# ALGUNAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES COMO ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE FÍSICA

**Eddie Alcívar-Castro**[*]
eddie.alcivar@uleam.edu.ec
**Universidad Laica "Eloy Alfaro de Manabí" Extensión Chone**

**Orley Reyes-Meza**[**]
orley.reyes@uleam.edu.ec
**Universidad Laica "Eloy Alfaro de Manabí" Extensión Chone**

**Margarita Ávila-Rosales**[***]
margarita.avila@uleam.edu.ec
**Universidad Laica "Eloy Alfaro de Manabí" Extensión Chone**

**Recibido:** 22/05/2019 **Aprobado:** 02/09/2019

**RESUMEN**

La formación de docentes adecuadamente preparados en el área de física constituye un aspecto fundamental para el avance de esta ciencia básica, cuyas aplicaciones constituyen un factor de primer orden para el desarrollo socioeconómico de cualquier país. Históricamente, se han planteado diversos enfoques y tendencias para abordar la enseñanza de la física, aunque en todos ellos las actividades experimentales, desarrolladas en prácticas de laboratorio, han ocupado considerable atención. En este trabajo, tras una revisión teórica y la discusión de las metodologías tradicionales, se proponen algunas actividades prácticas, basadas en instrumentos científicos de precisión, como estrategia didáctica para promover la formación de profesores de física creativos y críticos, dispuestos al acercamiento al trabajo profesional en esta disciplina, a partir del trabajo cooperativo en el marco de la pedagogía constructivista, con el propósito de adiestrar a los futuros docentes en el planteamiento de soluciones efectivas a problemas concretos de la vida cotidiana.

**Palabras clave:** estrategia didáctica, formación de profesores, física, actividades prácticas.

[*] **Eddie Alcívar-Castro**. Doctor en Educación. Magister en Proyectos Educativos y sociales. Licenciado en Ciencias de la Educación Físico Matemática. Catedrático Universitario en los cursos de Cátedra, de Física y Matemáticas. **Universidad de adscripción:** Universidad Laica "Eloy Alfaro de Manabí" Extensión Chone (Ecuador).

[**] **Orley Reyes-Meza**. Magíster en Gerencia Educativa. Diplomado Superior en Competencias Universitarias. Licenciado en Ciencias de la Educación: Pedagogía, en Estudios Doctorales. Catedrático Universitario en los cursos de Investigación. **Universidad de adscripción:** Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-Chone (Ecuador).

[***] **Margarita Ávila-Rosales.** Magíster en Gerencia de Proyectos Educativos y Sociales. Diplomado Superior en Competencias Universitarias. Licenciada en Ciencias de la Educación: Contabilidad y Administración, en estudios Doctorales. Catedrática Universitaria en Ecología y Cátedra Integradora. **Universidad de adscripción:** Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-Chone (Ecuador).

***SOME EXPERIMENTAL ACTIVITIES AS DIDACTIC STRATEGIES FOR THE TRAINING OF PHYSICS TEACHERS***

***ABSTRACT***

The training of teachers in the area of physics is a fundamental aspect for the advancement of this basic science, whose application constitute an important factor for the socioeconomic development of any country. Historically, different approaches and trends have been proposed to address the teaching of physics, although in all of them experimental activities, developed through laboratory practices, have received considerable attention. In this work, after a theoretical review and the discussion of traditional methodologies, some practical activities are proposed, based on precision scientific instruments, as a didactic strategy to promote the training of creative and critical physics teachers, ready to approach professional work in this discipline, from cooperative work in the framework of constructivist pedagogy, with the purpose of training future teachers in the approach of effective solutions to concrete problems of daily life.

**Key words:** didactic strategies, teacher training, physics, practical activities**.**

## Introducción

En el campo de la educación superior son frecuentes las exhortaciones acerca de la necesidad de un egresado universitario que pueda contribuir a solucionar los problemas que enfrentan los distintos países, en campos como el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, los recursos energéticos y los problemas sanitarios, entre otros. En el informe final de la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior, efectuada en París en 1999, en el marco de la visión y acción se asignaban a la educación superior del siglo XXI las citadas responsabilidades (UNESCO, 1999). Diez años más tarde, en el comunicado de la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior reunida en la misma ciudad con la temática general "La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo", se señalaba:

Ante la complejidad de los desafíos mundiales, presentes y futuros, la educación superior tiene la responsabilidad social de hacer avanzar nuestra comprensión de problemas polifacéticos con dimensiones sociales, económicas, científicas y culturales, así como nuestra capacidad de hacerles frente. La educación superior debería asumir el liderazgo social en materia de creación de conocimientos de alcance mundial para abordar retos mundiales, entre los que figuran la seguridad alimentaria, el cambio climático, la gestión del agua, el diálogo intercultural, las energías renovables y la salud pública (UNESCO, 2009, p. 2).

En virtud de su función esencial, las ciencias básicas aportan nuevos conocimientos acerca de los fenómenos naturales y permiten profundizar en su comprensión y a la vez producen descubrimientos que dan lugar a oportunidades y métodos novedosos para el


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

estudio experimental de la naturaleza y las aplicaciones prácticas de los hallazgos científicos.

Lo anterior conlleva el enriquecimiento de las sociedades en los aspectos educativos, culturales e intelectuales, a la vez que proporciona los fundamentos científicos para las actividades humanas. El avance en las ciencias básicas precede los avances tecnológicos y genera oportunidades para satisfacer las necesidades humanas primordiales, producir beneficios económicos y promover el desarrollo sostenible basado en la ciencia.

En la actualidad, las ciencias básicas constituyen los fundamentos de los progresos en medicina, tecnologías de la información y la comunicación, tecnologías espaciales, biotecnologías y nanotecnologías, láseres y ciencias de los materiales, así como en la industria y la agricultura ecológicamente compatibles, por citar sólo algunas de las muchas áreas en las que la ciencias encuentran aplicaciones provechosas para la sociedad.

En síntesis, puede afirmarse que las ciencias básicas forman la piedra angular de la educación que proporciona conocimientos científicos y tecnológicos, así como las habilidades que cada ciudadano necesita para participar de manera significativa en la sociedad del conocimiento (UNESCO, 2008).

En los países que han logrado un mayor avance científico-tecnológico, se observa una clara tendencia hacia la enseñanza experimental de las ciencias básicas (Cleland, 2002), entre ellas la física, por lo cual la enseñanza de estas ciencias se orienta cada vez más a la realización de trabajos prácticos con mayor grado de complejidad, buscando que el estudiante en su proceso de aprendizaje adquiera habilidades experimentales que le permitan desarrollar y generalizar la habilidad de aplicar estas ciencias a la solución de problemas prácticos (Porlán y Martín del Pozo, 1996, p. 23).

En el presente artículo se exponen los fundamentos científicos, basados en diferentes enfoques y se definen nuevos elementos teóricos (aporte teórico), necesarios para explicar el proceso enseñanza-aprendizaje de la física a nivel de licenciatura en enseñanza de la física, con el propósito de contribuir a atenuar la situación que se plantea entre la comprensión de los fenómenos físicos y la tarea docente. Todos estos componentes se integran sistémicamente en un modelo que da base y fundamento científico a la estrategia didáctica en la formación de profesores de física.

