

Experiencias de innovación educativa en asignaturas de física para ingenieros

Educational innovation experiences in physics subjects for engineers

Alfredo Moreno Yeras<sup>1</sup>. Aurea D. Rodríguez Llerena<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” CUJAE)

Correo electrónico: amore@icb.cujae.edu.cu

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0211-1524>

<sup>2</sup>Correo electrónico: deysiaurea2013@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4045-6902>

Recibido: 27 de mayo de 2024

Aceptado: 9 de julio de 2024

## Resumen

El cierre de escuelas, incluidas las universidades, como consecuencia de la COVID-19 constituyó un problema crítico que, entre otras cosas, contribuyó a la necesidad de innovar en el proceso de educación. La implementación de los Cursos a Distancia en la Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (Cujae) propició la creación de nuevos materiales y enfoques didácticos para la docencia, en particular en la enseñanza de la Física. Los trabajos desarrollados y puestos en práctica en el Departamento de Física de la Cujae durante el 2020, se han enriquecido y diversificado, lo que ha permitido hacer frente a la enseñanza de esta Disciplina en el contexto de la situación económica posterior a la pandemia de la COVID 19, en los tres tipos de cursos: presenciales, semipresenciales y a distancia. Este artículo tiene como objetivos: i. Analizar los retos a los que se enfrenta el profesorado del Departamento de Física de la Cujae, ante la implementación de las tecnologías educativas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física General. ii. Presentar un conjunto de acciones de la innovación educativa realizadas y en perspectivas a través de la implementación de actividades docentes utilizando las tecnologías educativas.

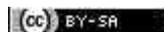
Palabras clave. Innovación educativa, enseñanza de la física, tecnologías educativas, innovación tecnológica

### Abstract

The closing of schools, including universities, as a result of COVID-19 was a critical problem that, among other things, contributed to the need for innovation in the education process. The implementation of the Distance Courses at the Universidad Technological University of Havana (CUJAE), led to the creation of new materials and didactic approaches for teaching, particularly the teaching of Physics. The work developed and put into practice in the Department of Physics of the CUJAE during 2020, has been enriched and diversified, which has allowed to face the teaching of this Discipline in the context of the economic situation after the COVID 19 pandemic, in the three types of courses: face-to-face, blended and distance learning. The objectives of this article are: i. To analyse the challenges faced by the teaching staff of the Department of Physics of the CUJAE, in the implementation of educational technologies in the teaching-learning process of General Physics. ii Present a set of educational innovation actions carried out and in perspectives through the implementation of teaching activities using educational technologies.

Keywords. Educational innovation, physics teaching, educational technologies, technological innovation.

Licencia Creative Commons



## Introducción

En la actualidad la enseñanza universitaria se desarrolla en escenarios múltiples y complejos habitados por prácticas que oscilan entre la enseñanza tradicional y la búsqueda de una innovación transformadora basada fundamentalmente en las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), las que en la última década han incidido en la enseñanza universitaria como un nuevo lenguaje que instaura y mediatiza los modos formativos de los futuros ingenieros.

La emergencia sanitaria del año 2020 generó el traslado de la impartición de todas las carreras de la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" (Cujae) a una modalidad de enseñanza a distancia mediada por tecnologías digitales (LMS, nubes, portales digitales, redes sociales, entre otros). En este contexto, se llega a la necesidad de un nuevo accionar en las formas organizativas fundamentales del trabajo docente de la disciplina Física General que permitan mantener la motivación por el estudio, incrementar el trabajo independiente, lograr la adquisición de determinadas habilidades y propiciar un aprendizaje significativo en la disciplina.

Lo expuesto anteriormente y que con premura se realizó y puso en práctica en el marco de la pandemia de COVID-19 tiene total vigencia, las condiciones actuales en la que se lleva a cabo la enseñanza universitaria convoca a mantener activa la enseñanza no presencial y semipresencial, a mejorar lo realizado hasta el momento y ampliar la introducción de las tecnologías educativas en la enseñanza universitaria.

Los estudiantes con que se cuenta en las aulas son nativos digitales, lo cual hace que la introducción de las tecnologías educativas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la disciplina Física General, en todas sus formas de enseñanza, sea viable y aceptado por los estudiantes siempre que se logren escenarios amigables que incidan en elevar la motivación por el estudio de la disciplina y en su aprendizaje.

