



MÓDULO DIDÁCTICO SOBRE EL MANEJO ESTADÍSTICO DE DATOS PARA ESTUDIANTES DE LABORATORIO DE FÍSICA I¹

A teaching module on the
statistical management of data
for physics I laboratory students

*Luisa Fernanda Moreno Sarmiento², Jorge Humberto Martínez Téllez³,
David Alejandro Miranda Mercado⁴, Rogelio Ospina Ospino⁵,
Adriana Rocío Lizcano Dallos⁶, Melba Johanna Sánchez Soledad⁷*

-
- ¹ Los resultados que se evidencian en este trabajo forman parte del desarrollo del proyecto “Mejoramiento de las experiencias en la enseñanza y aprendizaje ExpertIC”, financiado por la Vicerrectoría Académica de la Universidad Industrial de Santander, como parte del “Sistema de Excelencia Académica y el Fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas para lograr una mejor formación para la investigación por medio de mejores laboratorios de Física para ciencia e ingeniería”.
- ² L.F. Moreno Estudiante de Física de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga (Colombia); e-mail: luisafernandacolsanpa@gmail.com.
- ³ J.H. Martínez Ph. D Profesor Titular de la Escuela de Física de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga (Colombia); e-mail: dalemir@gmail.com
- ⁴ David A. Miranda Ph. D Profesor Titular de la Escuela de Física de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga (Colombia); e-mail: dalemir@uis.edu.co
- ⁵ Rogelio. Ospina Ph. D Profesor Titular de la Escuela de Física de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga (Colombia); e-mail: rospina@saber.uis.edu.co
- ⁶ A.R. Lizcano M.Sc. Docente CEDEDUIS de la Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga (Colombia); email: alizcano@uis.edu.co
- ⁷ M.J. Sánchez M.Sc. Docente de cátedra, Laboratorios de Física, Vicerrectoría académica, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga (Colombia); e-mail: melbimbiris@gmail.com

Resumen

El cambio de paradigma de enseñar por competencias ha llevado al desarrollo de diferentes capacidades. La UIS ha adoptado una estrategia académica para mejorar las competencias investigativas. Con este propósito se implementó un módulo didáctico que ayude a mejorar el manejo e interpretación de datos de laboratorio.

Palabras clave

E-learning, manejo de datos, interpretación de resultados, prácticas de Física

Abstract

The paradigm shift of teaching by competences has led to the development of different capacities. The UIS has adopted an academic strategy to improve investigative skills. For this purpose, a didactic module was implemented to help improve the management and interpretation of laboratory data.

Keywords

e-learning, data management, interpretation of results, physics practices

I. INTRODUCCIÓN

Los laboratorios de Física I, II y III de la Universidad Industrial de Santander están enfocados hacia la formación para la investigación; además, complementan la parte teórica de las asignaturas. El trabajo práctico en el laboratorio proporciona la experimentación y aplicación de los conceptos tratados en el componente teórico, con un enfoque hacia la formación para la investigación. En términos generales, el laboratorio de Física es un lugar equipado con diversos instrumentos de medición, donde se realizan experimentos o investigaciones y las prácticas son una forma de organizar el proceso de enseñanza aprendizaje.

La Escuela de Física y la Facultad de Ciencias de la Universidad Industrial de Santander-UIS dieron inicio en el 2015 a un proyecto orientado a incentivar en los estudiantes el logro de competencias para la investigación [1]. El proyecto impacta a los estudiantes adscritos a los programas de las Facultades de ciencias, Ingeniería Fisicomecánicas e Ingenierías Físicoquímicas, las cuales, en su currículo, tienen establecidas las asignaturas de Física I, Física II y Física III, además de estudiantes de pregrado en Física que ven las asignaturas de Mecánica, Electromagnetismo, Mecánica II, Ondas y Partículas, Física Moderna y Óptica.

La propuesta de mejoramiento parte de la idea del laboratorio como espacio para la experimentación, que toma sentido en el marco de un proyecto de investigación. Esta idea se materializa en forma didáctica mediante la integración de estrategias de aprendizaje activo (active learning) [2], Just In Time Teaching (JiT'T) [3] y el aprendizaje mediado (mediating learning) [4]. La estrategia didáctica propuesta involucra una secuencia de aprendizaje que inicia con la familiarización sobre el proyecto de investigación; posteriormente, se aplica un cuestionario de preparación de laboratorio, se ejecuta la sesión de laboratorio y finaliza con la recepción y evaluación del reporte de investigación.

Actualmente, los estudiantes de los laboratorios tienen acceso a la plataforma Moodle en donde encuentran el proyecto a desarrollar, material audiovisual con videos grabados sobre las diferentes prácticas y el cuestionario de preparación de laboratorio - CPL. Para realizar la práctica, los estudiantes cuentan con una hoja de trabajo y la descripción de cada material a utilizar en el desarrollo del proyecto. Después de finalizada la sesión práctica, los estudiantes deben realizar el reporte de investigación y publicarlo en el aula virtual Moodle.