Las prácticas experimentales, instrumentadas e incorporadas sistemáticamente en las diferentes formas de enseñanza, constan de actividades modeladas y fenoménicas de carácter empírico y comprenden todos los trabajos experimentales que parten de modelos derivados de una determinada interpretación de la realidad.


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

De acuerdo con el estudio realizado, los autores han sintetizado las ideas didácticas fundamentales, necesarias para la reconstrucción teórica del objeto de estudio y el campo de acción, de forma tal que contribuya a que los alumnos logren solucionar satisfactoriamente problemas de la física relacionados con el desempeño cotidiano. Lo que será sustentado teóricamente para, posteriormente, poder aplicar las ideas en el proceso formativo de esta disciplina, como objeto de estudio transformado. Los fundamentos teóricos, además, pretenden demostrar que los elementos didácticos introducidos, posibilitan la comprensión de la física, a través de la sistematización de las actividades prácticas.

Las estrategias didácticas para la formación de futuros maestros deben desarrollarse a través de dichas actividades con los instrumentos científicos didácticos para la enseñanza de la física, vertidos tanto en el fundamento teórico científico como de las prácticas de aula y en el laboratorio de prácticas.

## Tendencias históricas de la enseñanza y aprendizaje de la física

A nivel mundial y particularmente en los países desarrollados la enseñanza y aprendizaje de la física históricamente se han basado en las actividades experimentales, las cuales han evolucionado conforme a los avances tecnológicos (Rosen, 1954). La enseñanza y aprendizaje de esta disciplina, han estado influidos, además, por los diferentes modelos pedagógicos surgidos en distintas épocas (Reif y St. John, 1979). Es importante señalar que el tránsito por diferentes modelos de enseñanza-aprendizaje, implica la disponibilidad de recursos, cuyas limitaciones en los presupuestos educativos no dejan de ser un obstáculo en muchos países de Latinoamérica, particularmente por las deficiencias que suponen en la dotación de laboratorios y equipos.

A finales del pasado siglo, los especialistas en didáctica de la física, como Fuentes y Álvarez (1998), manifestaron la necesidad de buscar modelos de enseñanza y aprendizaje que atenuaran los efectos nocivos que el tradicionalismo provocó en la enseñanza de la física. Muchos estudiantes eran incapaces de explicar los pasos de la resolución de un problema, aunque lo hubieran efectuado con resultados satisfactorios. La enseñanza centrada en el profesor se convirtió en la construcción de algoritmos rígidos que eliminaron su carácter heurístico. Los algoritmos fueron creados para resolver problemas y ejercicios y, por consiguiente, todo estaba determinado a tal punto que no se desarrollaban las capacidades cognitivas ni metacognitivas de los estudiantes. No se comprobaba -al parecer no hacía falta-, si el alumno poseía o no las habilidades lógicas primarias que permiten desarrollar las destrezas profesionales.

En consecuencia, la solidez de los conocimientos y la generalización de las habilidades profesionales solo se lograban con baja efectividad. Después de la Segunda Guerra Mundial y bajo la necesidad de un desarrollo profundo en el campo de la


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

tecnología, se acentuó la preocupación por lograr un modelo de enseñanza de la física, en general, y de la mecánica clásica, en particular, que desarrollara las habilidades del pensamiento de los estudiantes, así surgió el modelo de aprendizaje por descubrimiento. El modelo de aprendizaje por descubrimiento pretendía poner al estudiante en las condiciones del investigador, como vía que lo llevara a la adquisición del conocimiento, potenciando de este modo la aplicación del método experimental y, con ello, de las prácticas de laboratorio. Este movimiento fue encabezado por Mc Dermott (1991) y provocó que se modificara la estructura de las clases a las que se le incluyeron demostraciones que antes no existían.

Para caracterizar este modelo es necesario citar tres palabras clave, según Herrera (2003), las cuales se entendían que debían coadyuvar a la adquisición del conocimiento: autónomo, inductivo, incidental; características que pueden llegar a ser limitaciones cuando se exagera el proceso investigativo en la actividad académica, provocando el inductivismo extremo, el exceso de autonomía y lo incidental, que se relaciona con lo disperso y la falta de guía en el aprendizaje. Es de destacar una vez más que este modelo le dio una connotación a las actividades experimentales que antes no tenían; sin embargo, por lo general se partía de modelos y no de la propia realidad.

Alrededor de los años 70 surge el aprendizaje por recepción significativa, que en cierto modo sustituye al modelo anterior. Es una muestra de rechazo al inductivismo y aparenta ser un regreso a la transmisión-recepción tradicional, aunque no lo es; pues, por la atención que presta "a los conocimientos previos de los alumnos y a la integración de los nuevos conocimientos en sus estructuras conceptuales, es coherente con el papel que los paradigmas teóricos juegan en todo el proceso de investigación científica" (González, 1997, p. 277). La dirección del profesor como guía, permite que se obvie el escollo del trabajo autónomo, llevado al extremo, o el descubrimiento incidental. Los sistemas tutoriales se basan en este modelo, estudiado también por McDermott y colaboradores.

Es necesario señalar que dentro de la corriente cognitivista surgieron orientaciones constructivistas, que han marcado también en los últimos años la didáctica de la ciencia, y se pueden apreciar diferentes tendencias, notándose en éstas un hilo conductor: la idea de entender el aprendizaje como cambio conceptual. Las llamadas concepciones alternativas, se ha comprobado en la práctica, son resistentes al cambio; por lo que, según parece, contemplar al aprendizaje como cambio conceptual puede traer ciertos riesgos (Pintó, Aliberas y Gómez, 1996).

Aunque los especialistas en psicología consideran que el enfoque constructivista a lo largo de su desarrollo ha estado vinculado a autores como Piaget, Bruner, Ausubel y Novak, entre otros, es un hecho también ampliamente reconocido que le corresponde a Vigotsky (1987) el mérito de haber incorporado la naturaleza esencialmente social y no individual que posee el proceso de aprendizaje, en el que juega un papel crucial su


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

concepción acerca de la denominada "zona de desarrollo próximo", que se convierte en el marco teórico y metodológico más satisfactorio hasta ahora concebido para el entendimiento del citado enfoque constructivista, que a partir del redescubrimiento de Vigotsky (1987, p. 89), adopta el nombre de constructivismo social.

De más reciente factura es el aprendizaje como investigación que propone el tratamiento de situaciones problemáticas abiertas, de interés, a través de las cuales los alumnos puedan participar en la construcción de los conocimientos. Asocia el cambio conceptual con la práctica de la metodología científica que permita superar, al igual que ocurre en la ciencia, paradigmas establecidos; para este propósito se proponen estrategias, pero sin previa organización del proceso docente educativo. Es indiscutible que se observa una marcada disputa entre los modelos de carácter empirista y los racionalistas, sin embargo, en todos estos modelos se nota que no se han preparado los procesos de enseñanza suficientes para poder desarrollarse. En los empiristas, paradójicamente, se evidencia la escasez de medios de experimentación; además la experimentación se basa en prácticas preconcebidas y de vieja data, muchas diseñadas por grandes científicos, las cuales, sin haber perdido vigencia, limitan la capacidad del docente y del estudiante para diseñar nuevas prácticas al limitarse a la aplicación de los ejercicios tradicionales.

La estrategia didáctica es de vital importancia para la formación de los profesores de física con la aplicación de actividades prácticas que se desarrollan en diferentes formas de enseñanza, y que están compuestas de actividades modeladas y fenoménicas de carácter experimental que parten de un modelo determinado y tienen como finalidad la búsqueda de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de esta ciencia.

