

Desarrollo **de** las habilidades experimentales con el uso de simuladores en el laboratorio de Física

The development of experimental skills with the use of simulators in the Physics laboratories

Rosaimé González de los Reyes¹, Odalys de las Mercedes Portela López,²
Juan Antonio Alejo Díaz³

¹⁻³ Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" Cujae, Cuba.

¹Correo electrónico: rosaimé@tesla.cujae.edu.cu
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2743-1199>

²Correo electrónico: aportela@gmail.com
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7379-9074>

³ Correo electrónico: alejo@icb.cujae.edu.cu
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0960-8373>

Recibido: 12 de marzo de 2022

Aceptado: 24 de mayo de 2022

Resumen

En los momentos actuales, el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) cobra gran importancia en el proceso de enseñanza- aprendizaje de cualquier nivel. En la educación superior, las simulaciones virtuales son un complemento importante para el desarrollo de las habilidades experimentales en asignaturas como la Física. El artículo expone los resultados de un diagnóstico realizado a estudiantes de la especialidad de Telecomunicaciones y Electrónica de la Universidad Tecnológica de La Habana, específicamente en la asignatura Física III, impartida en el curso 2022 bajo características especiales de semipresencialidad, a partir de la introducción de simuladores virtuales en la asignatura, para el desarrollo de las habilidades experimentales. Para ello se aplicaron como métodos: el análisis documental, la observación, la aplicación de instrumentos como encuestas y el uso para el análisis de los resultados de programas estadísticos.

Como resultado se obtuvo valores que demuestran un alto índice de motivación y un avance discreto en el desarrollo de las habilidades experimentales trabajadas en la asignatura

Palabras clave: habilidades experimentales, magnitudes, motivación, encuesta, simuladores

Abstract

At present, the use of Information and Communication Technologies (ICT) is of great importance in the teaching-learning process at any level. In higher education, virtual simulations are an important complement for the development of experimental skills in subjects such as Physics. The article exposes the results of a diagnosis made to students of the Telecommunications and Electronics specialty of the Technological University of Havana, specifically in the Physics III subject, taught in the 2022 academic year under special characteristics of blended attendance, from the introduction of virtual simulators in the subject, for the development of experimental skills. For this, documentary analysis, observation, the application of instruments such as surveys and the use for the analysis of the results of statistical programs were applied as methods. As a result, values were obtained that demonstrate a high motivation index and a discreet advance in the development of the experimental skills worked on in the subject.

Keywords: experimental skills, magnitudes, motivation, survey, simulators

Licencia Creative Commons



Introducción

El Ministerio de Educación Superior Cubana (MES) ha puesto todo su empeño en que los educandos y la sociedad de manera general hagan uso de Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Estas desempeñan un importante papel para el desarrollo educativo sociopolítico, económico del país[1].

Estas exigencias requieren de transformaciones en la forma de capacitación de los profesores a la hora de su preparación para impartir las clases. La integración de las TIC en las instituciones educativas se ha convertido en herramientas didácticas interactivas que sirven para mejorar el Proceso de Enseñanza–Aprendizaje (PEA) en diferentes asignaturas [2].

La Física III es una de las asignaturas básicas del segundo año de la formación de un ingeniero. Ella desde las ciencias básicas complementa los modos de actuación de los futuros ingenieros. En ella no sólo descansan los sistemas de conocimientos de las leyes físicas o su relación con otras asignaturas, que contribuyen a elevar el nivel de los estudiantes y con ello el reconocimiento por parte de los mismos del valor del contenido. Sino que resulta imprescindible revisar en primer lugar cómo la Física como ciencia desde su objeto, estudia una gran parte de los fenómenos tanto a escala macroscópica como microscópica presentes en el objeto y campo de acción del estudiante en formación.

