Moderna en los procesos de Ingeniería Mecánica					
Visión medioambiental de la aplicación de los temas de Física Moderna en los procesos de Ingeniería Mecánica					
Motivación por el aprendizaje de la Física Moderna					
Interacción con el profesor					
Interacción con sus compañeros					
Interacción con los OVA					
Interacción en el AVEA					

Anexo 15.4. Entrevista final a profesores de Física Moderna acerca del desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna interrelacionado con la Ingeniería Mecánica y mediado por objetos virtuales de aprendizaje

Protocolo de conversación

Horario/ duración/ escenario (lugar)/ nombre

Objetivo: Constatar la percepción de los profesores acerca del desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna interrelacionado con la Ingeniería Mecánica y mediado por objetos virtuales.

Guía de temas propuestos para el debate

Años de experiencia dando clases de Física Moderna.

Conocimientos de la teoría de esta ciencia.

Conocimientos de aplicaciones de esta ciencia en la sociedad y en la ingeniería.

Habilidades comunicativas.

Habilidades para el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Satisfacción con el logro de los estudiantes en el desarrollo de los indicadores propuestos.

Estructura de la entrevista

- Consigna
- Recopilación de información (anotación detallada)
- Organización de la información
- Sistematización de la información registrada
- Interpretación de la información registrada.

Conducción de la entrevista

Compañero(a):

Es de interés de esta investigación científica conocer algunos elementos referidos a su percepción acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física desarrollado en este curso. Sus criterios permitirán realizar interpretaciones muy valiosas de carácter científico. Le pedimos que ofrezca las respuestas a las interrogantes con toda la sinceridad posible, lo que contribuirá a mejorar el trabajo escolar. Le garantizamos nuestra discreción y le anticipamos nuestro agradecimiento.

Cuestionario

Generalidades: edad, años de experiencia docente, titulación máxima alcanzada.

1. ¿Cómo valora usted el logro de los estudiantes en la aplicación de leyes y principios en problemas tipo de la Física Moderna?
2. ¿Cómo considera que se ha logrado la interrelación de temas de la Física Moderna?
3. ¿Qué opinión puede dar acerca del logro de los estudiantes en la aplicación de temas de Física Moderna y en la comprensión de los procesos de Ingeniería Mecánica?
4. ¿Considera adecuada la motivación por el aprendizaje de la Física Moderna que se logró en los estudiantes a través del método de proyecto que se aplicó?
5. ¿Cómo valora la interacción lograda entre: profesores-estudiantes y estudiante-grupo?
6. ¿Cómo considera usted que se desarrolló la interacción de los estudiantes con los OVA y con el AVEA?

Anexo 15.5. Prueba de signos aplicada al grupo experimental 1 y al grupo control en el curso 2012-2013 de segundo año de la carrera de Ingeniería Mecánica

Tabla 16. Prueba de los signos. Curso 2012-2013

Frecuencias		N
VAR00002 - VAR00001	Diferencias negativas ^{a,d}	3
	Diferencias positivas ^{b,e}	13
	Empates ^{c,f}	1
	Total	17
VAR00004 - VAR00003	Diferencias negativas ^{a,d}	6
	Diferencias positivas ^{b,e}	10
	Empates ^{c,f}	6
	Total	22

a. VAR00002 < VAR00001

b. VAR00002 > VAR00001

c. VAR00002 = VAR00001

d. VAR00004 < VAR00003

e. VAR00004 > VAR00003

f. VAR00004 = VAR00003

Tabla 17. Estadísticos de contraste. Curso 2012-2013

Estadísticos de contraste^a

	VAR00002 - VAR00001	VAR00004 - VAR00003
Sig. exacta (bilateral)	,021 ^b	,454 ^b

a. Prueba de los signos

b. Se ha usado la distribución binomial

Anexo 15.6. Prueba de signos aplicada a los grupos experimentales 2 y 3 en el curso 2013-2014 de segundo año de la carrera de Ingeniería Mecánica