A nivel mundial en los últimas décadas las investigaciones pedagógicas en la enseñanza de la física revelan una clara tendencia hacia el trabajo experimental de los estudiantes, que algunos autores llaman trabajos prácticos (Herrera, 2003, p 94). Algunos científicos opinan que las actividades prácticas desarrollan habilidades y procedimientos que por lo general se limitan a la observación, la manipulación de instrumentos y la comprobación de fenómenos (Solbes y Vílchez, 1998, p 38).

Todas las ideas anteriores han contribuido a crear un nuevo concepto del docente, que se concreta en la figura del profesor investigador, quien pone a prueba sus teorías educativas en el aula. El objetivo es formar un profesor con capacidad para reflexionar sobre la práctica y, en consecuencia, adaptarse a las situaciones cambiantes del aula y su contexto social. En la nueva perspectiva docente, el profesor de física ha de cambiar el papel de ser mero transmisor de conocimientos científicos ya elaborados y, sin desconocer los aportes realizados por los científicos y docentes en distintas épocas, pasar a ser un profesor investigador, innovador, abierto a los avances y cambios, reflexivo y crítico de su práctica educativa profesional.


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

## Formación del profesorado de física

Sentadas las bases anteriores, conviene revisar algunas consideraciones acerca de la formación actual del docente de física.

En este sentido, León (2008) señala que la literatura sobre la formación de profesores de física se remonta aproximadamente a la segunda mitad del siglo XX, con mayor énfasis desde la década de 1980. En dichos trabajos se ha disertado sobre el proceso de aprendizaje, sobre la naturaleza de la actividad de la física y sobre el rango de estrategias didácticas disponibles (Jiménez-Tenorio y Oliva, 2016). Al mismo tiempo también se han señalado las dificultades que entrañan estos propósitos. La idea central es la de un profesorado con capacidad para reflexionar sobre la práctica y, en consecuencia, adaptarse a las situaciones cambiantes del aula y su contexto social. Como ya se ha apuntado, en la nueva perspectiva docente el profesorado de física debe desarrollar capacidades investigativas y actitudes abiertas hacia los cambios que imponen las nuevas tecnologías, así como las necesidades particulares de cada realidad socioeconómica.

Por su parte, Calatayud, Gil y Gimeno (1992), señalan que la mayoría de los estudiantes que deciden formarse como docentes de física, presenta una visión de lo que es enseñar esta disciplina, visión que parte de sus propias experiencias de aprendizaje, por lo que basan su elección vocacional en su supuesta capacidad de "explicar bien" física. Aunque este es un aspecto importante de la enseñanza de la física, Salinas, Cudmani y Pesas de Danón (1996) sugieren que el futuro docente de las disciplinas del área de las ciencias matemáticas y físicas, debe internalizar la idea de la transversalidad, concibiendo una enseñanza holística, que resulte útil y atractiva para los alumnos.

Adicionalmente, Rodríguez (1996), siguiendo la línea de investigación sobre la formación del profesor centrado en el conocimiento didáctico, propone, específicamente en el caso de la física, la aplicación del constructo que ha denominado "conocimiento para enseñar". Entre las razones para focalizar la indagación educativa sobre dicho constructo, Solís (2015) señala que la investigación ha revelado aspectos significativos sobre el conocimiento y creencias de los profesores que influyen sobre sus prácticas de enseñanza y, en consecuencia, sobre el aprendizaje en los diferentes niveles del sistema educativo.

## Metodología pedagógica del currículo

El enfoque de género e interculturalidad parte de la idea de que los seres humanos integran diversas realidades y cada cultura las identifica como propias. Dicho enfoque permite el diálogo intercultural a través de saberes, visiones, intereses económicos, sociales y políticos, que deben ser considerados en los diferentes contextos del ámbito


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

educativo, de acuerdo con la escala de valores que poseen las personas (Monzón, 2008; Rodríguez e Iturmendi, 2013).

Específicamente en el caso de Ecuador, la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y Física propiciará la reflexión del pensamiento lógico y abstracto en cuanto a la equidad de género e interculturalidad, desde las comprensión del sujeto que aprende y la relación con los demás; el diálogo de saberes, que permite encuentros de manifestaciones culturales; trabajo interdisciplinario, de acuerdo con las necesidades e intereses de la comunidad educativa; el trabajo en redes, la investigación y la vinculación con la colectividad; el aprendizaje colaborativo a partir del análisis de los contextos y acercamientos a la problemática socio-educativa, diseño de proyectos de implementación que propendan a la solución y a cambios de los comportamientos que inducen inequidad y exclusión (Merino, León y Ordóñez, 2019).

Así mismo, se considerarán las características propias del contexto, se generarán estudios que busquen una mayor atención de la enseñanza de las matemáticas y de la física con enfoque no tradicional, respetando el estilo coyuntural de la práctica de estas ciencias de cómo lo vienen haciendo y las exigencias de la nueva generación que respondan no sólo a los contenidos de estos saberes, sino a desvirtuar ciertos paradigmas que desestiman la aprehensión de estas disciplinas en el contexto sociocultural y se enfoque en ciertas metodologías tradicionales que motivan a un mayor aprendizaje. El enfoque de inclusión estará enmarcado en el saber ser y saber convivir, implicará asumir responsabilidades en el aprendizaje de los estudiantes, como un sujeto de derecho; el reconocimiento de las diferencias individuales partiendo de una concepción holística de la persona, centrada en el desarrollo de las potencialidades del que aprende. (García, Alcívar, Gorozabel y Gorozabel, 2017).

Cabe destacar que inclusión implica una actitud y un compromiso de mejora permanente, el esfuerzo de análisis y reflexión de culturas, políticas y prácticas educativas, la identificación de barreras y objetivos de mejoras, lo cual conlleva la sensibilización y formación de los académicos para dar lugar a una educación para todos.

## Tendencias de desarrollo de la enseñanza y aprendizaje de la física clásica

La enseñanza de la física clásica se ha desarrollado bajo un modelo tradicional que no se despoja de su carácter determinista (Arca, 1990, p. 40), inclusive se enseñan condiciones ideales y muy frecuentemente condiciones alejadas de la realidad, la enseñanza se lleva a cabo, entonces, a través de modelos de la realidad y no de la realidad misma (Aliberas, Gutiérrez e Izquierdo, 1989, p. 36). La propia esencia de la enseñanza tradicional, centrada en el profesor, no enseña al alumno a hacer dichos modelos de la realidad, dado el carácter eminentemente teórico de esta enseñanza


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

(Solbes y Vílchez, 1998), por lo que se descontextualiza la ciencia de la realidad misma y del contenido de la enseñanza.

En la enseñanza tradicional de la física clásica se ponderan los conocimientos como la esencia del contenido, o más bien, como el propio contenido, pues no se atiende el desarrollo de habilidades en sentido general y en sentido particular, solamente se "potencia" la habilidad de resolución de problemas por ensayo y error "La imagen deseable de las ciencias naturales". El alumno que logra resolver un problema por lo general no tiene las herramientas teóricas para justificar los pasos que realizó, ya que la única fundamentación posible en tal situación es la imitación al profesor (Candela, 1993, p. 20). El avance de la investigación educativa, ha mostrado que la enseñanza tradicional de la física no logra que los estudiantes puedan analizar cualitativamente los problemas y ejercicios, antes de probar la solución mediante algún modelo matemático (González, 1997, p. 55).

