

[Cierre de edición el 01 de Enero del 2022]

<http://doi.org/10.15359/ree.26-1.5>
<http://www.una.ac.cr/educare>
educare@una.ac.cr

Evaluación realizada desde la perspectiva de un grupo universitario de docentes sobre los cursos de Física General de la Universidad Nacional de Costa Rica durante el 2014 y el 2019

Evaluation Conducted With University Teachers on the General Physics Courses Taught at the National University of Costa Rica During 2014 and 2019

Avaliação por meio de professores universitários dos cursos de Física Geral ministrados na Universidade Nacional da Costa Rica durante 2014 e 2019



Xiomara Márquez-Artavia
Universidad Nacional

ROR: <https://ror.org/01t466c14>
Heredia, Costa Rica

xiomara.marquez.artavia@una.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-4905-6123>

Luis Delgado-Orozco
Universidad Nacional

ROR: <https://ror.org/01t466c14>
Heredia, Costa Rica

luis.delgado.orozco@una.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0003-1529-3988>

José Saavedra-Arias
Universidad Nacional

ROR: <https://ror.org/01t466c14>
Heredia, Costa Rica

jsaavedr@una.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-2510-8929>

Recibido • Received • Recebido: 31 / 01 / 2020

Corregido • Revised • Revisado: 28 / 06 / 2021

Aceptado • Accepted • Aprovado: 08 / 09 / 2021

Resumen:

Objetivo. Evaluar los cursos de Física General (teoría y laboratorio) de la carrera de Enseñanza de las Ciencias a través del personal docente universitario, en el periodo comprendido entre el 2014 al 2019, con el fin de identificar las fortalezas y debilidades en la metodología y replantear nuevas estrategias educativas. **Metodología.** La investigación mixta (cuantitativa y cualitativa) se realizó mediante una encuesta virtual con el programa LimeSurvey al profesorado que ha impartido los cursos de Física para la carrera de Enseñanza de las Ciencias en los últimos cinco años. Esta se aplicó a la población total de 20 docentes de la cual solo 12 participaron. El instrumento fue diseñado por el personal docente que trabaja en el proyecto de mejoramiento de las guías de laboratorio y su análisis



<http://doi.org/10.15359/ree.26-1.5>
<http://www.una.ac.cr/educare>
educare@una.ac.cr

se realizó con la ayuda de una hoja de cálculo de Excel, suministrada por el programa LimeSurvey. El instrumento se validó por personal del IDESPO de la Universidad Nacional en cuanto a la pertinencia del contenido de los enunciados, la claridad de las preguntas y la coherencia con el objetivo de este estudio. **Resultados.** La estructura y organización de los cursos de Física General tiene una valoración positiva por parte del profesorado, que también mostró una preferencia por la clase magistral; pero, aun así, mostró disposición a capacitarse y aprender nuevas estrategias didácticas. **Conclusiones.** Además, se determinó que el personal docente está anuente al cambio tecnológico y a trabajar en los retos que han propuesto las políticas del gobierno.

Palabras claves: Docencia universitaria; enseñanza de la física; clase magistral; tecnologías de información y comunicación; estrategias didácticas.

Abstract:

Objective. Evaluate the General Physics courses (theory and laboratory) of the Science Teaching career with the university teaching staff, in the period from 2014 to 2019, to identify the strengths and weaknesses in the methodology and propose new educational strategies. **Method.** The research was conducted through a virtual survey with the LimeSurvey software to the teachers who have taught Physics courses for the Science Teaching career in the last five years; the survey was applied to the total population of 20 teachers, but only 12 of them answered it. The instrument was designed by the teaching staff working on the project to improve the laboratory manuals. The instrument analysis was carried out with the help of an Excel spreadsheet provided by the LimeSurvey software. The instrument was validated by IDESPO staff of the National University regarding the relevance of the content of the statements, the clarity of the questions, and the coherence with the objective of this study. **Results.** The structure and organization of the General Physics courses have a positive assessment by the teachers, who also showed a preference for the traditional lecturing; but even so, they are willing to train and learn new teaching strategies. **Conclusions.** The results of this investigation show that teachers are open to technological change and to working on the challenges that government policies have proposed.

Keywords: University teaching; lecturing; information and communication technologies; teaching physics; physics didactics.

Resumo:

Objetivo. Avaliar as unidades curriculares de Física Geral (teoria e laboratório) do curso Ensino das Ciências, mediante o corpo docente universitário, no período compreendido entre 2014 e 2019, com a finalidade de identificar as fortalezas e debilidades na metodologia e repensar novas estratégias educativas. **Metodologia.** A investigação foi realizada por meio de um questionário virtual com o programa LimeSurvey aos professores que deram aulas de Física para o curso de Ensino das Ciências nos últimos 5 anos. O questionário foi aplicado ao total da população: 20 professores, dos quais só 12 participaram. O instrumento da pesquisa foi desenhado pelos professores que trabalham no projeto de melhora das guias de laboratório e a sua análise foi feita com a ajuda de uma folha de cálculo de Excel, fornecida pelo próprio programa LimeSurvey. O instrumento foi validado pelo grupo do IDESPO da Universidade Nacional em relação à relevância do conteúdo nas afirmações, a clareza das questões e a coerência com o objetivo deste estudo. **Resultados.** A estrutura e organização das unidades curriculares de Física Geral tem uma avaliação positiva por parte dos professores,

os quais também demonstraram uma preferência pelas aulas magistrais; mesmo assim, eles estão dispostos a ser capacitados e a aprender novas estratégias didáticas. **Conclusões.** Foi determinado que os professores estão dispostos à mudança tecnológica e a trabalhar nos desafios propostos pelas políticas do governo.

Palavras-chave: ensino universitário, ensino de física, aula magistral, tecnologias da informação e comunicação, estratégias didáticas.

Introducción

Según el *Sétimo informe del Estado de la Educación (Programa Estado de La Nación [PEN], 2019)* para Costa Rica, los retos importantes en educación están en las áreas de la docencia y la gestión educativa, enfocarse en mejorar estos aspectos tendría un gran impacto en el sistema educativo. Una de las medidas que plantea el informe en el ámbito de la preparación para la docencia es que esta garantice que el profesorado tenga habilidades como el dominio de la materia y un manejo de las estrategias didácticas.

El informe sugiere que, para aprovechar los recursos de una manera más eficiente, la educación superior debe propiciar el uso de las tecnologías de información y comunicación, y los cursos virtuales, además de ofrecer carreras novedosas, interdisciplinarias, cortas y con un alto componente tecnológico.

La universidad debe, entonces, innovar en su oferta educativa con nuevas metodologías, espacios de aprendizaje y formas de evaluación.