Teniendo en cuenta estos aspectos, el presente artículo se propone dos objetivos: 1-Analizar los retos a los que se presenta el profesorado del Departamento de Física de la Cujae, ante la implementación de las tecnologías educativas en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física General Universitaria. 2-Presentar un conjunto de acciones de la innovación educativa realizadas y en perspectivas a través de la implementación de actividades docentes utilizando las tecnologías educativas.

## Desarrollo

Desde hace una década o más, la comunidad docente del Departamento de Física de la Cujae ha estado insertando herramientas de las tecnologías educativas en las asignaturas de la disciplina Física General. En este accionar se han presentado dificultades, de índole material y humana, y en los momentos actuales se suman otros que originan retos para esta comunidad.

### Retos:

- Del profesorado del Departamento de Física:
  - ✓ Solo el 15% son nativos digitales y no todos tienen un nivel aceptable de competencias digitales.
  - ✓ Solo el 14% de los no nativos digitales tienen un nivel aceptable de competencias digitales.
- Existe una inercia al cambio y la introducción de nuevos recursos, manteniendo enfoques tradicionales en las actividades docentes que no se corresponde con la dinámica cambiante de la enseñanza actual.
- Existen limitaciones en la infraestructura tecnológica y física del Departamento de Física y la Universidad, lo cual no permite gestionar con prontitud materiales orientadores y de apoyo docentes.
- Los procedimientos de gestión de espacios en la nube universitaria, no permiten una implementación ágil y novedosa de recursos didácticos basados en las tecnologías educativas, lo que afecta el proceso docente.
- No existe un diagnóstico objetivo de las habilidades tecnológicas de estudiantes y profesores para la aplicación de las tecnologías educativas.
- A pesar de que se utilizan algunas aplicaciones con funciones instructivas y evaluativas, las cuales no fueron creadas para ello (WhatsApp, Telegram o Facebook), el Departamento de Física no ha generado espacios para compartir y analizar las prácticas y experiencias educativas implementadas.

### Sobre Innovación Educativa

Las innovaciones en los procesos educativos no pueden limitarse solamente a generar cambios en la práctica docente, hay que cambiar los valores, las creencias, y las ideas que fundamentan las acciones de los profesores y los alumnos, conllevando a un cambio de mentalidad. La innovación en las actividades docentes debe partir del conocimiento de las

necesidades de los sujetos del proceso docente, para que los cambios generen verdaderas transformaciones. Los docentes son la pieza clave en los procesos de innovación, pero necesitan una formación básica y específica, sobre todo en técnicas y estrategias para realizar innovaciones [1], [2].

Las tendencias actuales en la innovación educativa aplicadas a los procesos docentes educativos muestran que se necesita: deseo de mejorar y motivación, buena comunicación entre los docentes y las instituciones, buena colaboración en la planificación y puesta en práctica, que parta de los propios docentes y el apoyo institucional, contar con una buena dotación de recursos, que la propuesta innovadora se perciba como necesaria y que aporte soluciones [3], [4], [5].

#### Tecnologías educativas

El arsenal de tecnologías educativas aplicado al proceso de enseñanza-aprendizaje a nivel internacional y nacional es muy amplio y en ellas tienen un gran peso las tecnologías digitales. La enseñanza que se está demandando constantemente en estos tiempos de crisis económica, y teniendo en cuenta que el Plan E se concibió con un mayor número de horas de estudio individual de los estudiantes, necesita un incremento en el uso de las tecnologías educativas para lograr verdaderas transformaciones en el proceso de enseñanza aprendizaje [6].

En el presente artículo solo se mostrará un resumen de aquellas herramientas tecnológicas utilizadas y con perspectivas a utilizar en las clases de Física General en la Cujae.