Tabla 18. Prueba de los signos. Curso 2013-2014

Frecuencias		N
VAR00002 - VAR00001	Diferencias negativas ^{a,d}	6
	Diferencias positivas ^{b,e}	22
	Empates ^{c,f}	2
	Total	30
VAR00004 - VAR00003	Diferencias negativas ^{a,d}	5
	Diferencias positivas ^{b,e}	19
	Empates ^{c,f}	4
	Total	28

a. VAR00002 < VAR00001

b. VAR00002 > VAR00001

c. VAR00002 = VAR00001

d. VAR00004 < VAR00003

e. VAR00004 > VAR00003

f. VAR00004 = VAR00003

Tabla 19. Estadísticos de contraste. Curso 2013-2014

Estadísticos de contraste^a		
	VAR00002 - VAR00001	VAR00004 - VAR00003
Z	-2,835	
Sig. asintót. (bilateral)	,005	
Sig. exacta (bilateral)		,007 ^b

a. Prueba de los signos

b. Se ha usado la distribución binomial

Anexo 16. Diseño de los objetos virtuales de Física Moderna para la carrera de Ingeniería Mecánica

Para el diseño de los objetos virtuales de aprendizaje se analizaron las principales tendencias modernas (teóricas y prácticas) que se listan a continuación:

- Encarnación y Legañoa (2013). Se propone una estrategia para favorecer el desarrollo de la interactividad cognitiva en entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje.
- Coloma (2008). Se analiza la concepción didáctica que se debe de tener en cuenta para la utilización del software educativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Chiarani y otros (2011). Definen los conceptos y características acerca de los OVA.
- Jonassen (1999) y Gros (1997). Clasifican los tipos de OVA dentro de los que se encuentran los diseñados en el curso como categoría de objetos virtuales integrales. Especifican los elementos de diseño a tener en cuenta en cada uno de ellos.
- Fernández (2012). Propone una metodología para el diseño de interfaz gráfica de elementos multimedia.
- Toll y Ril (2013). Proponen los indicadores de eficiencia y eficacia sobre los cuales fueron diseñados los OVA.

De los análisis de estas tendencias se derivaron los principales tipos de actividades que se incluyeron dentro de estos recursos: de instrucción, de colaboración, de práctica, de integración y de evaluación.

Finalmente se decidió que los objetos virtuales integrales tuvieran la estructura didáctica siguiente:

- Presentación del contenido (objetivos a lograr, habilidades)
- Animación del fenómeno (descripción animada)
- Teoría sintetizada
- Aplicaciones de la temática a la carrera y a la sociedad

- Actividades de entrenamiento
- Actividades de medida del conocimiento
- Actividades de evaluación
- Propuesta de aplicación de la temática a la sociedad.

Los tres primeros elementos corresponden a la parte didáctica de la asignatura, en la cual se organizan las temáticas según las características de los sistemas de conocimiento propuestos por el Plan de estudio. Se incluyen las aplicaciones a la sociedad por ser el ingeniero mecánico un profesional que se dedica a explotar y transformar los recursos que mejoran la calidad de vida de la sociedad. De esta forma se le da visión al estudiante de la importancia de la asignatura para su carrera y de los posibles problemas a los que se puede enfrentar en su futura profesión.

Los otros tres elementos que le continúan son actividades separadas para aumentar el grado de dificultad de forma tal que el estudiante vaya desde un proceso de entrenamiento hasta un proceso de evaluación con mayor grado de dificultad.

Por último se exige una propuesta de aplicación de la temática a la sociedad en la cual el estudiante debe presentar los siguientes requisitos:

- Breve análisis de la teoría a aplicar
- Esquemas o dibujos de la aplicación (Paint o Autocad)
- Análisis económico de la aplicación
- Efectos perjudiciales que se provocan o que se eliminan con la aplicación.

De esta forma la utilización de un OVA en una temática contribuye al pensamiento transformador del medioambiente en función del bien de la sociedad y da salida a estrategias curriculares de la carrera: la medioambiental, la de computación y la de pensamiento económico.