II. EVIDENCIA DEL PROBLEMA

Esta estrategia se ha implementado durante los períodos 2015-II, 2016-I, 2016-II. Al finalizar cada semestre se aplica una encuesta de percepción para identificar aspectos positivos y por mejorar en la implementación de la estrategia.

TABLA I DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN ESTUDIANTIL

	2015-II	2016-I	2016-II
Número de estudiantes matriculados	647	400	546
Número de estudiantes participantes	594	349	183
Número de estudiantes que hicieron observaciones al laboratorio	179	155	142

Con la realización de la encuesta a docentes y estudiantes, cada semestre, se evidenció una percepción positiva a nivel general sobre el proceso de enseñanza/aprendizaje. Sin embargo, se detectaron aspectos por mejorar en el manejo e interpretación de datos, así como para la organización de conclusiones del proceso.

TABLA 2 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN ESTUDIANTIL

	Suma de 2015-II	Suma de 2016-I	Suma de 2016-II
Toma de datos	7	9	9
Redacción del informe (Organización de la información)	14	12	9
Realización de informe	28	20	26
Realización de gráficas	17	15	10
No se especifica los cálculos que se deben realizar	15	13	8
Montaje experimental	5	8	8
Manejo de instrumentos de laboratorio	4	3	4
Inconvenientes en la plataforma	9	2	1
Falta de equipos suficientes para todos los grupos	12	7	3
Falta de claridad en los proyectos de investigación (guía)	23	18	16
Equipos e instrumentos que no funcionan correctamente	12	7	12
Cálculo de errores	12	18	8
Análisis de los datos y cálculos	21	23	28
Total general	179	155	142

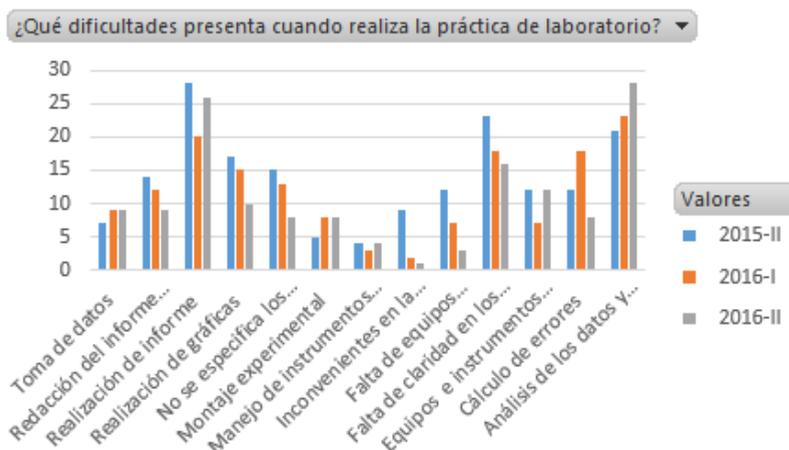


Fig 1. Gráfica dificultades presentadas cuando se realiza la práctica de laboratorio

Para cumplir con el objetivo de este proyecto de aula se propuso la elaboración de materiales, como: videos, animaciones, documentos de apoyo y el mejoramiento de la guía iQ y la guía de errores, lista de chequeo, cuestionario de preparación para el laboratorio (CPL) y un proyecto de investigación introductorio, publicados en la plataforma MOODLE de la Universidad Industrial de Santander que brindan herramientas a los estudiantes que cursan la asignatura, aplicando estrategias de enseñanza y aprendizaje como aprendizaje mediado y aprendizaje justo a tiempo, orientadas al aprendizaje activo.

III. DISEÑO DEL MÓDULO DIDÁCTICO

Como estrategias para el desarrollo del proyecto de investigación, se propuso la creación de las siguientes actividades: elaboración de animación inductiva llamada “Experticia”, video de incertidumbre – gráficas y errores en el desarrollo de un proyecto de investigación, video animado sobre desarrollo y elaboración de un informe, modificación de las hojas de trabajo para todos los proyecto de investigación de Física I, elaboración de una lista de chequeo para que los estudiantes verifiquen los pasos a seguir antes de la entrega del informe y mejorar la guía de inducción α .