Algunas de estas herramientas son:

- Servicios en la nube: nubes de la Universidad, Teleportal, Google Drive
- Mensajería: WhatsApp, Telegram, y correo electrónico.
- Presentaciones de contenido: PowerPoint, Adobe Acrobat, multimedia, tutorial, etc.
- Herramientas colaborativas: foros y wikis.
- Gestores de Contenidos: Plataforma de Teleformación Moodle.
- Mobile Learning (en desarrollo)
- Aula invertida (en desarrollo)
- Aplicaciones móviles: Uso de teléfonos inteligentes y tabletas como instrumentos de medición (en desarrollo)
- Realidad aumentada (en perspectiva)
- Quiz Bot (en perspectiva)

- Podscats (en perspectiva)
- Memes y tablazos (en perspectiva)
- Avatares (en perspectivas)
- Videos interactivos (en perspectiva)

### Trabajo realizado

En el año 2020 la Universidad habilitó servicios en la nube, para lo cual creó las nubes de las facultades y el Teleportal. A pesar de los esfuerzos institucionales, las limitaciones tecnológicas, físicas y de recursos humanos, han propiciado que los mecanismos para que los docentes coloquen los recursos en las nubes sean ineficientes, ineficaces e inefectivos ya que no permiten trabajar con la dinámica que requiere el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto perjudica la calidad del proceso docente y afecta indirectamente el desarrollo de otros recursos muy útiles para la enseñanza. Por tal motivo los autores han habilitado espacios en la nube de internet (Google Drive) para el aseguramiento de recursos didácticos como apoyo a las asignaturas de Física I, Física II y Física III, (ver figura 1).

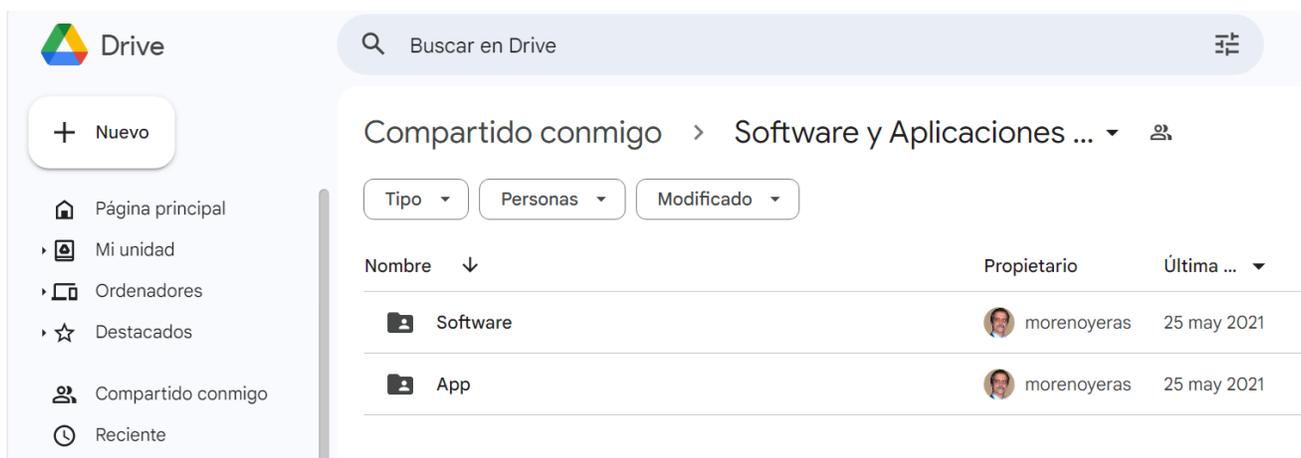


Figura 1: Ejemplos de recursos en la Nube. Fuente: Google Drive personal

A partir de realizar a distancia los exámenes de las asignaturas Física II y Física III, los docentes del departamento conformaron grupos de WhatsApp y de Telegram para implementar una mensajería que permitiera el intercambio con los estudiantes examinados, estos grupos se mantienen hasta el día de hoy para la comunicación inmediata, informar, evaluar, aclarar dudas, entre otros fines. Un ejemplo del uso de estos grupos para la evaluación es el uso del Quiz Bot de Telegram como herramienta para evaluar a los estudiantes. Esta herramienta está en perspectiva de desarrollo.

En la presentación de contenidos, además del uso tradicional de Microsoft Office, se han creado documentos Adobe Acrobat con recursos de multimedia incorporados, tales como videos, animaciones flash, audio, entre otros, así como documentos en formatos de formularios.