Puede también interrelacionarse por su objeto, lógica y métodos con la lógica y métodos de la profesión para penetrar desde una visión no sólo científico-técnica, sino también socio-cultural; en la formación integral de la personalidad de los futuros profesionales. Brindando desde las bases pedagógicas los fundamentos teóricos imprescindibles para la solución exitosa de los problemas profesionales con que deberá enfrentarse en algún momento el egresado, operando además con conceptos y magnitudes físicas y con un sistema de habilidades experimentales.

En la propia asignatura autores como Hernández[3] y Huerta[4], reconocen las habilidades experimentales en la Física General como: analizar, interpretar leyes y signos, graficar, medir, calcular magnitudes físicas, realizar análisis gráficos; las cuales están dentro de las clasificaciones dadas.

(Martin, J.C, 2018) las reconoce como el dominio manifestado por el estudiante durante la actividad. Además manifiesta su importancia al reforzar la comprensión del método científico; elemento que influye en su formación y desarrollo básico [5]. El autor García refiere que “Divorciar las teorías del experimento es no haber comprendido que la Física es una ciencia teórico-experimental” [6].

Reconociéndose entonces que el experimento docente constituye un reflejo del método científico de la Física General. Es por ello que en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se manifiesta como método experimental para comprobar leyes, conceptos, hipótesis y teorías o para su obtención por métodos investigativos [7].

El objetivo del artículo es exponer los resultados de un diagnóstico realizado a estudiantes de la especialidad de Telecomunicaciones y Electrónica de la Universidad Tecnológica de La Habana; específicamente en la asignatura Física III impartida en el curso 2022. Bajo características especiales de semipresencialidad a partir de la introducción de simuladores virtuales en la asignatura, como complemento importante para el desarrollo de las habilidades experimentales, (anexo 1).

La experiencia surge a partir de la necesidad de constatar los resultados del desarrollo de las habilidades experimentales y el impacto de las TIC en la asignatura de Física, así como conocer el grado de satisfacción o motivación por una asignatura que en la mayoría de los casos no es de agrado para los estudiantes de ingeniería.

Materiales y métodos aplicados

Para la búsqueda gnoseológica y de transformación de la problemática que se investiga se utilizaron los siguientes métodos:

- El Análisis documental – (Exámenes de la Asignatura, Planes de la Disciplina Física General) [8]

- Valoración de los exámenes con objetivo de evaluar el nivel de conocimientos y habilidades experimentales de los estudiantes con relación a los contenidos de Física.

Desde ese punto de vista se pueden extraer de ellas la concepción que se tiene de lo experimental en la asignatura como ciencia haciéndose implícito en su quehacer pedagógico, la visión positivista del conocimiento, el pensamiento inductivo en la simple comprobación de las leyes naturales y universales que muestra una ciencia única, inmutable, concebida como un conjunto de resultados o productos. Sin darle relevancia al proceso en sí mismo.

- El inductivo-deductivo a través de la observación a la actividad experimental en el laboratorio. Lo que permitió que se llevara a cabo una investigación experimental con un diseño correlacional, a través del montaje de la práctica de Efecto fotoeléctrico simulado virtualmente. Se utilizó como medida descriptiva el análisis de frecuencia para determinar las habilidades experimentales de mayor dificultad.

-El cálculo de la frecuencia (contiene la Media, la Mediana, Varianza y el Promedio entre los elementos). El análisis del alfa de Cronbach brinda una medida de la consistencia interna, la cual se basa en la relación entre inter- elementos promedios.

Esto se logra gracias a la utilización de software estadístico.

-El programa estadístico (StatisticalPackagefor de Social Science) SPSS según sus siglas en inglés permite obtener esta información dado que la significación del coeficiente debe de tener en cuenta el contexto en el que se aplica.