Desde los OVA se propone que se desarrollen tres talleres (dos presenciales y uno en foro) donde se evalúen las propuestas de los equipos, se fomente el aprendizaje colaborativo e integre el trabajo a la plataforma interactiva Moodle. Lograr esta estructura dentro de estos objetos implicó, dentro del diseño, seguir las fases siguientes:

1. Organización de los temas a incluir
2. Diseño y recopilación de los recursos multimedias a utilizar
3. Organización de las actividades a desarrollar por los estudiantes
4. Diseño de la interfaz gráfica
5. Evaluación de la calidad de los recursos.

Se describen los resultados de cada una de las fases a continuación:

Organización de los temas a incluir

El sistema de conocimientos de Física Moderna a impartir a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica se encuentra organizado en el anexo 12. Esta estructura es propuesta por el Plan de estudio D. Para cada uno de estos temas se organizaron materiales multimedias integrados para garantizar la interiorización de los contenidos y la comprensión de los procesos de la carrera.

Diseño y recopilación de los recursos multimedias a utilizar

Ramsey (1996), citado por Valdés (2006), considera que el aprendizaje sólo ocurre cuando la información es comprendida y recordada por el individuo, por lo tanto, para garantizarlo, es necesario que la información que se quiere que se aprenda, sea presentada de diferentes maneras (p. 26).

En este sentido la información que se le brinda al estudiante acerca de la Física Moderna tiene un carácter muy abstracto por describir elementos del micromundo y de las radiaciones, por tanto será necesario organizarla de una forma coherente en los objetos virtuales que se diseñan.

En la actualidad numerosos recursos multimedia que dicen ser elaborados para la enseñanza distan bastante de lo que debe ser una multimedia didáctica, priman más los efectos, videos impuestos, imágenes con poco sentido comunicativo, sonidos repetitivos donde lo mismo que se lee se escucha, entre otras muchas deficiencias. Estas dificultades generan desinterés por parte de estudiantes y profesores y pueden convertir los recursos multimedia en medios poco empleados (Bravo, 1997, p. 33).

Por esta razón, en el diseño de los OVA integrales de esta investigación se agruparon los recursos siguientes:

- Documentos Word sobre las teorías de la Física Moderna elaborados por Tamayo y Gómez (2007)
- Documentos Word con clases prácticas, ejercicios resueltos y propuestos por cada tema de la asignatura elaborados por Tamayo y Gómez (2007) y Tamayo y Ferrat (2013)
- Páginas Web interactivas elaboradas por Tamayo (2011)
- Multimedia de Física Moderna elaborada por Serrano (2007)
- Conjunto de animaciones Applets elaboradas en la Universidad de Camagüey
- Objetos virtuales integrales elaborados en la Universidad de Ciencias Informáticas.

La integración de los elementos de estos recursos requirió el análisis de cuáles eran los más eficientes según las actividades que se necesitaban desarrollar.

Organización de actividades a desarrollar por los estudiantes

Por la necesidad de que los OVA contribuyeran a la solución de la contradicción las actividades se dividieron en dos aristas fundamentales: para la interiorización de los contenidos de la Física Moderna y para la comprensión de los procesos de Ingeniería Mecánica.

- Actividades para la interiorización de los contenidos de la Física Moderna:

En este tipo de actividades se incluyeron las de lectura de la teoría a conocer de cada tema, las de análisis del fenómeno a estudiar en cada tema, las de ejemplificación de solución de ejercicios, las de aplicación de las leyes y principios del tema, las de evaluación y autoevaluación acerca de la interiorización de los contenidos.

- Actividades para la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica:

En este tipo de actividades se incluyeron las de análisis de las aplicaciones de la Física Moderna a la ingeniería y a la sociedad, las de análisis de los procesos de Ingeniería Mecánica y a las de integración entre la asignatura y los procesos. De la misma forma se exige desde el OVA una propuesta de mini proyecto de aplicación de la asignatura a un área de la universidad, donde los estudiantes, a través de talleres planificados en el curso y de sesiones de foros y chats en la plataforma Moodle pueden mejorar, de forma grupal e individual, las propuestas realizadas. Con esta propuesta los estudiantes cierran el sistema de evaluaciones generado desde el OVA dentro del curso del segundo semestre del segundo año.