La enseñanza tradicional ha reducido el trabajo de los alumnos a la simple memorización de definiciones y fórmulas y su aplicación en ejercicios numéricos (Giordan, 1996, p. 22). La conferencia o clase magistral, donde el discurso del maestro es lo más importante; la realización de prácticas de laboratorio, que únicamente se usan para verificar fórmulas derivadas de la clase teórica, y la resolución de problemas numéricos, modelados por el profesor, son la esencia del método tradicional de enseñanza de la física. Sin embargo, los maestros se han dado cuenta de que los cursos tradicionales no operan, que los estudiantes se aburren y no le encuentran sentido a las clases cuando no se encuentran motivados (López y Sánchez, 2010).

Muchos docentes han concluido que la enseñanza tradicional de la física clásica no logra que los estudiantes cambien las preconcepciones erróneas (preconceptos) que tienen acerca de los fenómenos físicos (Vaara y Gomes, 2019), no desarrolla habilidades para resolver problemas nuevos y no ayuda a que se organice el conocimiento en la mente del alumno (Bachelard, 1968). Como es conocido, la mente interpreta la información nueva a partir de los viejos esquemas mentales (Piaget, 1973, p. 189), si el aprendizaje de un contenido requiere de una operación mental que el sujeto no es capaz de realizar, entonces no se producirá el aprendizaje. Es por ello que la mayoría de las alternativas que se proponen en la enseñanza de la física están dirigidas a desarrollar el pensamiento y la reestructuración consciente de los conocimientos previos (Gisáosla, 1999)

En la enseñanza tradicional se mantiene que buen aprendizaje es sinónimo de "pasar los exámenes". Sin embargo, los trabajos realizados por diferentes investigadores (Anderson, 1998), han revelado que los estudiantes que han superado las evaluaciones en el área de física y en particular la Mecánica Clásica que se cursa en el primer semestre del rediseño de la carrera de Ciencias de la Educación, casi siempre carecen de una verdadera comprensión de los fenómenos naturales. Sus creencias pueden no


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

concordar con lo que expresan las evaluaciones o con las afirmaciones que aceptan superficialmente en la clase.

Un aprendizaje de calidad implica comprensión y dominio de la teoría, integrada con las actividades prácticas. Es de destacar que en la enseñanza tradicional las evaluaciones constituyen una caja negra que solamente puede revelar el profesor, porque tiene la clave de las respuestas. Se considera que la comprensión requiere constatar en la práctica los conocimientos teóricos, lo que implica un conocimiento extenso y sistemático, el conocimiento debe estar conectado en cada tema, entre temas diferentes y con las experiencias y aplicaciones fuera del aula.

## Fundamento teórico para la comprensión de la física

Una característica muy importante de la Física y, consecuentemente, de la enseñanza de esta disciplina, es la modelización, actividad que se conceptúa como

> el establecimiento de relaciones semánticas entre la teoría y los fenómenos u objetos. Producto de una construcción humana, un modelo conceptual es concebido como una representación posible del mundo físico. En general, un modelo representa la situación real de manera incompleta, aproximada e inexacta, pero es más simple que ella (Concari, 2001, p. 1).

Sobre estas bases, se formulan las consideraciones que siguen.

1. Para la comprensión de la física es necesaria la apropiación por parte de los estudiantes del sistema de conocimientos y habilidades que permiten el estudio de los fenómenos físicos de la realidad.
2. Se debe construir un sistema coherente entre los tipos de formas de enseñanza que contribuyan a la formación de experiencias y de conocimientos en los estudiantes, para la formación en el campo de estudio.
3. El proceso formativo debe permitir que el estudiante modele teórica y experimentalmente los fenómenos físicos estudiados.
4. El estudiante debe tener la posibilidad de replicar la teoría en cualquier momento, para lo cual se deben introducir prácticas de laboratorio que le sirvan para su preparación
5. El proceso de aplicar los conceptos fundamentales de la física a los fenómenos de la realidad objetiva debe desarrollarse en condiciones similares a la actividad del profesional de la física, según el modelo de la transposición didáctica, propuesto por Chevellard (1998).


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

## Las prácticas de laboratorio en la enseñanza aprendizaje de la física clásica

El laboratorio no se restringe a ser un tipo más de forma de enseñanza en la actividad académica, es también un tipo de forma de enseñanza de la actividad investigativa y para el Licenciado en Física es una práctica común en su desempeño laboral; por lo que se considera como una estrategia fundamental durante el período de su formación profesional.

En el desarrollo de las actividades experimentales realizadas en el laboratorio como para la enseñanza de la física, ha habido varias tendencias en América Latina en relación con el papel que tales actividades deben jugar en los planes de estudio. Estas tendencias se pueden clasificarse en tres grupos: las prácticas como parte del sistema de clases para evidenciar y comprobar la veracidad de los conocimientos teóricos que se imparten; como forma de enseñanza independiente del sistema de clases; como forma de enseñanza para el desarrollo de habilidades científicas.

Se percibe que las actividades prácticas que se llevan a cabo para el desarrollo de habilidades científicas no se conciben de la misma manera que aquéllas que están asociadas a la teoría que se imparte en los contextos de aula, aunque los resultados que se han obtenido develan la no-existencia de relación entre ellos. (Mora y Barrera, 2003, p. 77).

Además se considera la práctica como parte de la clase, como forma de enseñanza de la actividad académica y, dentro de ésta, la clase teórica (conferencia) se privilegia ante los demás tipos de actividades. Se considera que los objetivos de las prácticas experimentales han de ser diversificados y que dichos objetivos condicionarán su diseño, dando lugar a diferentes tipos de prácticas que, en general, serán útiles para el aprendizaje. Deben abordarse problemas abiertos, con varios objetivos, relacionados lo más posible con un problema real de física. Por lo tanto, el replanteamiento de la didáctica de las actividades de laboratorio, en el marco de la renovación, deberá hacer énfasis en:

- Promover el planteamiento de problemas prácticos que puedan resultar interesantes a los estudiantes.
- Garantizar que el grado de dificultad de sus soluciones esté al nivel de sus posibilidades intelectuales.
- Lograr que los estudiantes ofrezcan soluciones a los problemas y desarrollen la capacidad de análisis, enfrentándose a su cuestionamiento y en confrontación con el experimento, lograr que el profesor ejerza cada vez más el papel de guía de la actividad docente.


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

## Desarrollo de proyectos de investigación en la enseñanza-aprendizaje de la física clásica

Uno de los objetivos de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Chone, expresado en el perfil del egresado, es la solución de problemas reales a partir de la experimentación. En consecuencia, los objetivos del desarrollo de proyectos de investigación están íntimamente relacionados con el modelo de este profesional. Se pueden especificar algunos objetivos que poseen un carácter esencial, teniendo en cuenta la relación anterior:

1. Desarrollar una cultura científica en los estudiantes.
2. Desarrollar en los estudiantes habilidades para el desarrollo del trabajo científico.
3. Desarrollar habilidades del pensamiento lógico, la independencia cognoscitiva y la creatividad en los estudiantes.
4. Desarrollar la habilidad de aplicar el método experimental en la solución de problemas prácticos reales.