El informe del Banco Interamericano de Desarrollo sobre *La condición de la educación de las matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe (Valverde y Näslund-Hadley, 2010)* revela que la juventud no está siendo preparada de manera adecuada en estas áreas debido a programas débiles, materiales de aprendizaje inadecuados y falta de destreza de personal docente. Se ha planteado un marco de acción para dirigir los esfuerzos para mejorar la educación en las áreas de matemáticas y ciencias naturales, donde uno de los puntos principales es el personal docente y la práctica pedagógica.

En un contexto donde la tecnología ha transformado la sociedad y las relaciones entre las personas, los procesos educativos deben responder a los cambios e innovaciones de la vida moderna. Las tecnologías de comunicación e información (TIC) tienen una gran oferta de recursos didácticos y la capacidad de ampliar la cobertura de la educación, de tal forma que se puede mejorar el proceso educativo dentro y fuera del aula. Se establecen, así, nuevas competencias pedagógicas para el ejercicio de la docencia (Chacón-Ortiz et al., 2017).



<http://doi.org/10.15359/ree.26-1.5>
<http://www.una.ac.cr/educare>
educare@una.ac.cr

Ante este reto, el objetivo principal de esta investigación es evaluar la percepción del profesorado de los cursos de Física (teoría y laboratorio) para la carrera de Enseñanza de las Ciencias, con el fin de identificar las fortalezas y debilidades de estos, para plantear nuevas metodologías que permitan entregar el mejor curso posible al estudiantado.

Marco teórico

La enseñanza de la física plantea retos importantes tanto para el personal docente como para el mismo estudiantado. Aunque se tiene profesorado altamente calificado y con mucha experiencia, los resultados de aprobación de los cursos de Física General no han sido siempre alentadores. El personal docente debe motivar e inculcar en el estudiantado una forma de pensamiento tanto científico, como lógico y matemático. Y esto, históricamente, no ha sido una tarea fácil (Ferreyra y González 2000).

Muchas personas autoras han señalado la dificultad que existe en el estudiantado, especialmente en los cursos introductorios, para aprender significativamente los conceptos de la física (McDermott et al., 1987).

Existen numerosas técnicas metodológicas para la enseñanza de las ciencias, cuyo objetivo va más allá de aprender información científica, observa, también, el desarrollo de un espíritu crítico y la habilidad de resolver problemas, al mismo tiempo que el alumnado adquiere la capacidad de análisis y de adaptación al cambio (Gil, 2015).

Sin embargo, se conoce que los puntos de vista, ideas y opiniones del mismo profesorado son, a veces, el principal obstáculo para lograr un cambio en la enseñanza y su metodología (Campanario, 2003); por eso, esta primera experiencia de investigación va dirigida hacia este grupo para evaluar la percepción que tiene de los cursos de Física General. Se entiende como percepción cualquier conocimiento o idea sobre alguna cosa (Real Academia Española [RAE], 2014).

Por otra parte, también se pretende comprobar los conocimientos del profesorado sobre metodologías y recursos didácticos. La palabra didáctica proviene del griego y se interpreta como el arte o la ciencia de enseñar, mientras que la estrategias didácticas se refiere a procesos y recursos que utiliza cada docente para promover el aprendizaje, entendido este como un proceso (Flores Flores et al., 2017).

En la educación superior se hace necesario que en las clases se incorporen estrategias didácticas que fomenten el pensamiento crítico y científico, y el desarrollo de capacidades relacionadas con el uso de la tecnología, especialmente en las ciencias básicas. La selección y aplicación de las estrategias es una decisión de cada docente, quien debe escoger las que sean más pertinentes, de acuerdo al contexto educativo (Flores Flores et al., 2017).

Según [Monereo \(1997\)](#), las características de las estrategias son: participantes activos y activas (estudiante y docente), el contenido a enseñar, el ambiente de aprendizaje, las actitudes del estudiantado, el tiempo disponible, el conocimiento previo del alumnado, la modalidad de trabajo (individual o grupal) y el proceso de evaluación. Estos aspectos serán revisados en esta investigación para los cursos de Física General I, II y III.

Metodología

Este estudio investigativo se desarrolló con un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) y pretende evaluar la percepción del profesorado sobre los cursos de Física General y las estrategias didácticas implementadas. Sus resultados serán aplicados a la toma de decisiones y a la mejora de la práctica educativa ([Arnal et al., 1992](#)).

La fuente de información es una encuesta virtual para 20 profesores y profesoras que han impartido los cursos de teoría y laboratorio de Física General I, II y III del Departamento de Física de la Universidad Nacional durante el periodo 2014-2019. Sin embargo, solo 12 respondieron a la encuesta, esto es, un 60% de la población en estudio.

El instrumento fue confeccionado por el personal docente que trabaja en el proyecto de mejoramiento de las guías de laboratorio del Departamento de Física, además fue digitalizado y aplicado por el Instituto de Estudios Sociales en Población (IDESPO) de la Universidad Nacional a través del programa LimeSurvey, que también validó el instrumento en cuanto a la pertinencia de los enunciados, la claridad y la coherencia de las preguntas, con el objetivo de la investigación. El análisis de los datos se elaboró mediante el empleo de planillas de cálculo de Excel que se obtuvo del software LimeSurvey. Este incluye la definición de dos categorías de análisis: la percepción del profesorado y las estrategias didácticas.

Una copia del instrumento aplicado se adjunta como archivo complementario. El cuestionario virtual contiene preguntas cerradas y abiertas. Los resultados de la encuesta se presentan en forma de porcentajes y frecuencias y en algunos casos (preguntas abiertas), se anotan directamente las respuestas, de ahí se describen e interpretan los resultados relacionados con los cursos de Física General.

Caracterización de las personas participantes

La encuesta fue realizada durante el mes de abril del año 2019, las personas participantes fueron 3 mujeres y 9 hombres todos con más de 4 años de experiencia profesional. El 58,1% de las personas encuestadas poseen más de 11 años de experiencia en docencia universitaria.

Los cursos impartidos por el profesorado participante en este estudio se encuentra enlistado en la [Tabla 1](#).



<http://doi.org/10.15359/ree.26-1.5>
<http://www.una.ac.cr/educare>
educare@una.ac.cr

Tabla 1: Cursos impartidos por las personas encuestadas

Cursos impartidos	Frecuencia
Física General I	8
Física General II	3
Física General III	3
Laboratorio de Física General I	8
Laboratorio de Física General II	6
Laboratorio de Física General III	6
Taller de Física	1
Física Recreativa	3
Física Experimental	3
Didáctica del experimento docente	1
Física Moderna	2
Laboratorio de Física Moderna	1
Metodología de la enseñanza de la mecánica en el ciclo diversificado	1
Fundamentos de Astronomía	1

Nota: Elaboración propia con datos de la investigación.