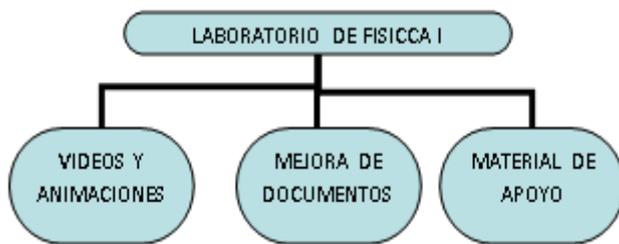


Fig 2. Recursos elaborados para el módulo

Los materiales desarrollados para la implementación del módulo didáctico fueron los siguientes:

Videos: cada uno de los videos está enlazado en YouTube y están elaborados en el software libre para edición de videos S.M recorder 1.3.2, fácil de configurar y usar. Encontramos útil la realización de esta ayuda, ya que los estudiantes podrán visualizar el video tantas veces como sea necesario.

En la Figura 3 se presenta el video que orienta al estudiante a tomar sus medidas con una incertidumbre de forma directa o indirecta, explicando un paso a paso qué parámetros se deben tener en cuenta en el momento de indicar una medición con precisión.



Fig 3. Presentación del video de errores en la medición

Otro video se orientó al análisis estadístico de datos en el laboratorio, por medio del cual los estudiantes tienen presente cómo se calcula el promedio, desviaciones, varianzas y porcentajes de error de las medidas, útiles para realizar los cálculos respectivos.

Animaciones: se realizaron dos animaciones en el software libre PowToon. Esta es una aplicación de fácil manejo, online, que permite, en forma animada, presentar objetos y textos, según la necesidad del usuario. En la Figura 5 se muestran los personajes de las animaciones. Una de ellas es llamada “Experticia”, la cual orienta al estudiante del laboratorio de Física I a entender cómo se desarrollan los proyectos de investigación, los CPL y el proyecto final de investigación. La otra animación es “Experticio”, que guía paso a paso a los estudiantes en la elaboración de su informe de laboratorio, suministra consejos para minimizar errores comunes y las normas básicas para que el resultado final sea satisfactorio.



Fig 4. Presentación de los video-errores en la medición de Regresiones

Mejora de documentos

Guía IA: es un material con pautas y referentes básicos para el desarrollo de las competencias en investigación en los programas de ingeniería. Para ello, es importante que los estudiantes desarrollen diferentes tipos de habilidades, entre ellas: trabajo en grupo, toma y manejo de datos de laboratorio, formulación de preguntas y elaboración de informes (Figura 6).

Hojas de Trabajo: se adoptaron nuevas hojas de trabajo, para que los estudiantes registren los datos en el momento de realizar el proyecto de investigación. Esta hoja va firmada por el docente que dirige el laboratorio y debe ir anexa en formato digital al informe que se envía por medio de la plataforma de la Universidad Industrial de Santander (Figura 7).

Material de apoyo

Lista de chequeo: se realizó una lista de chequeo con los ítems más importantes que debe contener el informe. De esta manera, los estudiantes podrán verificar uno a uno si han cumplido con los requerimientos para elaborar el informe de laboratorio. Tendrán en cuenta aspectos como la presentación, metodología, tratamiento y análisis de datos y tratamiento de gráficas y, finalmente, las conclusiones.



Fig 5. Personajes de la animaciones Experticia y Experticio.



Fig 6. Guía Iα de laboratorio



Fig 7. Hojas de trabajo de los laboratorios

Componentes y herramientas: en la Tabla 3 se listan los principales componentes y herramientas usados.

**TABLA 3 DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
 DESARROLLADO PARA EL LABORATORIO DE FÍSICA I**

Componente / Herramienta	Descripción del material
CPL Moodle	Cuestionario de cinco preguntas abiertas y aleatorias donde el estudiante, una vez revise el material, pueda responder para afianzar así el conocimiento.
Animaciones <i>Powtoon</i>	Animaciones como Experticia y ¿Cómo hacer un informe de Lab?, introducen al estudiante en la plataforma Moodle y orientan unas pautas para la elaboración del informe de laboratorio, dando de forma breve y concisa un primer acercamiento con los laboratorios de Física I.
Mejora de documentos Pdf – Word	Se modificaron documentos como hojas de trabajo (aquí toman los datos del proyecto de investigación), lista de chequeo y verificación para la elaboración de los informes de laboratorio y mejora en la guía <i>ix</i> (preámbulo del investigador).
Videos S.M recorder 1.3.2	En total, se grabaron 5 videos explicativos, basados en <i>Power Point</i> sobre errores comunes en el laboratorio como incertidumbre, análisis estadístico, análisis gráfico y regresiones lineales. Cada video tiene un tiempo de duración entre 3-4 min.
Material de apoyo Pdf – Excel	Enlaces a libros y páginas web con temáticas relacionadas al laboratorio de Física, su manejo y análisis de datos.

IV. IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO

El material desarrollado se implementó en un módulo didáctico que ha sido incorporado en los laboratorios de física de la Universidad Industrial de Santander. Es importante resaltar que el desarrollo e incorporación de este módulo en los laboratorios de física obedeció a un proceso de mejoramiento continuo que se viene realizando en los laboratorios de física de la Universidad.