Los proyectos de investigación, debido a su versatilidad, cubren todo el ancho de banda que ofrecen las formas de enseñanza tradicionales. Se considera que la actividad laboral fundamental del Licenciado egresado del rediseño curricular, se realice a través de proyectos, ya sean de investigación o de aplicación, pueden emplearse totalmente o parte de éstos para ser desarrollados en las clases, lo que da la posibilidad de crear un sistema que, transitando de lo simple a lo complejo, permita dirigir el proceso de apropiación de las habilidades profesionales. Sin embargo, los proyectos se han empleado en las llamadas enseñanza por descubrimiento y enseñanza por proyectos, con resultados no muy alentadores, que se le atribuyen al método y no a la aplicación ineficiente del mismo, y se constata en que no hay un plan para el desarrollo de las habilidades, ni se tienen en cuenta las habilidades primarias y elementales que el alumno posee (Comparán, 2001, p. 125).

## El campo fenoménico como sistema y la formación de habilidades experimentales

En concordancia con lo expuesto en el epígrafe precedente, la estructura del sistema de actividades prácticas a realizar en la formación de profesores de física debe cumplir tres objetivos fundamentales:

1. La apropiación del núcleo de la teoría en mecánica.
2. El desarrollo de la habilidad de identificar el componente mecánico de un problema tomado de la realidad y obtener su solución.
3. La adjudicación de valores inherentes al trabajo investigativo y colaborativo.


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

La estructura del contenido de la enseñanza que incluye dichos objetivos, y que los engloba en forma de sistema, es lo que se denomina campo fenoménico, que posteriormente se conceptualizará en el modelo de enseñanza y aprendizaje. En las teorías de formación y desarrollo de habilidades que se emplean más comúnmente (Fuentes y Álvarez, 1998, p. 169), hay elementos comunes, tales como que el proceso de formación de la habilidad transcurre de habilidades primarias a habilidades generalizadas, dado que en este último las actividades prácticas están dirigidas solamente a reforzar los conocimientos teóricos que se imparten en las clases teóricas, como ya se señaló. Es necesaria la formación de un sistema que, basado en el proceso de formación y desarrollo de habilidades, transite de lo simple a lo complejo. Sin embargo, al tratar de conformar este sistema se constata que las actividades experimentales se fraccionan, ya que forman parte de diferentes componentes de la actividad práctica (tipos de forma de enseñanza) que tienen sus objetivos específicos.

La caracterización de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación superior se hace a partir de una posición de pensamiento crítico (Lara-Barragán y Cerpa, 2014) y de un acercamiento intersubjetivo (Archer, 1997; Hernández y Galindo, 2007). A partir de este marco teórico referencial se precisan los siguientes presupuestos epistemológicos que, como base del modelo permiten caracterizar el proceso:

1. El proceso enseñanza y aprendizaje es un sistema de procesos conscientes
2. El proceso es un sistema abierto de carácter holístico
3. El análisis del proceso se hace sobre la base de sus relaciones
4. En el proceso la naturaleza de estas relaciones es de carácter dialéctico.

Sobre esta base se puede explicar el comportamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje a través de dos leyes generales, que con un enfoque sistémico estructural funcional expresan las relaciones de los componentes académico, investigativo y laboral con la sociedad y entre éstos, como sigue:

• El vínculo del proceso de formación de los profesionales con la sociedad (vínculo del proceso con y en la vida), se expresa mediante la relación de los componentes académico, laboral e investigativo con la sociedad

• La relación entre los componentes académico, laboral e investigativo determina las funciones instructivas, educativas y de desarrollo del proceso de formación.

Cuando se habla del proceso de enseñanza y aprendizaje, se habla de un sistema en el cual cada asignatura se desarrolla interrelacionada por los objetivos de un nivel académico determinado. Entre todas las asignaturas se van conformando las características que se quieren lograr en el futuro maestro de física.


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

Todo sistema abierto necesita de su interacción con el entorno, lo que en este caso implica considerar la relación existente entre realidad y enseñanza, que no se pueden separar como en la enseñanza tradicional. Sobre la base de lo explicado anteriormente, se determina que para el desarrollo del campo fenoménico se emplean los tipos fundamentales de actividades experimentales que se describen en la Tabla 1.

**Tabla 1**
**Tipos fundamentales de actividades prácticas para desarrollar el campo fenoménico**

| Tipos fundamentales de actividades prácticas | Esencia | Datos iniciales |
|---|---|---|
| Demostraciones | Demostrar las características generales de un fenómeno | Conceptos inherentes al fenómeno |
| Laboratorios | Determinar o evaluar magnitudes físicas fundamentales y las relaciones cuantitativas entre éstas. | El fenómeno empírico, ya sea modelado o real |
| Proyectos creativos | Aplicar los elementos teóricos (previamente aprendidos) a la solución de problema práctico a resolver. | El problema práctico propuesto por el estudiante. |
| Dinámicas grupales | Debatir en equipos de trabajo los conceptos, las actividades realizadas o a realizar, tratando de lograr consensos que conduzcan a conclusiones colectivas. | Lecturas especializadas, registros tomados por observación, resultados obtenidos de manera experimental, etc. |

**Fuente:** elaboración propia

En conclusión, las demostraciones experimentales son parte inseparable de la enseñanza de la física, lo que adquiere particular sentido en el caso de la formación docente en esta disciplina.

## Sistema fundamental de actividades prácticas experimentales para aumentar la sistematización del campo fenoménico de la física

Una vez caracterizada la estructura del campo fenoménico y tomándolo como base para conformar la asignatura de física clásica, se potencia el desarrollo de habilidades necesarias para la detección y solución de problemas de la Mecánica experimental relacionados con la vida. Existe una tríada dialéctica que es necesario tener muy en cuenta y es la relación entre el contenido de la enseñanza, el objeto de la cultura (la


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

ciencia) y las formas de enseñanza, que puede denominarse sistematización del campo fenoménico.

Las habilidades constituyen un subsistema del contenido que, al igual que el conocimiento, requiere de la precisión de sus niveles de estructuración, conforme a lo cual se sistematiza. Debido al estrecho vínculo entre habilidad y conocimiento, en la medida en que se van sistematizando las habilidades también se sistematizan los conocimientos. Por ello, sobre la base de la sistematización de las habilidades se puede lograr la de los conocimientos. La apropiación de cada nuevo conocimiento y la formación de cada nueva habilidad influyen en el desarrollo del pensamiento del estudiante y, en general, de cualquier hombre, pero a su vez el desarrollo intelectual del sujeto determina el nivel con que se sistematizan los contenidos.

La formación y desarrollo de habilidades es un proceso reiterativo en el que se van alcanzando niveles más altos de perfeccionamiento, lo que conduce a un nuevo estadio sobre la base de los hábitos y habilidades formadas, así como de los nuevos conocimientos que se incorporan. Por ello, los autores consideran que es necesario el incremento de los conocimientos para el perfeccionamiento consciente de las habilidades, lo que ocurre de forma consustancial al proceso mismo. En este proceso se llega a un alto grado de desarrollo en las habilidades ante determinados objetos, sujetos y situaciones, lo que va acompañado de un proceso de abstracción y generalización que permite la formación de habilidades cualitativamente superiores debido a su generalidad, pues permiten al sujeto actuar ante diversas situaciones frente a objetos o sujetos ante los que no había actuado anteriormente y que se denominan habilidades generalizadas (Fuentes, 1998, p. 61).

