

TÍTULO:
**“UNA ALTERNATIVA METODOLÓGICA PARA LA REALIZACIÓN DE
LOS LABORATORIOS VIRTUALES DE FÍSICA GENERAL EN LAS
CARRERAS DE INGENIERÍA”.**

AUTORES:

MSc. JOSÉ PALACIOS MUSTELIER
PROFESOR AUXILIAR
pala@fa.uo.edu.cu

Dr. FAUSTINO REPILADO RAMÍREZ
PROFESOR TITULAR
frepila@fr.uo.edu.cu

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA
UNIVERSIDAD DE ORIENTE. CUBA**

RESUMEN:

Este trabajo es parte de la tesis de Maestría que el autor defendiera sobre el empleo de las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (TIC) en la Educación, particularmente en la Física para las Carreras de Ingeniería en Cuba. En el trabajo se propone una alternativa metodológica para favorecer el proceso de aprendizaje de los estudiantes en el contexto de la clase de laboratorio de la disciplina, empleando simulaciones que cumplen determinados requerimientos que paulatinamente se irán definiendo en el transcurso del trabajo.

Se parte del criterio de que la simulación no se contrapone al proceso de la medición de parámetros cuantitativos, sino, más bien lo complementa. Se asume, además, el sistema organizativo existente actualmente en el laboratorio, tomando, como uno de sus aspectos centrales, el enfrentamiento a las situaciones problemáticas vinculadas con el fenómeno estudiado en el experimento, sugiriéndose ciertos “momentos” de consulta de la herramienta informática para enriquecer las hipótesis que el estudiante va conformando en la solución de esa situación problemática.

ABSTRACT

This work is part of the thesis of Master that the author defended on the employment of the Computer Science Technologies and the Communications (TIC) in the Education, particularly in the Physics for the Careers of Engineering in Cuba. In this work intends a methodological alternative to facilitate the process of the students' learning in the context of the class of laboratory of the discipline, using simulations that complete certain requirements that gradually will go being defined in the course of the work.

It is supposed that the simulation is not opposed to the process of the mensuration of quantitative parameters, but, rather it supplements it. It is assumed, also, the existent organizational system at the moment in the laboratory, taking like one of their central aspects, the confrontation to the problematic situations linked with the phenomenon studied in the experiment, being suggested certain “moments” of consultation of the computer tool to enrich the hypotheses that the student goes conforming in the solution of that problematic situation.

PALABRAS CLAVES:

Laboratorio, situación problemática, proceso, simulación, momento, modelo, hipótesis, medición.

Introducción.

La penetración de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el proceso de formación de profesionales en la Educación Superior se ha caracterizado por su fertilidad y vertiginosidad, trayendo consigo que el plazo de obsolescencia de los resultados introducidos sea cada vez menor.

El proceso docente – educativo de las diferentes disciplinas que conforman las carreras universitarias, particularmente lo referido a la asimilación de contenidos, ha recibido el influjo de las TIC y de lo que se trata ahora es de perfeccionarlo cada día más.

En el presente trabajo se propone una alternativa metodológica para facilitar la asimilación de los contenidos de la Física General en las Carreras de Ingeniería con ayuda de las TIC en el área del laboratorio, conjugando armoniosamente los tres modelos esenciales para el desarrollo de las prácticas de laboratorio: el modelo de la educación presencial, el de educación a distancia y el de aula virtual. Esa conjunción se da por el simple hecho de que el estudiante visita el laboratorio para realizar mediciones, usa el correo electrónico y emplea los simuladores de la red, antes de asistir a las clases de laboratorio. La integración de tales modelos permite formas de interacción que sólo es posible por la tecnología que la soporta, facilitando con ello acceder libremente y sin intermediación a los materiales originales.

Contextualización de las simulaciones en el sistema experimental.

Parece estar fuera de dudas que desde el propio sistema experimental de la disciplina se contribuye al modo de actuación profesional si se selecciona y emplea adecuadamente la herramienta informática (incluido los simuladores) que mejor tributen al fundamento teórico de las prácticas, teniendo en cuenta la correspondencia entre sus objetivos y los del experimento en cuestión.

¿Cuáles serían los principales requerimientos que debería cumplir la simulación experimental para propiciar una mejor comprensión del fundamento teórico de la disciplina teniendo como premisa la participación activa de los estudiantes en la clase de laboratorio? Desde nuestra perspectiva, entre los más significativos se encuentran:

1. Responder a los objetivos generales de la práctica de laboratorio.

Ello significa que el simulador:

- ❖ Ofrece alternativas para la solución del problema que aborda la práctica.
- ❖ Concilia los objetivos del experimento y las tareas del estudiante en el proceso de medición.
- ❖ Concilia las magnitudes a medir en la práctica de laboratorio y las que tiene en cuenta el simulador.