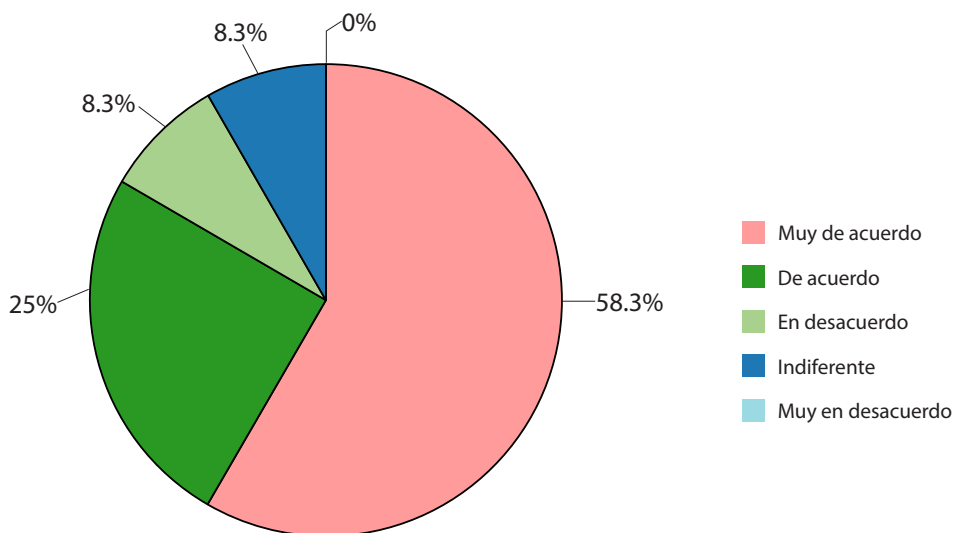
La frecuencia en que se imparte el curso permite al personal docente estar altamente calificado para responder al instrumento y obtener datos confiables y útiles para la investigación.

Resultados, análisis y discusión

En la [Figura 1](#) se muestra que un 58,4% de las personas encuestadas considera que los objetivos del curso están de acuerdo con el mismo curso. La valoración negativa de esta afirmación es solo de un 8,3%; por tanto, se considera que no hay que replantear los objetivos del curso.



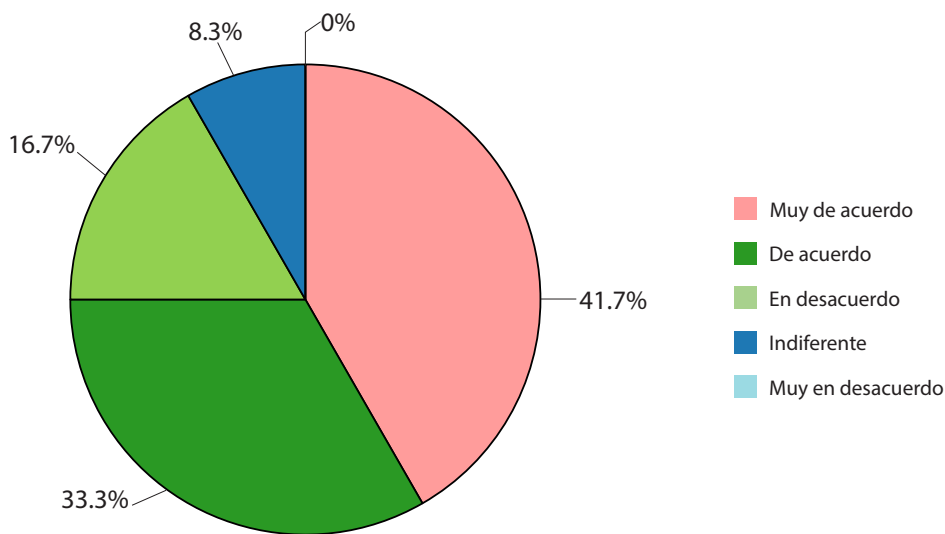
Figura 1: Responde a la pregunta: ¿son los requisitos del curso acordes con el mismo?



Nota: Elaboración propia.

En la [Figura 2](#), se aprecia que el mayor porcentaje de profesores está al menos de acuerdo con que el número de horas del curso es el adecuado. No hay una debilidad en este aspecto en los cursos, porque un 75,0% está de acuerdo en que el número de las horas contacto es adecuado.

Figura 2: Responde a la pregunta: ¿El número de horas contacto es el adecuado?

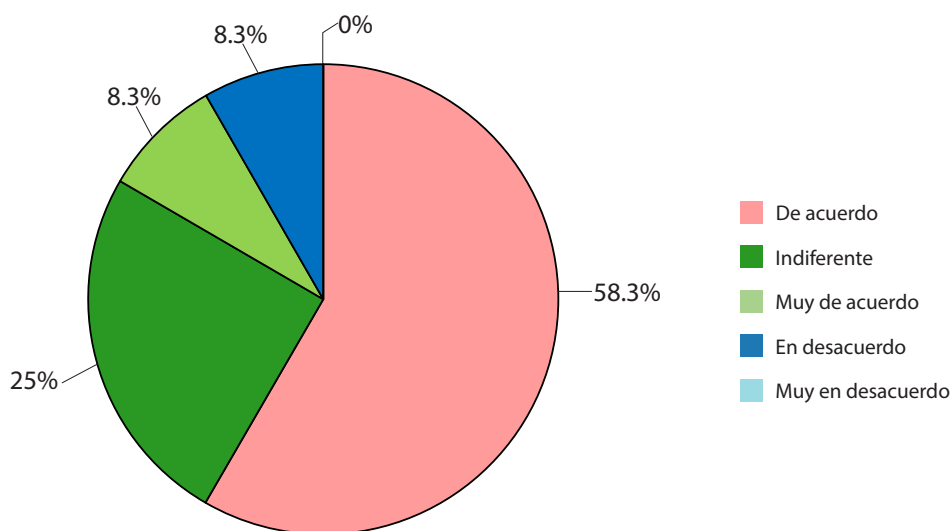


Nota: Elaboración propia.

<http://doi.org/10.15359/ree.26-1.5>
<http://www.una.ac.cr/educare>
educare@una.ac.cr

Se observa que el 66,7% está de acuerdo con que el laboratorio está en concordancia cronológica con la teoría, lo que significa que esto es un aspecto (fortaleza) favorable del curso. Ver [Figura 3](#).

Figura 3: Responde a la pregunta: ¿Está el laboratorio en concordancia lógica y cronológica con la teoría?