En función de lograr la generalización de la habilidad y los conocimientos base de éstas, se confecciona un sistema de actividades prácticas, sustentadas en sus contenidos teóricos, que conducen a la apropiación por parte del alumno del campo fenoménico de la física clásica, lo que le permitirá la solución de problemas prácticos de la vida estrechamente relacionados con este denominado campo fenoménico. Este sistema de actividades implica el tránsito por un grupo de fases que contiene actividades prácticas específicas como las que se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2**
**Tipos de actividades prácticas de cada una de las fases de la estrategia didáctica**

| Fases de la estrategia | Tipos de actividades prácticas |
|---|---|
| (1) Vivenciar el fenómeno observándolo y replicándolo.<br>(2) Planteamiento del problema y formulación de una posible vía de solución (hipótesis)<br>(3) Proposición y análisis de una modelación | • Demostración motivacional<br>• Dinámica conceptual<br>• Dinámica matemática<br>• Laboratorio alterno<br>• Dinámica modelizacional |


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

| | |
|---|---|
| conveniente del problema<br>(4) Contrastación empírica del modelo propuesto<br>(5) Actividades preparatorias a la investigación<br><br>(6) Aplicaciones prácticas diversas | • Dinámica experimento-realidad<br>• Laboratorio modelado con prototipos<br>• Dinámica constructiva<br>• Demostraciones secuenciales<br>• Laboratorio modelado con prototipos<br>• Laboratorio fenoménico (proyecto)<br>• Dinámica experimento-realidad:<br>• Dinámica proyectiva<br>• Laboratorio fenoménico. |

**Fuente:** elaboración propia

## Las funciones de la estrategia

Esta estrategia debe definir una planificación cuya esencia esté basada en el análisis racional de los elementos y relaciones que intervienen en la misma, para que la metodología logre las funciones que a ésta se asignan:

• Instructiva: en la solución de los problemas el alumno va complementando la formación del modo de actuación del Licenciado en Física.
• Educativa: el alumno resuelve problemas en grupo contribuyendo así con el trabajo colaborativo a que se formen los valores profesionales del Físico. Además de que el alumno se forma a través de la detección y solución de problemas experimentales relacionados con la vida y problemas que son necesidades sociales, lo que contribuye a formar el compromiso con la sociedad.
• Desarrolladora: el proceso en su totalidad persigue la generalización de la habilidad de aplicar las leyes fundamentales estudiadas en esta asignatura, en la detección y solución de problemas experimentales relacionados de la vida.
• Directora: dirige el proceso de formación de la habilidad objeto de formación.

## Instrumentos científicos didácticos para la enseñanza de la física

Para la enseñanza de la física se aplican diversas estrategias didácticas, entre ellas la propuesta de Perales y Cañal (1992, pp. 65-68), consideradaa para este estudio. Allí se encuentran las estrategias basadas en el grupo de instrumentos de precisión, conformado por los equipos mecánicos, electromecánicos y electrónicos:

1. Conjunto de mediciones básicas (CMB)

El CMB es un conjunto de instrumentos de medición de longitudes de precisión y cuerpos geométricos que se utilizan para aprender el uso de la escala *vernier* y como entrenamiento sobre el manejo de algunos de los instrumentos que poseen este tipo de escala.


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

Además, las mediciones lineales se utilizan para calcular áreas, volúmenes y, con la ayuda de una balanza, se calculan las densidades de los diferentes materiales de los cuerpos geométricos.

Los componentes del CMB son:

1 micrómetro 1 pie de rey, 1 escala lineal, 1 balín, 1 cilindro sólido, 1 cuba cilíndrica, 3 cubo, 1 paralelepípedo, 1 cono truncado, 1 figura irregular, 1 estuche de madera, 1 manual para uso y manejo.

2. Sistema de flotación lineal (SFL)

El SFL es un conjunto de instrumentos científicos que sirve para el estudio y análisis del movimiento de los cuerpos en una dimensión. Con este sistema y con la ayuda de un Impulsor de aire, de instrumentos de medición de longitudes y tiempo de duración de ciertos fenómenos, se pueden estudiar y analizar los fenómenos más relevantes del Movimiento rectilíneo uniforme (MRU) y del Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA). En esencia es una guía rectilínea, en la cual uno o varios cuerpos (deslizadores) pueden moverse casi libres de fricción, lo cual permite estudia con precisión estudiar el movimiento de uno o más cuerpos, cuando fuerzas externas actúan sobre ellos, o bien cuando los cuerpos interactúan entre sí.

El SFL consiste en un tubo de aluminio de sección transversal pentagonal (guía rectilínea), con un extremo completamente cerrado y con una toma para aire en el otro. En cada una de sus dos caras superiores y a lo largo de éstas, se encuentran dos hileras de pequeños orificios que permiten la salida de aire presurizado, inyectado a su interior a través de la toma para aire. Así, cuando en la parte superior de esta guía se coloca un deslizador de la misma forma que ella, entre éstos se forma un estrato de aire bajo presión, mismo que hará flotar al deslizador. De esta manera, se elimina la fricción entre el deslizador y la guía, luego, al aplicar una fuerza externa sobre el primero, éste se moverá quedando expuesto únicamente a la fricción debida a la viscosidad del aire.

Los componentes SFL son:

Un carril de flotación, un electrodo lineal, una polea de baja inercia, un juego de pesas para jalar el deslizador, dos deslizadores, un juego de pesas para deslizador, un poste interruptor del haz, dos amortiguadores desmontables, una regla graduada, dos porta electrodos, dos electrodos, dos retenes para lanzar deslizador, un bloque de aluminio, un manual para el uso y manejo.


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

3. Impulsor de aire (IA)

El IA es un instrumento electrónico que se conecta al sistema de rotación lineal y su función es proporcionar al interior del tubo del SFL el aire con volumen y presión suficientes, de tal manera que, al salir el aire por las hileras de orificios del tubo, se genere entre éste y los deslizadores un estrato de aire capaz de soportar los deslizadores utilizados en los diversos experimentos. El impulsor está equipado con un control electrónico para regular el volumen de aire requerido en un experimento dado.

Los accesorios del IA son: una manguera flexible con conectores en sus extremos, un filtro desmontable.

- Cronómetro digital (CD)

El CD es un instrumento electrónico indispensable en cualquier laboratorio de Mecánica que se usa para medir el tiempo de duración de un evento físico. Su precisión en las lecturas puede seleccionarse entre 0.01 s y 0.001 s. Es muy versátil en su manejo ya que puede iniciar y parar su conteo de diversas formas:
1) Inicio y parado manual. 2) Inicio y parado con interruptores opto-electrónicos. 3) Inicio manual y parado con interruptor opto-electrónico. 4) Inicio con interruptor opto-electrónico y parado manual. 5) Inicio con interruptor opto-electrónico y parado con interruptor opto-electrónico. 6) Inicio manual y parado con interruptor electrónico (piezoeléctrico). 7) Inicio con interruptor foto-electrónico y parado con interruptor electrónico (piezoeléctrico).
Adicionalmente, tiene una salida para activar un electroimán de sujeción que se utiliza en varios experimentos de mecánica.

Los accesorios son: dos interruptores electrónicos, un electroimán de sujeción, un manual de uso y manejo.