2. Viabilizar una comunicación de fácil comprensión para el usuario.

Ello significa que el simulador:

- ❖ Presenta un entorno estéticamente agradable para el estudiante
- ❖ Es de fácil manipulación y permite un rápido acceso a las distintas opciones, o sea, existe una “interfaz amigable”.

3. Revelar la esencia del fenómeno físico.

Ello significa que el simulador:

- ❖ Da opciones de ampliar el alcance de las mediciones, imposibles en condiciones de laboratorio real, o sea, enriquece la relación realidad - modelo.

Todo ello nos pone en condiciones de concebir un sistema de tareas, con centro en los simuladores y prioridad en el trabajo personal exploratorio, que influya positivamente en la comprensión de los diferentes modelos físicos que se estudian en la disciplina, a partir de la caracterización previa y posterior adaptación de materiales ya existentes.

¿Cuál sería, entonces, el punto de partida de tal caracterización? Indudablemente lo sería la determinación de las potencialidades de la herramienta para alcanzar los objetivos deseados.

El uso de las simulaciones en el contexto del laboratorio de Física General.

Durante mucho tiempo se trabajó el laboratorio sin el empleo de las TIC o limitado exclusivamente al uso del Microsoft Excel para procesamiento de la data experimental. En la actualidad, y dada las condiciones de nuestro país, la experiencia nos ha revelado que la estructura operativa más eficiente del laboratorio es la conocida como “cíclica”, la que supone el paso de los estudiantes por diversos ciclos integrables entre sí, cada uno de los cuales tiene objetivos y tareas muy concretas.

El primer ciclo de prácticas se denomina **introdutorio**, destacándose el papel protagónico del profesor en las indicaciones que brinda al estudiante para enfrentar el trabajo en el laboratorio. En el segundo, identificado como de **desarrollo**, se enfatiza en que el estudiante tenga una participación más directa en la definición de los ejercicios y tareas en función de profundizar en las habilidades experimentales. Y por último, en el ciclo **investigativo**, el estudiante decidirá con un determinado grado de independencia, qué elementos del diseño experimental resultan imprescindibles para alcanzar los objetivos propuestos. En todos los ciclos está presente el enfrentamiento del estudiante a una situación problemática vinculada con el fundamento teórico de la práctica.

Si bien adoptamos tal estructura en nuestro trabajo, le incorporamos el empleo de las simulaciones para desarrollar la independencia cognoscitiva; la toma de decisiones y la familiarización de los estudiantes con el método de investigación científica. Cabe destacar, además, que la simulación no pretende sustituir al laboratorio real, sino apenas complementarlo, pues ningún medio, por desarrollado que sea, podría suplir la formación de habilidades experimentales que proporciona el laboratorio real.

Por otra parte, dentro de la propia estructura cíclica del laboratorio se considera que el mismo tiene una estructura operativa definida por tres etapas fundamentales: la **introdutoria**, la de **desarrollo** y la de **conclusión**.

En la primera, el estudiante defiende su comprensión teórica de la situación problemática y su posible solución – por situación problemática se está entendiendo aquella situación física que pretende movilizar el raciocinio del estudiante, colocándolo ante la famosa “barrera epistemológica” de Bachelard. **En la segunda**, se realizan las mediciones experimentales y en **la tercera**, elabora y defiende un informe escrito con su resumen del trabajo, donde conjuga los elementos teóricos con los resultados experimentales. Todas estas etapas son evaluativas y en la

medida en que transita por ellas, el estudiante va configurando una solución objetiva de la situación problemática.

Desde el punto de vista del empleo del simulador, se considera que el mismo puede ser consultado cuantas veces se desee, aunque es recomendable que se haga fundamentalmente en dos **momentos**: a) cuando el estudiante está preparándose para enfrentar el experimento y donde elabora hipótesis de solución de la situación problemática y b) al procesar los datos experimentales, retomando sus hipótesis anteriores y elaborando otras con un nivel de profundidad superior.