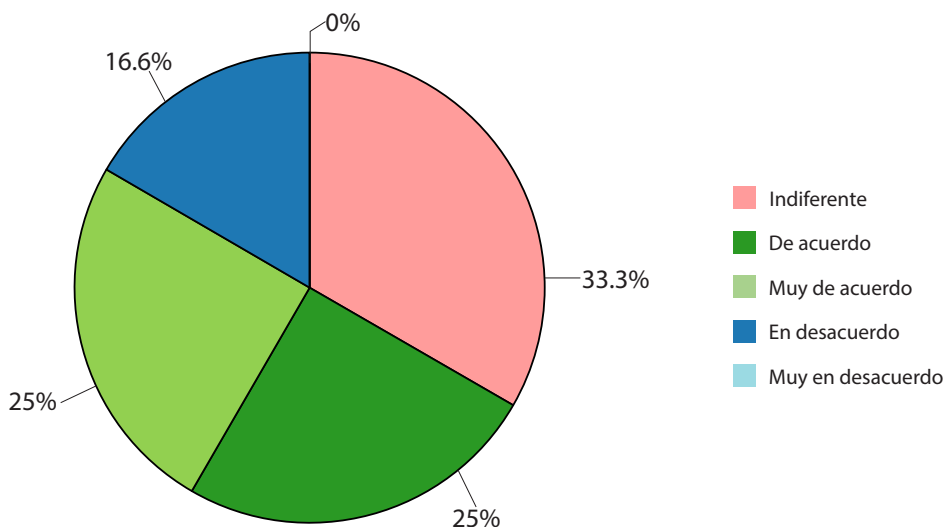


Nota: Elaboración propia.

En la [Figura 4](#) se observa que el 50% de quienes respondieron la encuesta está de acuerdo en cambiar la metodología de la clase magistral. Un 33% permanece indiferente y solo un 16,7% no cambiaría. El valor más alto determina disposición a modificar o cambiar la clase magistral en los cursos.

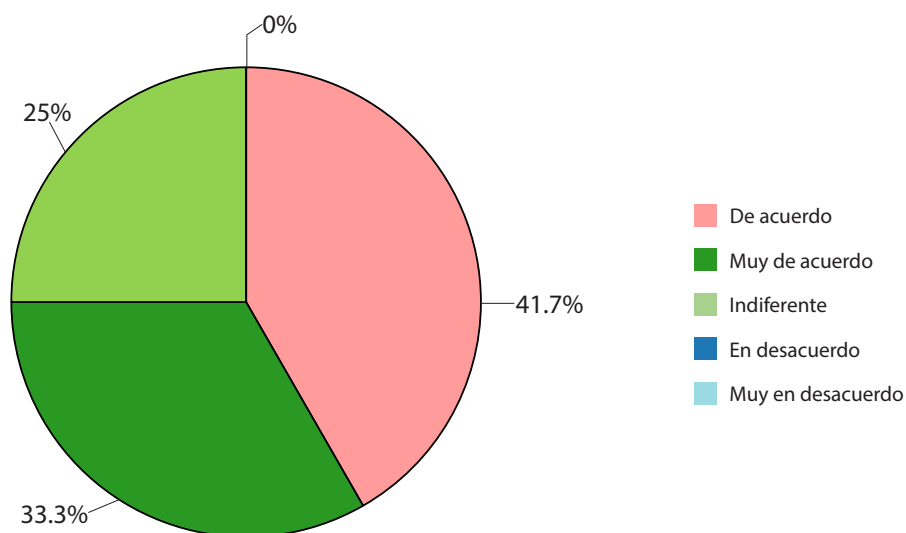
Otro elemento de la investigación es la percepción sobre el libro de texto utilizado en los cursos, como lo muestra la [Figura 5](#) se indica que el 33,3 % está muy de acuerdo con el libro de texto *Física universitaria con física moderna* de las autorías [Sears et al. \(2013\)](#), un 41,7% de acuerdo un 25% es indiferente, entonces, se concluye que de acuerdo con la percepción de docentes, el libro es adecuado. En general, el profesorado considera que los contenidos y el nivel de dificultad propuesto por el libro son apropiados para el curso.

Figura 4: Responde a la pregunta: ¿Cambiaría la metodología de clase magistral?



Nota: Elaboración propia.

Figura 5: Responde a la pregunta: ¿El libro de texto es adecuado para el estudiantado?

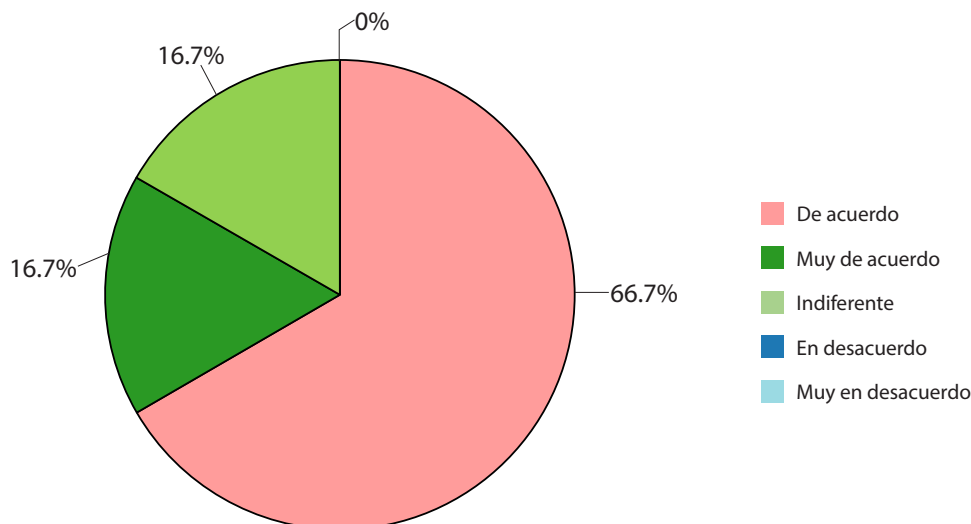


Nota: Elaboración propia.

Se señala en la **Figura 6** un valor alto de 66,7% de los sujetos encuestados que está de acuerdo en que los objetivos del curso son realizables, por lo que se concluye que no hay necesidad de hacer modificaciones en este aspecto.

<http://doi.org/10.15359/ree.26-1.5>
<http://www.una.ac.cr/educare>
educare@una.ac.cr

Figura 6: Responde a la pregunta: ¿Los objetivos del curso son realizables?



Nota: Elaboración propia.