Resultado y Discusión

En la investigación se le presta especial atención al concepto de habilidad. Reconocida como una categoría de la psicología. El término tiene su origen en el latín *habilitas* y hace referencia a la capacidad y disposición para algo. El diccionario de la Lengua Española define como "la capacidad para interpretar e intervenir sobre la realidad para modificar la realidad misma o el propio sistema de referencia de capacidades cuando éste no corresponde a las ya cambiadas exigencias de la realidad" [9]

De acuerdo con un artículo de la Revista Enseñanza de las Ciencias, en el informe Science at Age 15 de la APU (1985) se revela, por ejemplo, que sólo el 11% de los alumnos sabe leer correctamente un amperímetro programable, que únicamente el 14% es capaz de montar un circuito eléctrico según un determinado diagrama de circuitos [10].

Para desarrollar las habilidades desde el punto de vista pedagógico y didáctico es muy importante reconocer y distinguir, el carácter automatizado, inconsciente y omnipresente de las operaciones y el carácter consciente y anticipado de las acciones en las habilidades[8].

El programa de la disciplina Física General para las carreras de ingeniería establece las habilidades a desarrollar en la clase de laboratorio [8].

1. Modelación física – matemática, así como la simulación de objetos, sistemas, procesos y fenómenos físicos por analogía y valiéndose de simulaciones virtuales de experimentos docentes.
2. Aplicación de leyes, ecuaciones y métodos de trabajo teórico y experimental haciendo uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, entre otras.
3. Ejecución de experimentos.
4. Representación e interpretación de gráficos en escalas lineales y no lineales incluyendo en estos la representación de la incertidumbre en la medida.

Entre las habilidades específicas de la asignatura Física III se encuentra: Aplicar el método experimental para determinar la constante de Planck como magnitud física a partir del estudio de la radiación térmica y del efecto fotoeléctrico (EFE).

La práctica real de EFE no está montada en el laboratorio de Física por no contar con el equipamiento necesario, esto motivó la búsqueda de un sistema virtual, que permitiera trabajar en el desarrollo de las habilidades anteriormente mencionadas y en la comprensión de las leyes que caracterizan el fenómeno [8,11].

Ante las dificultades, que todo cambio implica el camino elegido es la paulatina incorporación de las aplicaciones móviles en los laboratorios de Física, lo cual permite una modificación sustancial en cómo desarrollar el experimento; adquirir datos u obtener mediciones que se realizaban de manera real. Todo con la intención de lograr autonomía y elevar la motivación en el estudiante en cuanto a la búsqueda de los fundamentos teóricos de esta ciencia, gracias a la incorporación de los programas informáticos[12,13]. La mayoría de estas aplicaciones sirven de modelación dinámica las cuales contribuyen a mantener la atención del estudiante durante la actividad experimental, permitiendo que el mismo pueda observar a través de la simulación en su propio teléfono o cualquier otro dispositivo el fenómeno físico que está estudiando y que por sus características en algunos casos no pueden ser observado a simple vista, lográndose de esta manera una mayor comprensión del fenómeno a estudiar y con ello una mayor concentración en la actividad y mejores resultados.

Otro detalle a tener presente durante el desarrollo de la actividad experimental real es que el estudiante puede autocontrolarse o autoevaluarse, pues le permite verificar si las operaciones que está ejecutando son las correctas, de lo contrario, corregirlas oportunamente para no apropiarse de conocimientos y habilidades erróneas durante el desarrollo de la actividad.

En la figura 1 se muestra la página de la cual el estudiante puede descargar los materiales que necesita para realizar el experimento docente de Efecto Fotoeléctrico (EFE)(figura 2) la simulación utilizada pesa menos de 20 MB, esto permite colocarla en la plataforma de tele-formación utilizada durante el curso.

Como se puede apreciar en la página aparecen orientaciones para que el estudiante realice el laboratorio docente de forma individual, desde su casa o en la propia universidad[14].

Se realizó una observación de la práctica virtual en un grupo de 25 estudiantes del 2do año de Telecomunicaciones en el curso 2022, para ver el estado de las habilidades medición, lectura, cálculo y representación gráfica de magnitudes, cuyos indicadores se muestran en el anexo 1.