Ya organizadas las actividades para realizar, los recursos multimedias a utilizar y la estructura del OVA se inició el diseño de la interfaz gráfica.

Diseño de la interfaz gráfica

Entre las acciones que se deben ejecutar para el diseño de la interfaz gráfica se siguieron las ideas de Toll y Ril (2013) donde proponen:

- Definición de la fuente, tamaño y color a utilizar en cada OVA.
- Identificación, tratamiento y organización de imágenes, gráficos y videos que se incluyeron en los OVA.

- Organización de los ejercicios utilizados y las evaluaciones según las funciones potenciales de cada pregunta (Applets de java, conocimientos previos, elección múltiple, verdadero y falso, selección múltiple, prueba SCORM).
- Funcionalidad de los OVA para transmitir los contenidos a los estudiantes.
- Facilidad de indexado (título, autor, palabras, claves, fecha, entre otros: posibilidad incluida dentro del software EXE-Learning).
- Compatibilidad con distintos navegadores (software de diseño EXE-Learning para formato de archivo html, compatible con Internet Explorer, Mozilla, Netscape y otros).
- Adecuación a los formatos de videos admitidos (software Format Factory, compatibles a gif, flv).
- Adecuación a los formatos de imágenes (software Paint, compatible a jpeg, jpg, png).
- Integridad de los enlaces de navegación por la estructura didáctica.
- Calidad de la redacción y ortografía en la exposición del contenido.

Estos aspectos de interfaz y de funcionalidad dan al usuario la seguridad de trabajar con este tipo de recursos y lo motivan a utilizar otros de la misma asignatura. La estandarización de los formatos de video, imagen, sonido y formato en los OVA permite una mejor navegación e interacción por la red.

Después de cumplir con estos indicadores la interfaz gráfica de los OVA queda reflejada de esta forma:



Figura 22. Interfaz de los objetos virtuales de aprendizaje de Física Moderna.

En esta interfaz principal se puede observar como el OVA parte de comunicarle al estudiante cuáles son los objetivos a lograr en el tema de Efecto Fotoeléctrico Externo, cuáles son los conocimientos a adquirir, las habilidades a lograr y la importancia de este tema para la Ingeniería Mecánica dentro de los procesos de producción y explotación de energía.

Para el diseño de esta interfaz se siguió la metodología de Fernández (2012) en la cual propone los siguientes pasos para el estilo:

- Identidad visual corporativa definida: se incluye el logotipo de la Universidad de Holguín en la parte superior derecha.
- Colores: Se utilizan predominantemente los colores azul claro, así como todas las posibles combinaciones con el blanco y el amarillo para representar seriedad, calma, relajación, tecnología y profesionalidad. Todos ellos elementos importantes para lograr la comunicación afectiva entre el OVA y el estudiante.
- Tipografías y diseño de contenido: por lo general, en las interfaces de usuario, fundamentalmente en internet, el 79% de los usuarios desplaza muy rápido el contenido en vez

de detenerse a leer, y durante este proceso la vista solo se detiene en elementos resaltados como titulares, viñetas, texto enfatizado y otros. Por este motivo, se resalta el tema del que trata el OVA. La utilización de la tipografía arial reafirma las sensaciones de modernidad, novedad e innovación.

Estos elementos contribuyen a mejorar la interacción entre el estudiante y el OVA y generan nuevos espacios de interactividad para lograr el camino hacia la interiorización de los contenidos.

Seguidamente, el OVA propone las actividades de preparación inicial por las que debe transitar el estudiante:

- Presentación de la animación del fenómeno y la descripción de sus principales componentes, dinámicas, leyes y principios
- Teoría que describe el fenómeno
- Principales investigadores que han trabajado el tema con su bibliografía y premios Nobel
- Ejercicios resueltos y propuestos relacionados con el tema que trata el OVA.