El profesorado tiene una perspectiva positiva de la estructura del curso, no han señalado ninguna debilidad importante que dificulte el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Tabla 2: Aspectos relacionados con la metodología

Estrategias didácticas	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca	Total
La clase expositiva es su principal herramienta.	2	7	3	0	0	12
Para dar la clase utiliza mayormente la pizarra.	4	4	3	1	0	12
Utiliza el aula virtual.	3	4	5	0	0	12
Hace uso de videos o aplicaciones (TIC) para su clase	2	3	3	2	2	12
Realiza experimentos en la clase de teoría.	1	2	3	3	3	12
El estudiantado trabaja en grupo.	4	1	3	4	0	12
Propone al estudiantado un problema para que lo resuelvan al comenzar un tema.	0	4	3	3	2	12
Hace preguntas al estudiantado	8	2	2	0	0	12
El estudiantado participa activamente durante las lecciones.	2	6	4	0	0	12
Hace uso del libro de texto del curso.	10	2	0	0	0	12
Asiste el alumnado a horas de consulta.	1	1	5	5	0	12
Los contenidos propuestos son estudiados en su totalidad.	7	3	1	1	0	12

Nota: Elaboración propia con datos de la investigación.



En la [Tabla 2](#) se analizan las estrategias didácticas más comunes en una clase de física. En la primera fila se observa que existe una tendencia a que la clase expositiva sea la principal herramienta para el desarrollo de una clase. Prácticamente nadie contestó negativamente a esta afirmación. Esto se ve afirmado en el segundo enunciado de la [Tabla 2](#) en el que la totalidad de docentes utiliza, mayormente, la pizarra (8 docentes).

El aula virtual es utilizada algunas veces por el personal docente. En esta se pueden hacer foros, preguntas, subir materiales didácticos y sirve como herramienta evaluativa para hacer exámenes cortos. Ya se ha demostrado el potencial que tiene la misma en la enseñanza de la física, si se capacitara al personal docente se podría utilizar con mayor eficacia.

Por otra parte, según la [Tabla 2](#) no todo el grupo hace uso de las TIC (Tecnologías de Información y Comunicación), cuatro docentes nunca las usan o casi nunca. Algunas veces las condiciones de las instalaciones (fuera del Departamento de Física) no se prestan para la proyección de multimedia que es indispensable para el uso de las TIC. Se deben garantizar los recursos didácticos para dar una clase con estándares de acreditación.

Los experimentos en clase de teoría son muy poco frecuentes, solo dos personas los realiza casi siempre y 6 casi nunca o nunca los realizan. Se puede hacer la conjetura de que esto se debe a que el personal docente no conoce los equipos demostrativos disponibles en la Unidad de Apoyo a los Laboratorios de Física.

El trabajo grupal es comúnmente utilizado por el personal docente. Sin embargo, cuatro docentes casi nunca lo utilizan.

Según la [Tabla 2](#), es muy poco frecuente que el personal docente comience un tema proponiendo un problema al estudiantado, 5 nunca o casi nunca lo hacen.

El uso de la pregunta favorece el aprendizaje significativo crítico por parte del estudiantado, de esta forma este adquiere un papel activo en el proceso de construir el conocimiento. En realidad, todo el conocimiento científico responde a una pregunta o hipótesis, así el cuestionamiento es una parte importante del fenómeno cognitivo ([López et al., 2014](#)). En este caso, 8 docentes de los 12 hacen preguntas al alumnado para fomentar la participación e incentivar el pensamiento crítico. Así mismo el estudiantado participa activamente en las lecciones.

El libro de texto es utilizado la mayoría del tiempo por el 100% del profesorado, además, como se observa en la [Figura 5](#), el profesorado consideró que era adecuado y en general logra abarcar todos los temas propuestos en el programa. Sin embargo, hay que notar que, según el profesorado, el estudiantado no asiste a las horas de consulta frecuentemente. Para 5 docentes, el estudiantado casi nunca llega a la hora de consulta. Esto podría indicar que al estudiantado les falta compromiso con el curso.

<http://doi.org/10.15359/ree.26-1.5>
<http://www.una.ac.cr/educare>
educare@una.ac.cr

Según estos resultados, el profesorado tiende a enseñar física de una forma tradicional, aunque tratan de motivar la participación e interacción del estudiantado, se utiliza una pedagogía de tipo conductista.

Se consultó al profesorado sobre las metodologías de clase que conocen. Los resultados se registraron en la [Tabla 3](#).

Tabla 3: Metodologías de clase conocidas por el profesorado

Metodologías	Frecuencia	Porcentaje
Impartir lecciones	1	8,3
Aprendizaje entre pares	1	8,3
Aprendizaje cooperativo/colaborativo	2	16,7
Aprendizaje basado en problemas	5	41,7
Aula invertida	5	41,7
Aprendizaje basado en competencias	1	8,3
Aprendizaje basado en proyectos	3	25,0
Aprendizaje por indagación	2	16,7
Clase participativa	1	8,3
Clase magistral/expositiva	8	66,7
Clase demostrativa	2	16,7
Uso de modelos computacionales	2	16,7
Uso de modelos físicos	2	16,7
Actividades dinámicas de aprendizaje	1	8,3
Explicaciones individuales	1	8,3
Exposiciones por parte del alumnado	1	8,3
Design Thinking	1	8,3
Experimentos prácticos de ciertos temas	1	8,3
Aprendizaje experiencial	1	8,3
Aprendizaje por descubrimiento	1	8,3
Aprendizaje basado en construccionismo y constructivismo	1	8,3

Nota: Elaboración propia con datos de la investigación.



En la [Tabla 3](#) se refleja que la metodología con mayor frecuencia es la clase magistral. Se nota que se hace énfasis en la resolución de problemas con 41,7%, y el aula invertida es una de las metodologías conocidas por cerca de la mitad de las personas encuestadas. En un bajo porcentaje se conocen otras estrategias didácticas.

A partir de este estudio se percibe, en el Departamento de Física, la necesidad de impartir sesiones de actualización para el profesorado donde se enseñen nuevas metodologías didácticas y herramientas para la enseñanza de la física que estén acordes con las necesidades del estudiantado y su contexto actual. Es importante poner en práctica metodologías que utilicen los nuevos recursos tecnológicos para modelar situaciones o fenómenos presentes en la física, experimentar y construir el conocimiento a partir de esas modelizaciones, para activar el rol del estudiante en el proceso de aprendizaje

Otros resultados del instrumento muestran que el 58,3% del profesorado considera que el tiempo asignado a la lección es suficiente para abarcar los contenidos propuestos en el cronograma, mientras que el 41,7% piensa que el tiempo no es suficiente. Por lo que proponen diferentes ideas, entre ellas aumentar las horas de clase, reestructurar el curso, dar cursos de nivelación en matemáticas y cambiar la metodología.