Desarrollo **de** las habilidades experimentales con el uso de simuladores en el laboratorio de Física



Figura 1 Página del curso de Física III montado en Moodle. Elaboración propia



Figura 2 Interfaz de presentación del laboratorio. Elaboración propia

Los resultados fueron analizados con la utilización del Software SPSS Versión 20.0, donde se realizó un análisis estadístico que permitió calcular estadísticos básicos de resumen de cada una de los elementos mencionados, como se muestra en las tablas 1-4.

Tabla 1 Resultado de la habilidad medición de magnitudes físicas Fuente: Elaboración propia, programa SPSS, versión 20.0

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	Bootstrap para Porcentaje ^a	
					Sesgo	Típ. Error
NBD	7	28,0	28,0	28,0	-,4	9,2
Válidos NAD	18	72,0	72,0	100,0	,4	9,2
Total	25	100,0	100,0		,0	,0

Tabla 2 Resultado de la habilidad cálculo de magnitudes físicas.

Fuente: Elaboración propia, programa SPSS, versión 20.0

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido ⁶⁵	Porcentaje acumulado	Bootstrap para Porcentaje ^a	
					Sesgo	Típ. Error
NBD	12	48,0	48,0	48,0	-,8	9,1
Válidos NAD	13	52,0	52,0	100,0	,8	9,1
Total	25	100,0	100,0		,0	,0

Tabla 3 Resultado de la habilidad lectura de instrumentos. Fuente: Elaboración propia, programa SSPS, versión 20.0

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	Bootstrap para Porcentaje ^a	
					Sesgo	Típ. Error
NBD	7	28,0	28,0	28,0	-2,3	8,6
Válidos NAD	18	72,0	72,0	100,0	2,3	8,6
Total	25	100,0	100,0		,0	,0

Tabla 4 Resultado de la habilidad representación gráfica. Fuente: Elaboración propia, e4r programa SPSS, versión 20.0

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	Bootstrap para Porcentaje ^a	
					Sesgo	Típ. Error
NBD	12	48,0	48,0	48,0	1,4	10,9
Válidos NAD	13	52,0	52,0	100,0	-1,4	10,9
Total	25	100,0	100,0		,0	,0

En correspondencia con los resultados obtenidos, se pudo observar que las habilidades de mayor dificultad son: la medición de magnitudes físicas y lectura de instrumentos con valores de frecuencia de 18 y porcentaje de 72, en cuanto a nivel alto de dificultad expresado por los estudiantes (figuras 3-7)

También se realizó un test de motivación EM1 (anexo2). Para con ello saber el grado de satisfacción con la estrategia de uso del móvil en el laboratorio como herramienta de simulación virtual y de manera general por la asignatura.

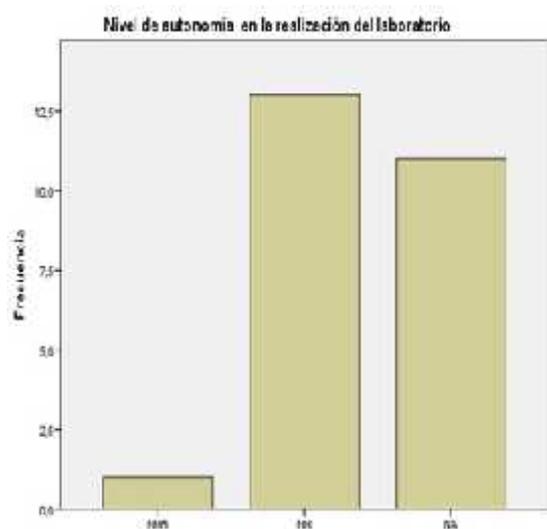


Figura 3 Nivel de autonomía en la realización del laboratorio. Fuente: Elaboración propia, programa SPSS, versión 20.0