Todo lo dicho supone elaborar un modelo de organización didáctica de implementación en la práctica docente cotidiana. En este caso, y para facilitar la comprensión, la exposición del modelo se ha subdividido en dos partes: a) andamiaje didáctico – organizacional (figura No.1) necesario para precisar la situación problemática, centro de la actividad experimental, tanto con simuladores como sin ellos, b) el “**proceso**” (figura No.2), mecanismo esencial basado en el “enfrentamiento y seguimiento” del problema de la práctica, que es a su vez, el núcleo didáctico – organizacional fundamental para la superación del mismo.

El **proceso** centra su atención en dos de las tres etapas del trabajo que realiza el estudiante en el laboratorio, denominándose ahora **momentos**, caracterizados por el empleo de las TIC en el contexto de la clase de laboratorio.

En la figura 2, se aprecia que en el **momento I**, coincidente con la etapa de preparación previa, el estudiante, por medio de las TIC, accede a los materiales del laboratorio, que antes copiaba de las tablillas, con la correspondiente pérdida de tiempo, que le permitirán, conjuntamente con la bibliografía sobre el tema y los simuladores, analizar, repensar y seleccionar las posibles variantes de resolución, formulando, de paso, sus primeras hipótesis de trabajo. La información que ahora consultará en la red universitaria, aventaja a la anterior por sus textos, ilustraciones y animaciones que propician una mejor motivación para enfrentarse a la tarea.

El **momento II**, se identifica con la etapa de las conclusiones. En él, el estudiante podrá aventurar hipótesis más consistentes - pues ya ha procesado la data experimental, pudiendo consultar nuevamente los simuladores, ahora a un nivel cualitativo diferente, para profundizar en la situación problemática y la solución a la que se ha arribado afinando el contraste entre el modelo físico y la realidad.

Lo realmente nuevo en el modelo que se propone estriba en darle seguimiento a la situación problemática de la práctica, empleando un simulador adecuado de acuerdo a una metodología creada al efecto.

En el camino hacia la solución de la situación problemática, parece recomendable inclinar al estudiante hacia una secuencia que articule de manera armónica tres elementos que se encuentran estrechamente vinculados:

1. Consideración del conocimiento precedente sobre el fundamento teórico en que se apoya el problema.
2. Observación e interpretación de las principales regularidades que se derivan del proceso de medición, lo que permita vincular ese conocimiento precedente enriquecido con la lógica de los resultados experimentales.

3. Integración de los elementos anteriormente referidos en otro con propiedades del objeto cualitativamente nuevas, de manera que se acerque a la solución y la comprensión de los nexos entre el modelo físico y la realidad.

Toda la lógica anterior debe irse construyendo paulatinamente, pasando de un momento a otro de ese **proceso** de manera armoniosa y natural, conjugando los momentos de teorizaciones y de mediciones. Obviamente, el "tránsito" de un momento a otro en pos de la solución será natural si el elemento "mediador" (el simulador seleccionado) refleja adecuadamente al objeto estudiado y permite revelar propiedades nuevas en correspondencia a leyes objetivas y según la lógica de la ascensión de lo abstracto a lo concreto.

El enfrentamiento a la situación problemática se realiza analizándola en base a los conocimientos que domina, asumiendo una primera hipótesis de solución y confrontándola con el simulador. A este proceso preliminar se le llama de "**familiarización**", esclarecimiento o reafirmación de sus concepciones a partir de una "**solución**" parcial, eminentemente teórica.

El siguiente paso es el de las mediciones de las magnitudes físicas. Una vez realizada esta tarea, se retoma el problema contrastándolo con el simulador, se repiensa la solución, sólo que a un nivel superior, y se generan nuevas hipótesis, esencialmente divergentes, para comprobar cuán poderosa es la asunción realizada con respecto a la relación modelo - realidad. A este nuevo nivel se le denomina de **profundización**.

¿Qué papel juega el profesor en este proceso?

El profesor propicia el intercambio, el debate, el análisis de las debilidades o fortaleza de la postura asumida dirigiendo los análisis a la correspondencia entre modelo y realidad sobre la base del principio de "extensión virtual de la realidad" de la herramienta informática. Ella es reveladora de características del modelo que resultan difíciles de observar y analizar a partir de las metodologías tradicionales.

A este último nivel se le identifica como de **concreción y aplicación**.

Metodología para la aplicación del modelo propuesto.

Esta metodología sugiere algunas de las actividades que se deben cumplir por el docente para implementar el empleo de simuladores en el contexto de la clase de laboratorio. Ellas son:

- ☐ Ubicación en la red universitaria de: a) organigrama de trabajo en los laboratorios, b) distribución de los estudiantes por parejas, c) problemas de las prácticas, d) bibliografía recomendada, e) materiales y simuladores correspondientes y f) otras informaciones relevantes.
- ☐ Adopción de los tres ciclos fundamentales considerados para el desarrollo del laboratorio: introductorio, de desarrollo e investigativo, con énfasis particular en algunos de ellos en correspondencia con los intereses de la disciplina.
- ☐ Caracterización de la metodología para cada ciclo.