Es muy difícil que se aumenten las horas contacto, que es una de las propuestas. Otras más realizables son los cambios de metodología donde establece que el estudiantado es el protagonista del proceso de aprendizaje ([Vidal Ledo et al., 2016](#)), así se le asigna una mayor responsabilidad en el trabajo independiente para alcanzar el aprendizaje.

Además, en cuanto al curso mismo, el 100% del personal docente piensa que los contenidos del curso son útiles para el estudiantado. Es una respuesta natural, ya que están formando al personal docente que va a impartir estos temas en un futuro próximo. Todos los contenidos del programa de Física del Ministerio de Educación, para la educación diversificada en Costa Rica se abarcan en los cursos de Física General, excepto el tema relatividad ([Ministerio de Educación Pública \[MEP\], 2018](#)).

La encuesta abarca también algunas preguntas sobre la evaluación del aprendizaje adquirido por el estudiantado durante los cursos.

Según la [Tabla 4](#), el examen parcial es la evaluación que es utilizada por el 100% del personal docente. Esto se debe a la tendencia de reproducir la formación tradicional que han recibido las personas educadoras ([Campanario, 2003](#)). El instrumento realmente no contempla cuáles métodos de evaluación conoce el profesorado, ante esta duda se plantea la necesidad de crear capacitaciones y talleres para actualizar y formar al personal docente en la didáctica de la física, como herramienta de crecimiento personal.

Tabla 4: Tipo de evaluación preferida

¿Qué tipo de evaluación utiliza usted?	Frecuencia	Porcentaje
a. Examen parcial	12	100,0
b. Examen corto	8	66,7
c. Examen final	3	25,0
d. Tareas	5	41,7
e. Trabajo escrito	6	50,0
f. Exposiciones	7	58,3
g. Rubrica de trabajo en clase	4	33,3
Otro (Examen oral-producir una herramienta educativa)	2	16,7

Nota: Elaboración propia con datos de la investigación.

Ante un bajo porcentaje de implementación de las tareas 36,4%, podemos suponer que el profesorado evita hacer tareas por el hecho de no ser un instrumento supervisado en el que se facilita el plagio. Para esto, la universidad o el departamento pueden utilizar diferentes estrategias para evitarlo.

Un 66,7% del profesorado prefiere los exámenes cortos como método de evaluación, ya que se requiere la continua preparación del estudiantado y no es posible que haga plagio.

Un recurso que puede facilitar y mejorar el papel docente en la evaluación es realizar una base de datos con preguntas y ejercicios sobre los contenidos del curso para que los grupos docentes puedan tener acceso y utilizarlos en sus evaluaciones, para disminuir el tiempo en la planeación del curso.

Debido a la naturaleza práctica de esta disciplina el 91,7% del profesorado utiliza problemas en sus exámenes, se muestra en la [Tabla 5](#). Un 66,7% utiliza las preguntas conceptuales en sus exámenes. Una sugerencia para evaluar física es un tipo de preguntas contextualizadas en el que el estudiantado tenga que aplicar un razonamiento lógico y teórico para que interioricen el conocimiento y la capacidad de aplicarlo en la vida cotidiana ([Hestenes et al., 1992](#)).

Los otros tipos de evaluación son utilizados en menor porcentaje.

Tabla 5: Estructura de los exámenes

Marque todas las opciones que usted utilice en la estructura de los exámenes que usted elabora:	Frecuencia	Porcentaje
a. Selección única	3	25,0
b. Asocie	0	0,0
c. Respuesta breve	4	33,3
d. Preguntas conceptuales	8	66,7
e. Problemas	11	91,7
Otro (definiciones, oraciones y redacción de un informe)	1	8,3
Otro (falso y verdadero)	1	8,3
Otro (estudio de caso)	1	8,3

Nota: Elaboración propia con datos de la investigación.

La percepción del profesorado, en su gran mayoría, concuerda en que la dificultad de sus exámenes es de un nivel intermedio. Esto se demuestra en los resultados de la pregunta sobre la percepción del rendimiento académico de sus exámenes, donde un 50,0% considera que al menos aprueban entre 60% y 90% del estudiantado, un 41,7% aprueba desde el 90% a 100% del alumnado y solo un 8,3% tiene un porcentaje de aprobación mayor que 30%, pero menor que 60%.

El profesorado considera que el número de contenidos evaluados es adecuado para el estudiantado. No obstante, una persona docente consideró que el número de contenidos era excesivo.

También se les pidió su opinión sobre la experiencia al impartir cursos de Física General para estudiantes de enseñanza de las ciencias, los aspectos positivos se resumen en la [Figura 7](#).

Figura 7: La experiencia del profesorado al impartir los cursos de Física General



Nota: Elaboración propia.

El profesorado también manifestó abiertamente algunos aspectos negativos de los cursos, los que se transcriben a continuación:

- *Las bases matemáticas de varios de los estudiantes no es la adecuada.*
- *Pienso que muchos de los docentes que imparten el curso no se encuentran preparados para dar lecciones los profesores subestiman la capacidad de los estudiantes.*
- *...el tiempo es corto y me hubiera gustado tener más tiempo para dedicarlo a hacer experimentos.*
- *La disposición que tienen los estudiantes para aprender sobre los temas que desarrollamos.*
- *Para un grupo tan numeroso como el mío, no existen aulas apropiadas con suficiente espacio. Esto se vuelve un problema a la hora de aplicar exámenes.*

Con respecto a la valoración de esta experiencia, al menos tres docentes recalcan que es interesante, ya que es una población estudiantil con un currículo particular, el cual necesita tener sólidos fundamentos teóricos, ya que va a desempeñarse como docentes de algunos de estos temas, y el profesorado ve como un reto agradable el poder transmitir estos conceptos.

Sin embargo, algunos profesores y profesoras consideran que el alumnado no tiene las bases matemáticas adecuadas para poder asimilar muchos de los temas. Según la encuesta el 91,7% del profesorado tiene que dedicar parte de su clase en explicar contenidos matemáticos. Como lo son en su mayoría derivadas e integrales, pero también temas como análisis de funciones, despeje de ecuaciones, álgebra y trigonometría, según la [Tabla 6](#). Estos temas son de vital importancia para que el estudiantado pueda comprender los problemas de física.

Tabla 6: ¿Cuáles contenidos de matemáticas debieron ser retomados en clase?