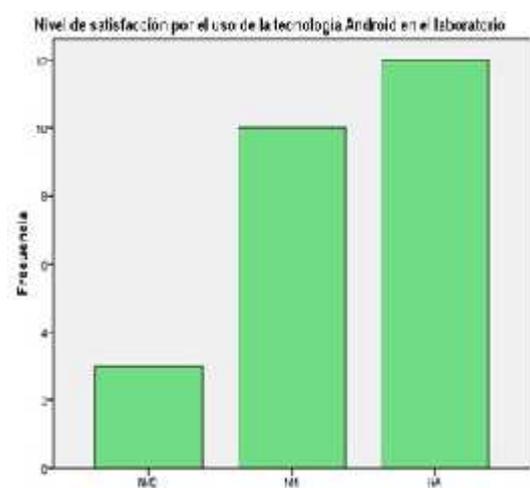


Figura 4 Nivel de satisfacción por el uso de la tecnología Android en el laboratorio. Fuente: Elaboración propia, programa SPSS, versión 20.0

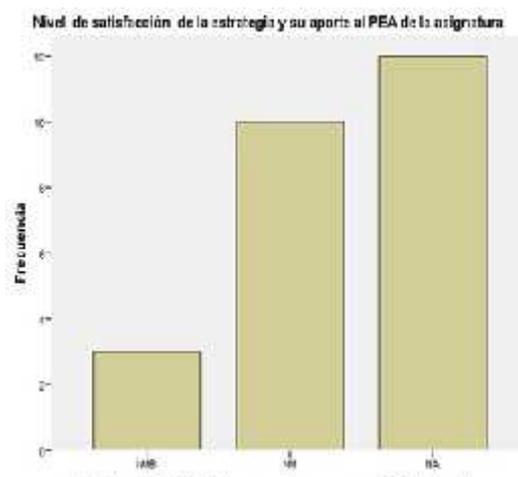


Figura 5 Nivel de satisfacción con la estrategia de uso del móvil en el laboratorio y su aporte al PEA de la asignatura. Fuente: Elaboración propia, programa SPSS, versión 20.0

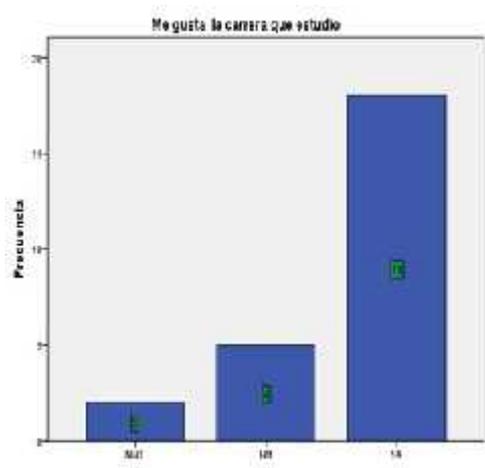


Figura 6: Nivel de satisfacción por la carrera que estudio. Fuente: Elaboración propia, programa SPSS, versión 20.0

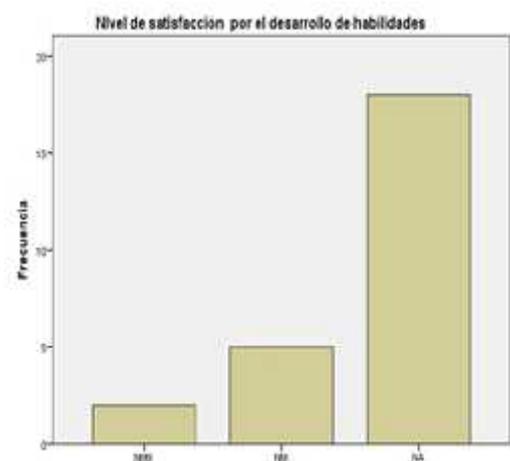


Figura 7: Nivel de satisfacción por haber desarrollado habilidades experimentales. Fuente: Elaboración propia, programa SPSS, versión 20.0

Validación estadística de los resultados se llevó a cabo a través de pruebas estadísticas utilizadas, con respecto al nivel de satisfacción deseado. Se realizó un análisis de frecuencia (Alfa de Cronbach). Tabla 5

Tabla 5 Resultados de la Dimensión Socio-afectivo. Estadísticos descriptivos.