Este último aspecto se subdivide, a su vez, de la siguiente manera:

❖ **Ciclo introductorio.**

Dado el papel más protagónico del profesor en este ciclo, su trabajo se concentraría más en: a) facilitar ubicación de la información en la red universitaria, b) objetivos que se persiguen con la relación simulación – medición, c) objetivos que se persiguen en la relación realidad – modelo, d) información sobre situación problemática y las tareas y ejercicios propuestos, e) énfasis en que las herramientas informáticas, incluidos los simuladores, son apenas complemento del experimento.

❖ **Ciclos de desarrollo e investigativo.**

El empleo de los simuladores se diferenciará de los restantes en lo referido a la complejidad de las tareas que se enfrentarán.

El trabajo con el simulador se corresponde con la actividad que desarrollará en el laboratorio. Así:

- En el **primer ciclo de desarrollo**, el estudiante recibe la situación problemática e indicaciones de todos los ejercicios con las tareas que realizará según un diseño experimental concebido previamente, insistiéndose por cada práctica en la consolidación de habilidades experimentales como **observación, medición, procesamiento de la data, análisis y conclusiones**.
- En el **segundo ciclo de desarrollo**, se le entrega la situación problemática de la práctica, parte de los ejercicios y las tareas correspondientes, a partir de un diseño experimental, debiendo analizar las mediciones que él realizaría para el caso del ejercicio en que no posee indicaciones de tareas.
- Para el **ciclo investigativo**, solo recibe la situación problemática y junto al profesor, debe concebir el diseño - con los correspondientes ejercicios y tareas - que le permitan dar respuesta a esa situación.

Obsérvese que el elemento común que está presente en todos los ciclos es la necesidad de darle solución a la situación problemática de la práctica como investigación, de ahí que su seguimiento sea el nexo efectivo entre las distintas etapas que conforman el trabajo experimental.

📖 En cuanto a los **dos momentos** definidos anteriormente, la metodología sería la siguiente:

❖ **Para el momento I:**

Se motivará el análisis mental de la situación problemática partiendo de los conocimientos previos y a partir de la bibliografía sobre el tema. Ampliará sus conocimientos, al realizar el primer análisis con el simulador y podrá reflexionar nuevamente sobre la posible solución del problema, enriqueciendo sus hipótesis.

Esta preparación propiciará un acercamiento más efectivo al objeto de estudio, al poder contar con ilustraciones y animaciones que antes no poseía.

Finalmente, el estudiante analiza con el profesor sus hipótesis sobre la solución del problema y en dependencia de los resultados, pasa a realizar las mediciones del experimento.

❖ **Para el momento II:**

A partir de los resultados experimentales, el estudiante estará en posibilidad de establecer un análisis comparativo con los del simulador, elaborando conclusiones reveladoras de las diferencias y similitudes entre el modelo y la realidad, todo lo cual le permita, finalmente, confirmar o rectificar sus hipótesis anteriores sobre la solución del problema. Todo lo anterior permitirá valorar en el informe presentado los elementos del modelo físico y la realidad, arribando a conclusiones en cuanto a las diferencias y similitudes.

La relación existente entre los dos enfoques organizativos se concreta en que las tareas que deberá cumplir el estudiante en cada **momento**, estarían en correspondencia con el **ciclo** de prácticas en que se encuentra. En este sentido, el profesor juega un papel fundamental en la implementación y dosificación de esas tareas, para que se extraiga de la experiencia todas las posibilidades que permitan su integración a la estrategia de desarrollar el pensamiento científico del estudiante, de manera que pueda aplicarlo en el resto de la carrera e incorporarlo, finalmente, a su modo de actuación profesional.

Para seleccionar los simuladores, el docente debe considerar los siguientes requerimientos:

❖ **Responder a los objetivos generales de la práctica de laboratorio.**

Los simuladores deben ofrecer alternativas de: abordar la solución del problema, visualizar representaciones, manejar datos diversificadores de matices del problema, movimiento de lo simple a lo complejo, consideración de que se medirán magnitudes que luego serán contrastadas en la relación realidad – modelo.