V. CONCLUSIONES

El proceso de mejoramiento continuo con fines de mantener y aumentar la calidad académica, permite identificar deficiencias en la praxis académica; en este caso, dificultad de los estudiantes que cursan laboratorio de física para realizar análisis estadístico de datos. Como respuesta a la necesidad detectada, se diseñó e implementó un módulo didáctico, con el cual se espera que los estudiantes mejoren sus competencias para el manejo estadístico de datos en los laboratorios de física de la Universidad Industrial de Santander.

VI. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos la colaboración de la Vicerrectoría Académica, a cargo de Gonzalo Alberto Patiño Benavides, de la decanatura de la Facultad de ciencias, a cargo de David Alejandro Miranda Mercado, y de la escuela de Física, a cargo de Jorge Humberto Martínez Téllez, de la Universidad Industrial de Santander, por su apoyo incondicional en el desarrollo de este módulo didáctico de aprendizaje.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Sánchez, M. y Miranda, D., Enfoque innovador de los laboratorios de Física 1: formación para la investigación apoyada en TIC y estrategias de enseñanza/aprendizaje. Bucaramanga: Cogestec, 1999.
- [2] Huber, G., “*Aprendizaje activo y metodologías educativas*,” Revista de Educación, Número extraordinario, 59-81, 2008.
- [3] Novak, G. and Patterson, Just in time teaching. New York: Pearson, 1999.
- [4] Brainin, S, “*Mediating Learning: Pedagogic Issues in the Improvement of Cognitive Functioning*,” Review of research in education, 12(1), 121-155, 1985.



Luisa Fernanda Moreno Sarmiento, nació en Bucaramanga, Colombia, el día 2 de octubre de 1981, Bachiller académico del colegio Sagrado Corazón de Jesús. Ejerce actualmente como docente del Colegio Cooperativo Comfenalco de la Ciudad de Bucaramanga.



Jorge Humberto Martínez Téllez, nació en Colombia, ejerció profesionalmente como profesor titular de la escuela de Física de la Universidad Industrial de Santander. El Físico Martínez actualmente maneja la jefatura de la escuela de Física de la Universidad industrial de Santander.



David Alejandro Miranda Mercado, nació en Medellín, Colombia, se graduó como Ingeniero Electrónico de la Universitario Universidad Industrial de Santander en Febrero del 2003, posteriormente obtuvo el título de Físico en la Universitario Universidad Industrial de Santander en el año 2004, es Magister de la Universidad Industrial de Santander en Ingeniería Electrónica en Octubre de 2005 y Doctor de la Universidad de los Andes, Venezuela, en Diciembre del 2011, es par evaluador reconocido por Colciencias e Investigador Sénior (IS) pertenece al Grupo de Investigación en Ciencia de Materiales Biológicos y Semiconductores (CIMBIOS) y actualmente es el Decano de la Facultad de Ciencia de la Universidad Industrial de Santander.



Rogelio Ospina Ospino, nació en Medellín, Colombia; realizó sus estudios de pregrado, maestría y doctorado en la Universidad Nacional. Actualmente trabaja como jefe de los laboratorios de Física de la Universidad Industrial de Santander.



Adriana Rocío Lizcano Dallos, nació en Bucaramanga, Colombia, el 3 de junio de 1973. Se graduó como Ingeniera de sistemas en la Universidad Industrial de Santander, Magíster en Tecnologías de la Información aplicadas a la Educación de la Universidad Pedagógica Nacional y Magíster en Gestión, Aplicación y Desarrollo de Software de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

La ingeniera Lizcano se ha desempeñado como docente en el área de programación de computadores, así como en el área de tecnologías aplicadas a la educación en especializaciones y maestría. También se ha desempeñado como asesora pedagógica en la formulación de programas virtuales, es par académica del Ministerio de Educación Nacional e investigador asociado reconocido por Colciencias. Actualmente es profesora asociada de la Universidad Industrial de Santander (Bucaramanga, Colombia), adscrita al Centro para el Desarrollo de la Docencia - CEDEDUIS. Entre sus campos de interés e investigación se encuentra la incorporación de tecnologías en procesos de aprendizaje, las estrategias de enseñanza y aprendizaje, en especial el aprendizaje colaborativo y la formación de formadores.



Melba Johanna Sánchez Soledad, nació en Bucaramanga, Colombia, el 3 de marzo de 1983. Se graduó como Química en la Universidad Industrial de Santander, candidata en Maestría en Química. La profesional Melba se ha desempeñado gran parte como analista química en el instituto colombiano petróleos y docente en el área de la química ambiental. Actualmente es profesional asociado al proyecto ExpeTIC adscrito a la vicerrectoría académica de la Universidad industrial de Santander.