Contenidos de matemáticas que el profesorado refuerza en clase	Frecuencia	Porcentaje
No contestó	1	8,3
Factorización-suma y resta de polinomios	1	8,3
Derivadas	7	58,3
Límites	1	8,3
Integrales	8	66,7
Cálculo	2	16,7
Análisis de una función/ funciones	2	16,7
Algebra/despeje de ecuaciones	4	33,3
Trigonometría	3	25,0
Serie binomio de Newton	1	8,3
Las bases de matemática son muy limitadas.	1	8,3
Estudio de representaciones tridimensionales y visualización de estéreo-objetos.	1	8,3
Mucho. Se debe pedir una mejora en los cursos de matemáticas.	1	8,3

Nota: Elaboración propia con los datos de la investigación.

En el año 2017, el 86,1% de los nuevos ingresos a la universidad pública fueron personas egresadas de los colegios públicos (PEN, 2019), de ahí se puede inferir que mucho del estudiantado en los primeros cursos de física que tienen debilidades en matemáticas podrían estar arrastrando el problema desde la secundaria.



<http://doi.org/10.15359/ree.26-1.5>
<http://www.una.ac.cr/educare>
educare@una.ac.cr

Otros investigadores también concuerdan que las matemáticas básicas no permiten una comprensión satisfactoria de la física (Goldberg y Bendall,1995). Es necesario que la misma universidad fortalezca los cursos de matemáticas, para que esta deficiencia no sea un obstáculo para el alumnado.

El personal docente opinó sobre su percepción de la actitud en general del alumnado hacia la clase, y estas son algunas de sus respuestas:

- *En enseñanza de las ciencias hay grupos muy diversos desde los que tienen una excelente actitud hasta los que gozan de una pésima actitud. Sin embargo, creo que a través de los cursos se ve un cambio gradual, por ejemplo: - Física General I: Los estudiantes presentan muchas dificultades, existe un temor previo al curso debido a lo que escuchan de sus compañeros o amigos. Además, es uno de los cursos con mayor reprobación en la mayoría de las universidades. - Física General II: Los estudiantes tienen una mejor actitud, sin embargo, aún no logran tomar el ritmo necesario de los cursos. -Física General III: Los estudiantes ya tienen mayor número de herramientas para enfrentar situaciones del mundo de la Física.*
- *En general hay un rechazo hacia la física pues para muchos es la primera vez que están en contacto con la materia y su deseo es que el proceso de aprendizaje sea totalmente mecánico. Se debe trabajar mucho la parte motivacional para convencerlos de pensar y que esto lo lleven a su desarrollo profesional.*
- *En general hay una buena actitud y los estudiantes estudian. Sin embargo, los estudiantes repitentes tienen siempre una mala actitud, no se integran al trabajo en grupo y no les gusta participar.*
- *Hay algunos estudiantes interesados y unos pocos que se interesan más en la parte pedagógica que la científica.*
- *Hay todo tipo de estudiantes desde los que sí tienen mucho interés, hasta los que no les interesa y solo están por pasar el curso.*
- *La gran mayoría muestra atención, a pesar de que al inicio del curso la mayoría dice tener "predilección" hacia la biología o la química.*
- *Muchos son muy proactivos y tienen mucho interés de aprender lo más posible para llegar a ser buenos docentes. Lamentablemente en Enseñanza de las Ciencias siempre hay alumnos que tienden a dar el mínimo esfuerzo y son conformistas, tratando de evadir responsabilidades con excusas irrelevantes.*
- *Negativa, pues a una gran mayoría del porcentaje del estudiantado no le interesa dedicar tiempo al estudio en los temas físicos.*

- *Una buena cantidad no tienen reparo en tratar de copiar durante los exámenes, supongo que aprender no es su prioridad.*
- *El estudiante de Enseñanza de las ciencias desea aprender, el primer día de curso está entusiasmado, es nuestra responsabilidad mantener ese entusiasmo.*
- *Yo solamente he impartido cursos de último año (Física Recreativa y Experimental) y percibo que como la mayoría están haciendo las prácticas en los colegios, eso tiende a que los estudiantes no le dediquen la atención que el curso merece. Muchos no tienen tiempo para hacer los trabajos extra-clases por ejemplo.*

En muchas de las opiniones sobre la actitud estudiantil hacia la clase se evidencia un gran rechazo a la física, no a las ciencias en general, sino solo a esta disciplina. Algún estudiantado si desea sacarle mayor provecho al curso y se siente motivado al inicio, sin embargo, conforme avanza la carrera le queda menos tiempo para dedicarlo a los cursos de física.

También se preguntó si se sienten apoyados por el Departamento de Física en el aspecto logístico y administrativo, a lo que el 75% respondió afirmativamente. El Departamento como tal da el respaldo necesario al personal docente en su gran mayoría, en la parte de infraestructura y equipos, y reciben ayuda de la Unidad de Apoyo, sin embargo, en la parte de capacitaciones pedagógicas el Departamento tiene una deuda pendiente con el personal docente.

Análisis de resultados

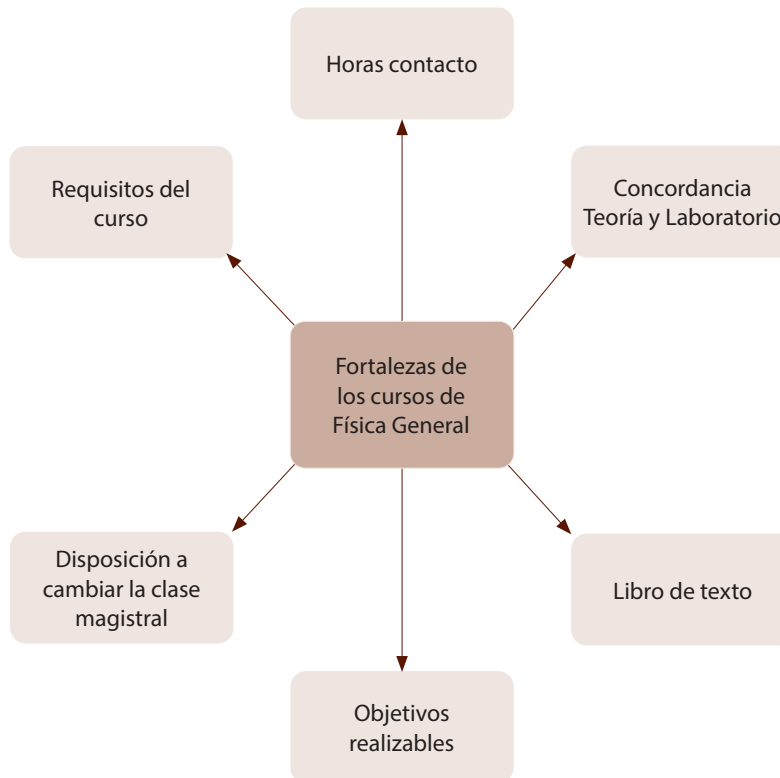
Según indican los resultados del cuestionario se refleja que el profesorado tiene una visión positiva de los cursos de Física General. El análisis de sus respuestas manifiesta que el curso está bien estructurado y los aspectos como horas contacto, requisitos del curso, concordancia entre la teoría y laboratorio, libro de texto y objetivos son considerados fortalezas, además de que hay una disposición del profesorado a cambiar la clase magistral (Ver Figura 8).