❖ **Garantizar una comunicación de fácil comprensión para el usuario.**

Los simuladores deben ser de fácil manejo, de manera que se aborde el fenómeno objeto de análisis mediante acciones sencillas y de rápido acceso, además la pantalla debe contener simultáneamente las magnitudes que se manejan en el fenómeno, sus alternativas de variación y la correspondiente representación que revele las diversas maneras en que se observaría. excluyéndose aquellos elementos intrascendentes al sistema de conocimientos de la asignatura.

❖ **Revelar la esencia del fenómeno objeto de análisis.**

Presentación inicial del fenómeno en su aspecto más “puro”, menos contaminado, de manera que progresivamente sea posible incorporar nuevos efectos o propiedades que diversifican su manifestación hasta llevarlo a un comportamiento lo más cercano posible a como se presenta en la naturaleza. Valoración preliminar desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo de las potencialidades del simulador, todo lo cual facilitaría el tránsito del estudiante por la lógica del pensamiento científico.

Conclusiones.

En el trabajo se propuso un modelo para el empleo de simuladores que cumplan con determinados requerimientos, a partir de los cuales el docente pueda organizar el trabajo con vistas a su utilización en función de la clase de laboratorio.

Se precisa la idea de que esta herramienta informática, como medio que favorezca el aprendizaje en el contexto del laboratorio, sea utilizada antes y después del proceso de medición, enriqueciendo las hipótesis que elabora el estudiante sobre la solución de la situación problemática. Por tal razón, el seguimiento de la misma, permitirá ampliar su visión sobre el sistema de conocimientos, y, a su vez, garantizará el adecuado vínculo entre el modelo físico y la realidad.

Se respeta la organización por **ciclos** del sistema experimental de la disciplina, combinándose con los dos **momentos** definidos por la tesis. Estos últimos, identificados como el tiempo durante el cual los estudiantes emplean los simuladores, se enlazan mediante un **proceso** que tiene como finalidad el seguimiento de la situación problemática hasta su solución objetiva.

La metodología propuesta tiene en cuenta las ideas analizadas, introduciendo cambios en las actuales indicaciones que reciben los estudiantes para el laboratorio, de manera que se promueva un mayor asincronismo durante el proceso de formación, que favorezca el objetivo encaminado a lograr una mayor independencia en la elaboración de su estrategia de aprendizaje.

Bibliografía.

1. González, A. **“El Calculator-Based Laboratory en la enseñanza de la Física Experimental”**. VI Conferencia Interamericana sobre Educación en la Física. Argentina. 1997.
2. Delicia, C. **“La simulación por computadora y la UVE de Gowin en el aula de Física”**. VI Conferencia Interamericana sobre Educación en la Física. Argentina. 1997.
3. Marcheco, I. **“La lógica inductivo-deductiva en el diseño y ejecución de las prácticas de laboratorio de Física General II para estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica”**. Tesis en opción al título académico en Master en Ciencias de la Educación. Santiago de Cuba. 1999.
4. Rodríguez, L. **“El pensamiento lógico dialéctico e independiente en el diseño de organización del sistema de prácticas de laboratorio de Física I para los estudiantes de Ingeniería Química”**. Tesis en opción al título académico en Master en Ciencias de la Educación. Santiago de Cuba. 2001.
5. **“Documento base para la elaboración de los planes de estudio D”**. Ministerio de Educación Superior . 2003..
6. Legaña, M **“Sistema de materiales computarizados para la enseñanza del electromagnetismo en Ingeniería Eléctrica”** Tesis en opción al título académico en Master en Ciencias de la Educación. Camagüey. 1997
7. Insa, D., Morata, R. **“Multimedia e INTERNET”** Editorial Paraninfo, 1998, Madrid, España.
8. Paz, M. **“Aspectos psicológicos en la relación virtual entre profesor y alumnos”**. Montevideo, Mayo, 2001. <http://www.eidos.es/> (Acceso Abril 2002)
9. Galvis, H. **“Ambientes de enseñanza-aprendizaje enriquecidos con computador”** En Boletín de Informática Educativa. Vol 1, No.2, Diciembre de 1988. pág.119.
10. Quintero, O. **“Investigación y desarrollo de software educativo. Un caso: sistema de ejercitación y práctica para enseñar a resolver problemas de cálculo de áreas de figuras geométricas planas”** En: Boletín de Informática Educativa. Vol. 1, No.2, Diciembre de 1988. pp 161 - 170.
11. Gándara, M. **“La interfaz en el usuario: una introducción para educadores”** En: Usos educativos de la computadora México, CISE-UNAM, 1994. pp 179 - 192.
12. Marqués, P. **“El software educativo”**. www.doe.d5.ub.es. (Acceso Junio 2002) Universidad de Barcelona. España. 1999.
13. Kofman, H. **“Modelos y simulaciones computacionales en la enseñanza de la Física”**. Revista Educación en Física Uruguay. ISSN: 0797-9045. Vol.6 pp 13- 22. 2000

Figura No. 1

Modelo de la dinámica del uso de las simulaciones en el contexto del laboratorio de Física General.