Estas herramientas han permitido construir Guías de Estudio de las asignaturas de Física, instructivos para prácticas de laboratorio, documentos para evaluaciones parciales y preguntas frecuentes de temas de oscilaciones y ondas, entre otros.

Un grupo de profesores ha trabajado, desde hace varios cursos, en gestores de contenidos para el aprendizaje (LCMS, por sus siglas en inglés) donde el recurso más difundido y utilizado en la universidad es la plataforma Moodle (plataforma de teleformación). Ya se han montado las asignaturas Física I, Física II y Física III de la Disciplina Física General para las diferentes carreras de ingeniería.

El Moodle permite presentar un curso contentivo de recursos de información (en formato textual o tabular, fotografías, diagramas, audios, videos, páginas web, documentos, y otros) así como actividades para estudiantes entre las que se pueden señalar: tareas, exámenes, encuestas, foros, y otras. Todos ellos (recursos y actividades) se desarrollan con la intención de complementar y mejorar los métodos de enseñanza-aprendizaje en todas sus variantes. En estos cursos los estudiantes de las diferentes carreras de ingeniería pueden contar con todos los materiales organizativos y didácticos para el desarrollo del proceso de aprendizaje de estas asignaturas.

Otra de las novedosas líneas de trabajo en la que se ha obtenido resultados es en el uso del M-learning. En esta herramienta de la tecnología educativa se han logrado desarrollar muchas aplicaciones en las que se pueden simular sistemas físicos y usar los celulares como instrumentos inteligentes a partir de los sensores propios [7], [8], [9], [10].

Desde el curso 2018-2019 se establece como estrategia en el Departamento de Física, desarrollar actividades docentes con el uso de los celulares y tabletas [11]. A partir del curso 2020-2021 estos autores lo introducen y utilizan como vías para el control del aprendizaje. Se decidió comenzar el trabajo en la asignatura Física II, continuar en la Física I y finalizar en la Física III. En la asignatura Física II (plan E), se han obtenido resultados en los temas de Circuitos Eléctricos y Óptica.

Atendiendo a los objetivos de la asignatura se utilizan simulaciones de circuitos (App EveryCircuit) como parte de prácticas reales y como forma frecuente del control del

aprendizaje en clases. En las actividades de circuitos, el celular se usa en ejercicios de auto-preparación y de consolidación, los cuales están diseñados para lograr que los estudiantes se auto-evalúen en el conocimiento de las leyes fundamentales de los circuitos eléctricos de forma que el docente pueda controlar la preparación para las actividades a realizar. Una de las ventajas que aportan estas formas de evaluación es que las mismas se pueden desarrollar en ambientes docentes (laboratorios y aulas) y en ambientes no docentes (la casa).

En el laboratorio docente donde se estudia la Ley de Malus (ver figura 2), el celular se utiliza como instrumento de medición.



Figura 2 Ejemplo de práctica de laboratorio de óptica.

En cuanto a la herramienta Aula Invertida (en inglés flipped classroom) la estrategia estuvo dirigida desde sus inicios al diseño de las Guías de Estudio (para los estudiantes) de las diferentes asignaturas. El trabajo fundamental realizado hasta ahora se ha centrado en el diseño de estas guías de estudio con recursos de multimedia incorporados. Al estudiante se le entrega un documento donde podrá encontrar animaciones, elementos 3D interactivas, simulaciones de fenómenos y procesos, videos didácticos, etc. Estos documentos hacen más amena y menos tediosa su lectura que aquellos donde el estudiante solo encuentra orientaciones escritas y cuando más alguna figura.

El primer resultado obtenido está en la Guía de Estudio de la asignatura de Física III, donde el propio Albert Einstein le da la bienvenida al estudiante. Posteriormente en cada tema se combinan simulaciones, videos y animaciones que permiten orientar los contenidos a estudiar y los ejercicios a realizar (ver figura 3). Como resultado el estudiante viene mejor preparado a las clases (aula invertida), originando un proceso más eficiente.