Fuente: Elaboración propia

Indicadores	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza
Me gusta la carrera que estudio	25	3	5	4,64	,638	,407
Nivel de satisfacción por el uso de la tecnología Android en el laboratorio	25	3	5	4,36	,700	,490
Nivel de satisfacción por el desarrollo de habilidades	25	3	5	4,64	,638	,407
Nivel de satisfacción de la estrategia de uso del móvil en el laboratorio y su aporte al PEA de la asignatura	25	3	5	4,36	,700	,490
Nivel de autonomía en la realización del laboratorio	25	3	5	4,40	,577	,333

Al aplicar el Alfa de Cronbach de los ítems seleccionado del test se obtienen los valores mostrados en la tabla 6.

Tabla 6 Nivel de confiabilidad del Test de motivación basada en una prueba EMI.

Fuente: Elaboración propia, programa SPSS, versión 20.0

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
,664	,636	6

Conclusiones

Los resultados obtenidos de la observación demuestran que las habilidades experimentales presentan dificultades, fundamentalmente la medición de magnitudes física y lectura de instrumentos

Los resultados obtenidos en el test de motivación son aceptables, están dentro de los parámetros 0.6 y 0.7 muy cercano a 1, para un 95% de validez. Lo que demuestra grado de satisfacción del uso del móvil como herramienta de simulación virtual y de manera general en la asignatura, ya que le permite al estudiante repetir la práctica para observar el fenómeno, realizar mediciones y gráficos, corrigiendo errores anteriores, así como autoevaluarse para saber el dominio de conocimientos y habilidades que posee.

Referencias bibliográficas

1. Bermúdez MMD-C. Discurso pronunciado por Miguel M. Díaz-Canel Bermúdez, Presidente de los Consejos de Estado y de Ministros. Clausura del Primer Período Ordinario de Sesiones de la IX Legislatura de la Asamblea Nacional del Poder Popular 2019. <https://www.granma.cu/>
2. Zilberstein J, Portela R. Una Concepción Desarrolladora de la Motivación y el Aprendizaje de las Ciencias. IPLAC. La Habana; 2002.
3. Hernández, A. A. Hernández, A. (2017). Perfeccionamiento del sistema de prácticas de laboratorio para la disciplina física de carreras de ingeniería. Universidad y sociedad. Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos. 2017; 9(5): 5
4. Huerta, L. Uso de TIC en actividades experimentales de Física en la Formación inicial docente. <https://www.researchgate.net/publication/322369972>. Acceso 1 de mayo 2022.
5. Martín, J.C., Mena, J.L., Valcárcel, N. Formación de habilidades experimentales de la Física en estudiantes de Agronomía. Revista de Educación Mendive. 2018; 16(2):204-221.
6. García, S. G. M. Magnetares, para motivar el estudio de la Física. Latin American Journal of Science Education. 2020; Vol. 7(1):5.
7. Rodríguez, L. E., Ramos, J. M. y Chamizo, Y. El experimento físico escolar en la enseñanza-aprendizaje de la Física. Revista Educación y Sociedad. 2018; 16(1): 11-24.
8. Comisión de carreras. Plan de Estudio E para la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica. Ministerio de Educación Superior. La Habana; 2016.