- Generador de chispas (GCH)

El generador de chispas es un instrumento electrónico que se emplea para generar series de pulsos de alto voltaje a intervalos de tiempo muy precisos, mismos que se convierten en series de descargas eléctricas visibles (chispas eléctricas). Cuando se coloca un electrodo (de chispeo) entre el electrodo lineal del SFL y el electrodo lineal de una regla de chispeo (sin contacto mecánico), entonces, la serie de pulsos de alto voltaje se convierte en una serie de chispas eléctricas entre ambos electrodos lineales.
Si el electrodo de chispeo es puesto sobre un objeto en movimiento, por ejemplo, en un deslizador del SFL, y la serie de chispas a su vez se hace pasar a través del papel termo sensible de registro fijo en el SFL, cada chispa dejará una marca en el papel, estas marcas proporcionan la posición del deslizador como función del tiempo. Con esta


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

información se puede analizar y describir cuantitativamente el movimiento del deslizador.

Los accesorios del GCH son:

1 regla de chispeo, 1 papel termo sensible, 1 manual para uso y manejo.

- Sistema de caída libre (SCL)

El SCL es un conjunto de dispositivos electrónicos y mecánicos de precisión que se emplea para estudiar y analizar el Movimiento en caída libre de los cuerpos. En realidad, con el SCL se estudia y analiza el movimiento de caída de los cuerpos en el aire; sin embargo, cuando el objeto tiene forma aerodinámica, como en el caso de un balín de acero, el movimiento de éste al caer es muy aproximado al de la caída libre, estrictamente lo que se analiza es el movimiento de cuasi caída libre. Con el SCL se puede calcular, además, el valor de la aceleración de la gravedad en cualquier lugar donde se realice el experimento diseñado para tal fin con el sistema.

Los componentes del SCL son: un cronómetro digital, un electroimán de sujeción, un interruptor piezoeléctrico, una pinza de mesa, un soporte, dos nueces de sujeción, un balín y un manual para uso y manejo.

- Sistema de tiro parabólico (STP)

El STP es un conjunto de dispositivos mecánicos y electrónicos de mucha precisión que se emplea para el estudio y análisis del movimiento de proyectiles en dos dimensiones. El STP permite estudiar y analizar de manera exhaustiva el movimiento de un proyectil cuando es lanzado al aire haciendo un ángulo entre 0° y 90° con la horizontal. El STP permite descubrir que el movimiento de tiro parabólico de un cuerpo es la superposición de dos movimientos independientes, uno horizontal del tipo MRU y otro vertical del tipo MRUA.

Los componentes del STP son: una unidad de disparo, un control electrónico de disparo, un interruptor piezoeléctrico, una guía rectilínea de operación, dos trípodes con tornillos niveladores, dos soporte de la guía de operación, un dispositivo para interruptor piezoeléctrico vertical, dos bolas rectificadas de nylon y un manual para uso y manejo.

4. Mesa de fuerza (MF)

La mesa de fuerza es un equipo de sencillo manejo que se emplea para realizar experimentos de física relacionados con fuerzas en equilibrio.


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

Los componentes de la MF son un disco de acero, tres porta poleas y poleas, un soporte, un trípode con tornillos niveladores, un anillo de aluminio, tres ganchos, tres trozos de hilo de nylon, tres porta pesas, tres juego de pesas, un círculo graduado de papel y un manual para uso y manejo.

Desde luego, es necesario acotar que todos los dispositivos e instrumentos descritos suelen ser parte del equipamiento normal de los laboratorios de física, en cualquier institución de educación superior y que en su empleo creativo radica el logro de los objetivos que se plantean, bajo enfoques como el aprendizaje significativo y otras propuestas relacionadas con las corrientes pedagógicas constructivistas, sin descartar modalidades como la enseñanza colaborativa, incluyendo el uso de modelos computarizados (Alonso, 2017) y su desarrollo en ambientes virtuales (Hamdan, Din, Abdul, Mat, Kamsin e Ismail, 2015; Hernández, González y Muñoz, 2014; Romero y Quesada, 2014).

## Conclusiones

El análisis realizado permite llegar a las siguientes conclusiones:

-La enseñanza tradicional de la física convierte al proceso docente en un sistema cerrado cuya frontera es el aula, es considerado como experto en un ámbito de conocimiento, el cual determina el contenido, así como el plan de actividades del aula, que se desarrollan con los resultados de aprendizaje.

- Las estrategias didácticas que se proponen para la enseñanza y aprendizaje de la física, favorecen el trabajo colaborativo y la autopreparación de los estudiantes, lo que acerca el modo de actuar del estudiante a la formación de los valores fundamentales del futuro profesor.

- Para las estrategias propuestas para la didáctica de la física, la evaluación se ha de concebir como parte inherente al proceso de enseñanza y aprendizaje, debiéndose centrar la atención en su dimensión pedagógica. La evaluación debe contemplar estrategias encaminadas a diagnosticar y regular permanentemente el proceso de enseñanza y aprendizaje, incidiendo en el análisis de los diferentes factores intervinientes en dicho proceso.

-La estrategia didáctica para la formación de futuros maestros, debe desarrollarse a través de actividades prácticas, como se explica en las páginas precedentes, mediante el uso de instrumentos científicos didácticos para la enseñanza de la física, aplicados tanto en lo concerniente a la fundamentación teórica, como a las prácticas áulicas con simuladores y en el laboratorio.


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

- Las estrategias didácticas para le enseñanza de la física, exigen del futuro profesor el compromiso que le convierta en investigador, reflexivo, crítico e innovador de su práctica educativa, con el propósito de comprender la situación educativa del aula, de los grupos y de los individuos que generan conocimientos, a fin de contribuir a solucionar los problemas relacionados con la vida real. Este enfoque ha de constituirse como un elemento imprescindible para el autodesarrollo profesional del futuro docente.

## Referencias

Aliberas, J, Gutiérrez, R., Izquierdo, M. (1989). Modelos de aprendizaje en la didáctica de las ciencias. *Investigación en la escuela*, 9,17-24.

Alonso Sánchez, M. F. (2017). Experimentos de Física con Modellus. *Enseñanza de las ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*. Número extraordinario dedicado al X Congreso Internacional sobre Investigación en Didácticas de las Ciencias (Sevilla, 5-8 de septiembre de 2017), 663-670.

Anderson, O. R. (1998). *Desarrollo de habilidades del pensamiento*. México: Editorial Trillas.

Arca, M. P. (1990). *Enseñar ciencia. Cómo empezar*: reflexiones para una educación científica de base. Barcelona: Paidós Educador.

Archer, M. (1997). *Cultura y teoría social*. Buenos Aires: Nueva Visión.

Bachelard, G. (1968). *El aire y los sueños*. México: Fondo de Cultura Económica.

Candela, M. A. (1993). *Investigación y desarrollo en la enseñanza de las ciencias naturales*. Documento DIE, Núm. 24, México CINVESTAV, IPN.

Calatayud, M. L., Gil P., D. y Gimeno A., J. V. (1992). Cuestionando el pensamiento docente espontáneo del profesorado universitario: ¿las deficiencias de la enseñanza como origen de las dificultades de los estudiantes? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado.* 14,71-81.

Chevellard, Y. (1998). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: AIQUE Grupo Editor. Recuperado de https://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11DID_Chevallard_Unidad_3.pdf.