Para finalizar se proponen las actividades que contribuyen a la comprensión de los procesos de la Ingeniería Mecánica, las cuales se organizaron en tres direcciones fundamentales:

- Aplicaciones de la Física Moderna a la Ingeniería Mecánica.
- Vínculo de la Física Moderna con los procesos de la Ingeniería Mecánica.
- Propuestas de mini proyectos de aplicación de la Física a la universidad en condiciones profesionales del ingeniero mecánico.

El cumplimiento exitoso de estas actividades desempeña un papel fundamental en la interrelación de la Física Moderna con la carrera de Ingeniería Mecánica, pues permiten llevar al estudiante por etapas de construcción del conocimiento hasta comprender los procesos de la ingeniería. Estas actividades

son apoyadas desde el curso con talleres de discusión de las propuestas de mini proyectos de aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bravo, C. (1997). El sistema multimedia en el proceso pedagógico. Quaderns Digitals. Número 16. Recuperado de: <http://www.quadernsdigitals.net/articuloquaderns.asp?IdArticle=79>. Revisado el 30/10/2010.
2. Chiarani, M.; Pianucci, I.; Viano, H. y Garcia, B. (2011). Herramientas Informáticas Avanzadas para Gestión de Contenido de Carreras de Grado en Informática. Universidad Nacional de San Luis. Departamento de Informática - Universidad Nacional de San Luis Ejército de los Andes 950 - (5700) San Luis. Argentina.
3. Coloma, O. (2008). Concepción didáctica para la utilización del software educativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Tesis doctoral. Instituto Pedagógico "José de la luz y Caballero", Holguín, Cuba, 2008.
4. Encarnación, E. y Legañoa, M. (2013). Estrategia para favorecer el desarrollo de la interactividad cognitiva en entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje. Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación. Volumen 1, número 42. (Pp. 129-142).
5. Fernández, J. (2012). Metodología de diseño de interfaces gráficas de usuario para desarrolladores de software en la Universidad de Holguín. Material de estudio para la asignatura optativa Diseño de Interfaces Gráficas de Usuario. Tesis de Maestría. Universidad de Holguín. Holguín. Cuba.
6. Gros, B. (1997). Diseños de Software Educativo. Proyecto Ariel. Barcelona. España.

7. Jonassen, D. (1999). Designing constructivist learning environments. En: C. Reigeluth (Ed.) Instructional Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory, Volume II, Mahwah NJ. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. (Pp. 215-239).
8. Ramsey, T. (1996). The effects of multimedia interface design on original learning and retention. Tesis de Maestría. Blacksburg, Virginia. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University. (p. 107).
9. Serrano, R. (2007). Material didáctico para la enseñanza semipresencial de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica. III Conferencia Internacional de la Universidad de Holguín, Cuba.
10. Tamayo, R. y Gómez, Y. (2007). Conjunto de medios en soporte magnético para la enseñanza de la Física Moderna en la carrera de Ingeniería Mecánica. Tesis de pregrado. Universidad de Holguín, Holguín, Cuba.
11. Tamayo, R. (2011). Ambiente Virtual de Aprendizaje de Física Moderna para la carrera de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Holguín. Tesis de Maestría. Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya. Holguín. Cuba.
12. Tamayo, R. y Ferrat, E. (2013). Sistema de ejercicios para el curso de Física III de Ingeniería Mecánica. Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya. Publicados en: <http://moodle.uho.edu/cu/ingenieriamecanica/fisicalll>.
13. Toll, Y. y Ril, Y. (2013). Aspectos e indicadores para evaluar la calidad de los objetos de aprendizaje creados en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). Vol. 10, No. 2. (Pp. 149-162). UOC. <<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v10n2-toll-ril/v10n2-toll-ril-es>><<http://doi.org/10.7238/rusc.v10i2.1470>>ISSN 1698-580X.

14. Valdés, P. (2006). Una metodología para la elaboración de libros electrónicos multimedia para el estudio independiente en condiciones de semipresencialidad. Tesis doctoral. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba. Cuba.