9. Diccionario de la Lengua Española. Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/habilidad>: Asociación de Academias de la Lengua Española; 2021. Concepto de habilidad.
10. Hodson, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Investigación y experiencias didácticas. Revista Enseñanza de las ciencias. Instituto de Ontario para estudios en Educación. Canadá. 1994; 12(3):299-313
11. Sears F, Zemansky M, Young H, Freedman R. Física Universitaria con Física Moderna 13 ed. La Habana: Felix Varela; 2013.
12. Lalangui ELG. Desarrollo de aplicaciones móviles para automatizar las actividades académicas que realiza un docente en los niveles de Educación Básica y Bachillerato. (Tesis de Grado). Universidad de Ciencias Matemáticas y Físicas Guayaquil, Ecuador; 2015.
13. Reyes R, Portela O. Utilización de las TIC como estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades en el laboratorio de Física Universitaria. Revista tecnología educativa. 2021;6(2): 40-52
14. Reyes R. Orientaciones Metodológicas para la práctica virtual de Efecto fotoeléctrico. Universidad Tecnológica de la Habana, CUJAE. Departamento de Física. 2022. p.3.

Contribución de autoría

La redacción estuvo a cargo de Rosaime González de los Reyes. La revisión del manuscrito fue realizada por Odalys Portela López y Juan Antonio Alejo Díaz:

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses. Todos los autores del artículo declaramos que estamos en total acuerdo con el escrito en este informe y aprobamos la versión final

Autores

Rosaime González de los Reyes. Ingeniera en Telecomunicaciones y Electrónica. Asistente del Departamento de Física del Instituto de Ciencias Básicas, ICB. Facultad de Telecomunicaciones. Metodóloga de la Oficina de Colaboración Internacional de la Dirección de Relaciones Internacionales de la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" (CUJAE), Cuba

Odalys Portela López, Doctora en Ciencias Pedagógicas. Profesora Auxiliar del Departamento de Gráfica del Instituto de Ciencias Básicas,. Profesora de la facultad de Mecánica. Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echevarría", (CUJAE), Cuba
Juan Antonio Alejo Díaz Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular, Departamento de Física del Instituto de Ciencias Básicas, ICB. Metodólogo del ICB. Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echevarría" (CUJAE), Cuba

Anexo 1

Indicadores del diagnóstico medidos en la práctica de efecto fotoeléctrico

Habilidades experimentales	Indicadores
1.Medición de magnitud física	1.1Precisar el objeto genérico
	1.2 Identificar las cualidades esenciales de la magnitud a medir
	1.3 Definir su escala de medición según el sistema internacional de unidades
	1.4 Determinar margen de error de la magnitud
2.Leer un instrumento de medición	2.1 Identificar el objeto de medición
	2.2 Realizar el ajuste del instrumento de medición
	2.3 Establecer la escala de medición del instrumento
3.Calcular una magnitud física	3.1Precisar las cualidades esenciales de la magnitud a medir
	3.2Definir su escala de medición.
	3.3 Determinar el margen de error en el resultado
4.Representar gráficamente	4.1 Análisis de la variable dependiente e independiente
	3.2Selección del sistema de coordenadas
	3.3Determinar los puntos del gráfico
	3.4 Ajustar la curva

Anexo 2

ESCALA DE MOTIVACIONES EM1

Encuesta a estudiantes (2021-2022)

Objetivo: Determinar su estado de motivación por la carrera, así como las acciones para la aplicación del sistema Android en la asignatura y de manera particular en el laboratorio docente con el objetivo de que adquiriera habilidades experimentales.

Estimado estudiante:

Se está realizando una investigación encaminada a mejorar el trabajo en el laboratorio, para el logro de la continuidad acertada del proceso de enseñanza –aprendizaje de la asignatura de Física para ingenieros, por lo que solicitamos su colaboración con respuestas sinceras y análisis profundo. Muchas gracias.

Datos generales

Enunciado	Nivel Alto	Nivel Medio	Nivel medio bajo	Nivel bajo
Me gusta la carrera que estudio				
Siento satisfacción por el uso de la tecnología Android en el laboratorio				
Me gusta desarrollar habilidades experimentales				
Nivel de satisfacción de la estrategia de uso del móvil en el laboratorio y su aporte al PEA de la asignatura				
Nivel de autonomía en la realización del laboratorio				