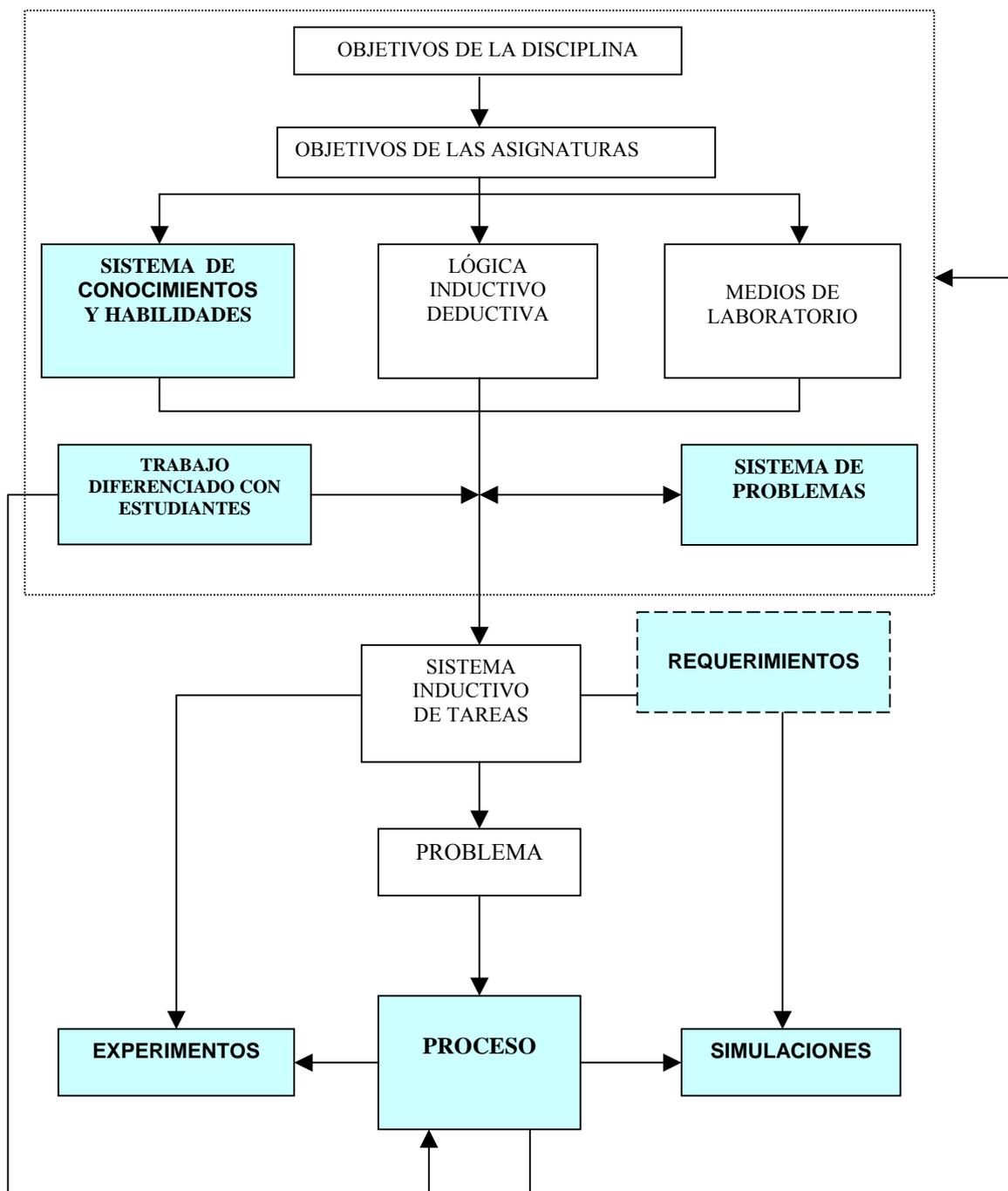


Figura No. 2

Proceso para el seguimiento del problema de la práctica de laboratorio