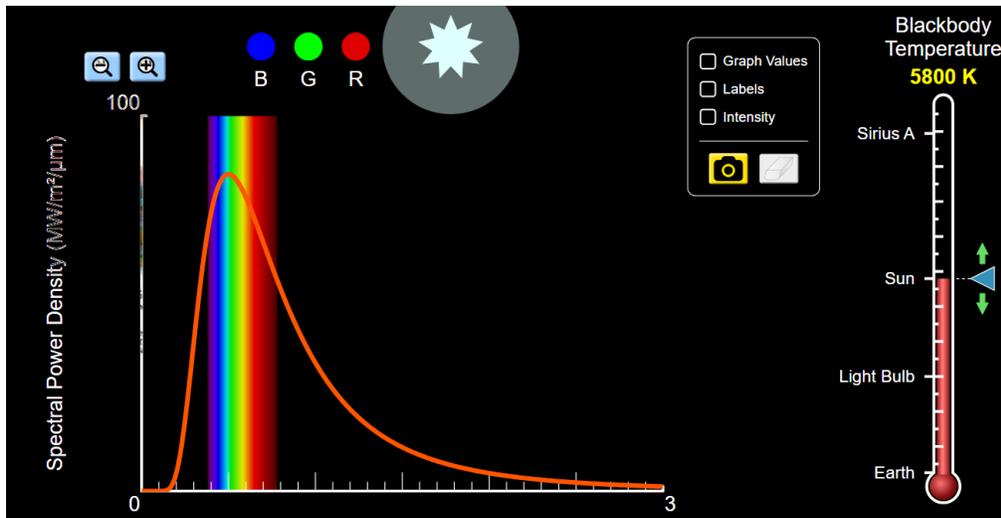


Figura 3: Ejemplo de simulación incorporada a la Guía de Estudio de Física III.

### Proyección futura

Al realizar una búsqueda de referentes prácticos sobre el uso actual de las tecnologías educativas, se observa que en la enseñanza de la física se pueden diseñar y desarrollar una gran cantidad de recursos virtuales, los cuales, organizados bajo un enfoque metodológico actualizado, se puedan incorporar al proceso docente en cualquiera de sus variantes.

En estos referentes innovadores, los autores, han podido observar el empleo de la realidad aumentada [12], el uso de los Quiz Bot (ya se presentaron algunas ideas al inicio del presente trabajo) y el uso de memes didácticos (ver figura 4).

A los estudiantes les sería muy familiar el uso de un avatar vinculado a símbolos propios de su especialidad y que los acercara a los contenidos y ejercicios de física. Se podría además introducir podcasts [13] que introdujeran el vínculo de determinados contenidos impartidos en las asignaturas con la especialidad de las ingenierías.

La física destruye relaciones



Figura 4: Ejemplos de Memes educativos. Fuente

Esto aportaría a la motivación y apoyaría un aprendizaje profundo de determinados contenidos.

Otra de las ideas que se ha valorado es el diseño y desarrollo de videos interactivos, en los cuales se pueda aprender física de una manera más activa, siendo muy útiles como recursos para el control y evaluación del aprendizaje [14].

### Conclusiones

A partir del trabajo realizado se concluye que:

- ✓ Existen retos tecnológicos y humanos que limitan el desarrollo de la innovación educativa en las asignaturas de Física que se imparten por el Departamento de Física de la CUJAE.
- ✓ En el uso de algunas tecnologías educativas ya hay experiencias que deben socializarse.
- ✓ Se hace perentorio crear un ambiente innovador en la creación de recursos didácticos motivadores y efectivos para la enseñanza de contenidos de física.
- ✓ La aplicación de la innovación educativa conlleva a una eliminación del rechazo al cambio, una superación y actualización constante de los gestores del proceso (los profesores) y mucho trabajo.
- ✓ No cabe duda de que, la educación semipresencial y a distancia se convierten en las opciones con mayores posibilidades para ser asumidas por las instituciones educativas en el contexto actual y a corto plazo.

La implementación real de este modelo demanda cambios radicales en actitudes institucionales, departamentales y de los docentes. Es importante conocer si realmente los docentes están convencidos de ello, pues lo primero es el cambio cognitivo para creer en el modelo educativo que se quiere aplicar y si no se innova y se usan todas las vías, esto afectará todo proceso de aprendizaje real.