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175

Cleland, C. E. (2002). Methodological and Epistemic Differences between Historical Science and Experimental Science. *Philosophy of Science*. 69(3), 447-451. Recuperado de https://philpapers.org/rec/CLEMAE

Concari, S. B. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. *Ciencia e Educação*, 7(1), 85-94. Recuperado de http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/06.pdf.

Fuentes González, H. y Álvarez Valiente, I. (1998). *Dinámica del proceso docente educativo de la educación superior.* CEES Manuel F. Gran. Santiago de Cuba: Universidad de Oriente.

García M., G. R., Alcívar C., M. E., Gorozabel C., F. B. y Gorozabel C., T. A. (2017). Resultados del rediseño de la carrera de Ciencias Experimentales en Pedagogía de las Matemáticas y Física. *Did@scalia: Didáctica y Educación*, 3(3), 91-118. Recuperado de file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-ResultadosDelRedisenoDeLaCarreraDeCienciasExperime-6662623.pdf

Giordan, A. (1996). *Cómo ir más allá de los modelos constructivistas*. La utilización didáctica de las concepciones de los estudiantes, Investigación en la Escuela. México: CINVESTAV, IPN.

González Rey, F. (1997). *La personalidad, su educación y desarrollo*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Hamdan, A., Din, R., Abdul Manaf, S. Z., Mat Salleh, N. S., Kamsin, I. F. e Ismail, N. M. (2015). Exploring the relationship between frequency use of web 2.0 and meaningful learning attributes. *Journal of Technical Education and Training*, 7(1), 50-66. Recuperado de http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.864.5827&rep=rep1&type=pdf

Hernández R., Y. y Galindo S., R. V. (2007). El concepto de intersubjetividad en Alfred Schutz. *Espacios Públicos*, 10(20), 228-240. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/676/67602012.pdf

Hernández, N., González, M. y Muñoz, P. (2014). La planificación del aprendizaje colaborativo en entornos virtuales. Comunicar. *Revista Científica de Educomunicación*, 21(42), 25-33.

Herrera, J. A. (2003). *El hilo conductor en la dosificación del contenido de la enseñanza*. Ponencia presentada en el evento de base Universidad 2004. Universidad de Camagüey. Camagüey, Cuba.

Jiménez-Tenorio, N. y Oliva, J. M. (2016). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 13(1): 121-136.

Lara-Barragán Gómez, A., y Cerpa Cortés, G. (2014). Enseñanza de la Física y desarrollo del Pensamiento Crítico. *Latin American Journal of Physics Education*. 8(1), 52-59. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732016000200133.

León, A. I. (2008). *La enseñanza de las ciencias naturales y la formación docente en la educación básica*. La escuela y las ciencias naturales Memoria del seminario-taller), Morelia, Michoacán, México.

López A., N. G. y Sánchez D., L. (2010). El aburrimiento en clases. *Procesos Psicológicos y Sociales*. 6(1 y 2), 1-43.

McDermott, L. C. (1991). Lillikan Lecture1990. What we teach and what is learned – closing the gap. *American Journal of Physics*, 59(4), 301-315. Recuperado de http://Millikan-Lecture-1990-What-we-teach-and-what-is-learned-Closing-the-gap.pdf.

Merino A., R., León B., F. y Ordóñez C., J. (2019). Proyecto Integrador de Saberes: Una experiencia investigativa académica desde la perspectiva de los estudiantes de Segundo Ciclo de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, Matemáticas y la Física, de la Universidad Nacional de Loja (Ecuador). *Revista Espacios*, 40(19), 24 páginas. Recuperado de http://www.revistaespacios.com/a19v40n19/19401924.html

Monzón M., A. S. (2008). El enfoque multi e intercultural y perspectiva de género en la educación superior: análisis y propuesta. Guatemala: Universidad de San Carlos.

Mora, L. y Barrera, K. (2003*). La enseñanza de la Física como investigación en la carrera de Ingeniería biomédica. Memorias del III Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física*. Universidad de La Habana.

Perales, F. J. y Cañal, P. (1992). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias. Marfil: Alcoy

Piaget, J. (1973). *Psicología y pedagogía*. Barcelona. Editorial Ariel.

Pintó, R., Aliberas, J. y Gómez, R. (1996). Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas. *Enseñanza de las ciencias*, 14(2), 221-232.

Porlán, R. y Martín del Pozo, R. (1996). Ciencia, profesores y enseñanza: unas relaciones complejas. *Alambique*, 8(2), 23-32.

Reif, F., & St. John, M. (1979). Teaching physicists thinking skills in the laboratory. *American Journal of Physics*, 47 (11), 950-957.

Romero A., M. y Quesada A., A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 101-115. Recuperado de https://core.ac.uk/download/pdf/38989753.pdf

Rodríguez, M. (1996). *Adquisición de conocimientos y cambio conceptual. Implicaciones para la enseñanza de la ciencia*. Capítulo 2 de Construir y enseñar. Las Ciencias Experimentales. Buenos Aires: AIQUE.

Rodríguez, E e Iturmendi V., A. (2013). *Igualdad de género e interculturalidad: enfoques y estrategias para avanzar en el debate*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Recuperado de https://www.academia.edu/3808971/Igualdad_de_G%C3%A9nero_e_Interculturalidad_enfoques_y_estrategias_para_avanzar_en_el_debate

Rosen, S. A. (1954). History of the physics laboratory in the American public schools (to 1910). *American Journal of Physics*, 22, 194-204.

Salinas de Sandoval, J., Cudmani, L. y Pesas de Danón, M. (1996). *Modos espontáneos de razonar: un análisis de su incidencia sobre el aprendizaje del conocimiento físico a nivel universitario básico*. *Enseñanza de las Ciencias*. 14(2): 209-220. Recuperado de https://core.ac.uk/download/pdf/13271917.pdf.

Solbes, J. y Vílchez P., A (1998). Las interacciones CTS en los nuevos textos de la enseñanza secundaria. *Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias*. 1, 142-147. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2941807.pdf.

Solís, C. A. (2015). Creencias sobre enseñanza y aprendizaje en docentes universitarios: revisión de algunos estudios. *Propósitos y Representaciones*. 3(2):227-260. Reuperado de http://Dialnet-CreenciasSobreEnsenanzaYAprendizajeEnDocentesUnive-5475205%20(2).pdf.

UNESCO. (1999). *Informe final. Conferencia Mundial de Educación Superior*. *Visión y acción* París: UNESCO. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000116345_spa/PDF/.

UNESCO. (2008). *International Basic Sciences Programme: harnessing cooperation for capacity building in science and the use of scientific knowledge; IBSP: what it is, what it does*. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000162712

UNESCO. (2009). Conferencia Mundial sobre la Educación Superior - 2009: La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo. París: UNESCO. Recuperado de http://www.unesco.org/education/WCHE2009/comunicado_es.pdf

Vaara, R-L. y Gomes S., D. G. (2019).Teaching kinematic graphs in an undergraduate course using an active methodology mediated by video analysis. *LUMAT General Issue*, 7(1), 1–26. Recuperado de https://journals.helsinki.fi/lumat/article/view/1257

Vigotsky, L., S. (1987). *Problemas de la enseñanza y el desarrollo mental en edad escolar*. Investigaciones psicológicas. Moscú.


ISSN (impreso): 1316-0087 ISSN (digital) 2244-7474
*Investigación y Postgrado*, Vol. *34*(2), may-oct., 2019 pp. 151-175