#### Agradecimientos

Los autores desean agradecer al profesor Ariel Núñez Morera por el aporte de ideas, recursos digitales de apoyo a varios materiales didácticos elaborados y muy en especial a la revisión minuciosa y sugerencias útiles para mejorar la calidad de esta publicación.

#### Referencias bibliográficas

1. Macanchí PML, Orozco CBM y Campoverde EMA. Innovación educativa, pedagógica y didáctica. Concepciones para la práctica en la educación superior. Universidad y Sociedad. 2020; 12(1): 396-403.
2. Arancibia MH, Castillo AP y Saldaña FJ. Innovación Educativa: perspectivas y desafíos. Valparaíso: Instituto de Historia y Ciencias Sociales- Universidad de Valparaíso; 2018.
3. Chou RR, Valdés GA y Sánchez GS. Programa de formación de competencias digitales en docentes universitarios. Universidad y Sociedad. 2017; 9 (1): 81-86.
4. González FMO. La capacitación docente para una educación remota de emergencia por la pandemia de la COVID-19. Tecnología, Ciencia y Educación. 2021; 19, 81-102.
5. Fidalgo BAM, Sein EL y García PFJ. ¿pueden las tendencias de innovación educativa predecir los cambios que transformarán el modelo educativo? Conferencia impartida en el 4º congreso Erkide Irakaskuntza: "Anticipándose al futuro". Bilbao, 2019, 8 de mayo.
6. Salinas IJ. Educación en tiempos de pandemia: tecnologías digitales en la mejora de los procesos educativos. Revista Innovaciones Educativas. 2020; 22(supl.1): 17-21
7. Díez PO. Aplicación móvil para la resolución de prácticas de física en ambientes informales con smartphone "SensorUVA". Tesis de grado en Ingeniería Mecánica.
8. Universidad de Valladolid, España; 2017. Disponible en: [Aplicación móvil para la resolución de prácticas de física en ambientes informales con Smartphone - "SensorUVA"](#)

9. Gil S y Di Laccio JL. Smartphone una herramienta de laboratorio y aprendizaje: laboratorios de bajo costo para el aprendizaje de las ciencias. Lat. Am. J. Phys. Educ. 2017; 11(1): 3-24.
10. Guachún LFP, Coronel ARM y Guñay PSJ. Una experiencia didáctica del uso de smartphones en una práctica de laboratorio de física. Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación. 2020; 4(35): 16-23.
11. Enrique MC. Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada. Análisis del movimiento circular no uniforme mediante el uso de smartphones como sensores. 2018; 5(2): 37-49.
12. Moreno YA y Rodríguez LID. El m-learning en el aprendizaje de la Física: laboratorios. UNIVERSIDAD 2020. Cuba; 2020. 10-14 de febrero.
13. Ibáñez MB y de Castro A. Potencialidades que ofrece la Realidad Aumentada en la enseñanza de la Física: Experiencias prácticas. Cátedra UNESCO. 2015  
[https://educate.gast.it.uc3m.es/wpcontent/uploads/2015/01/mbi\\_adc](https://educate.gast.it.uc3m.es/wpcontent/uploads/2015/01/mbi_adc)
14. Gil C y Ortega QV. El uso de podcast como instrumento de evaluación sobre el aprendizaje en la enseñanza de las ciencias. REIDOCREA. 2022; 11(2): 14-27.
15. Gallegos MEA, Tamariz NHO, Gallegos VAC, León AME. Uso de videos didácticos para el fortalecimiento del aprendizaje de ciencias naturales. Universidad, Ciencia y Tecnología. 2024; 28(122): 17-27.

#### Contribución de autoría

Los autores han colaborado en partes iguales, en todas las etapas del artículo.

#### Conflicto de intereses

Los autores del artículo declaramos que estamos de total acuerdo con lo escrito en este informe y aprobamos la versión final

#### Autores

Alfredo Moreno Yeras. Doctor en Ciencias. Profesor titular. Instituto de Ciencias Básicas. Departamento de Física. Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE, La Habana, Cuba.

Aurea D. Rodríguez Llerena. Doctor en Ciencias. Profesor titular. Instituto de Ciencias Básicas. Departamento de Física. Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE, La Habana, Cuba.