No obstante, el personal docente señala como debilidades que rodean el proceso de enseñanza de la física los escasos conocimientos matemáticos del alumnado y la actitud hacia el curso. Esto podría corregirse con cursos de nivelación en matemáticas al inicio del programa de estudios, para que el estudiantado pueda fortalecer sus conocimientos y su confianza.



<http://doi.org/10.15359/ree.26-1.5>
<http://www.una.ac.cr/educare>
educare@una.ac.cr

Figura 8: Fortalezas de los cursos de Física General



Nota: Elaboración propia.

Con base en la información recabada acerca de las estrategias didácticas utilizadas, se evidencia que el profesorado del Departamento tiende a aplicar los métodos de enseñanza-aprendizaje y evaluación a los cuales fue sometido en su proceso de formación como físicos o físicas (Tabla 3 y 4). Lo anterior implica que, si se quiere realizar un cambio acorde con la evolución de la sociedad y las nuevas formas de aprendizaje a nivel mundial, se debe construir un programa de capacitación continua para las nuevas y futuras generaciones. Este debe centrarse en cómo enseñar y evaluar la física, para lo cual se necesitan recursos. En este sentido, una buena base para construir este programa son los cursos STEM que ha impulsado el Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES) y desarrollado por Latin American Scholarship Program of American Universities (LASPAU). Se espera que se pueda implementar un programa con los siguientes temas, pero que no esté limitado solo a estos: la ciencia del aprendizaje, la analítica de aprendizajes e inteligencia artificial, métodos de aprendizaje (aula invertida, Design Thinking, aprendizaje basado en el juego, entre otros) y evaluación auténtica.

Este programa podría tener un impacto paulatino a nivel curricular, y realizar un cambio en la metodología en que se enseñan los distintos tópicos de la física, centrada en las características y necesidades de las nuevas generaciones. Aunado a esto, se podría presentar un cambio en los métodos y formas de evaluación que permita dar a conocer si realmente el estudiantado está aprendiendo y aplicando sus conocimientos a problemas de la vida cotidiana, lo cual podría generar profesionales con conocimiento de la realidad nacional y con capacidad para presentar soluciones innovadoras a los desafíos de su ejercicio.

Otro aspecto importante de señalar es que los sujetos participantes que utilizaban el aula virtual con frecuencia al momento de la encuesta, no es la totalidad. Sin embargo, después de la pandemia, el personal docente se vio obligado, de manera abrupta, a cambiar sus cursos a la virtualidad por más de un año, y el aula virtual se convirtió en una herramienta clave para las clases. Se demostró que el aula virtual es una vía de aprendizaje indispensable, al flexibilizar el acceso a la educación y derribar las barreras espaciotemporales del alumndo, es decir, es un recurso siempre disponible (Monguillot Hernando et al., 2013).

En cuanto a la incorporación de las TIC al proceso de enseñanza aprendizaje, en el momento de la encuesta, no formaban parte de las herramientas didácticas del profesorado. En el mundo globalizado cada vez más ligado y dependiente de la tecnología, se hace necesario incorporarlas a la enseñanza. En este contexto, las TIC son un recurso que logra que el alumnado comprenda términos, conceptos y teorías de la física, le da la posibilidad de sintetizar información y analizar las ideas más claramente, además de un sinfín de ventajas (Loor Alcívar et al., 2017).

Conclusiones

Los retos planteados por las políticas gubernamentales a la educación superior incluyen propiciar el uso de las tecnologías de información y comunicación, la innovación, la incorporación de nuevas metodologías, espacios de aprendizaje y formas de evaluación. Esta propuesta implica cambios en el proceso de enseñanza que incluyan nuevas estrategias ligadas al uso de la tecnología y nuevas formas de aprendizaje donde el alumnado tome un rol más activo.

Como consecuencia de este análisis se evidencia la necesidad de capacitación del personal docente en técnicas de enseñanza, en el uso de los recursos tecnológicos y en el ámbito de la evaluación. Por otra parte, es necesario impartir al alumnado un curso de nivelación de matemáticas al inicio de la carrera, para superar el obstáculo que presenta actualmente.

A través de este esfuerzo de parte de autoridades educativas, docentes y estudiantes se podrá concretar un cambio que potencie las habilidades de pensamiento científico del estudiantado.

Agradecimientos

Las personas autoras agradecen al compañero M.Sc. Huberth Pérez por su ayuda con el análisis de las tablas y las sugerencias bibliográficas.

<http://doi.org/10.15359/ree.26-1.5>
<http://www.una.ac.cr/educare>
educare@una.ac.cr

Declaración de Material complementario

Este artículo tiene disponible, como material complementario:

-La versión preprint del artículo en <https://doi.org/10.5281/zenodo.4891098>

Referencias

- Arnal, J., del Rincón, D. y Latorre, A. (1992). *Investigación educativa: Fundamentos y metodología*. Labor.
- Campanario, J. M. (2003). Contra algunas concepciones y prejuicios comunes de los profesores universitarios de ciencias sobre la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 21(2), 319-328. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21939/21773>
- Chacón-Ortiz, M., Camacho-Gutiérrez, D. y Heredia-Escorza, Y. (2017). Conocimientos sobre aprendizaje móvil e integración de dispositivos móviles en docentes de la Universidad Nacional de Costa Rica. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 11(1), 149-165. <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.11.507>
- Ferreya, A. y González, E. M. (2000). Reflexiones sobre la enseñanza de la física universitaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 189-199. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21655/21490>
- Flores Flores, J. F., Ávila ávila, J., Rojas Jara, C., Sáez González, F., Acosta Trujillo, R. y Díaz Larenas, C. (2017). *Estrategias didácticas para el aprendizaje significativo en contextos universitarios*. Universidad de Concepción, UnIDD. http://docencia.udec.cl/unidd/images/stories/contenido/material_apoyo/ESTRATEGIAS%20DIDACTICAS.pdf
- Gil, S. (2015). Experimentos de Física usando las TIC y elementos de bajo costo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 231-232. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.18
- Goldberg, F. y Bendall, S. (1995). Making the invisible visible: A teaching/learning environment that builds on a new view of the physics learner. *American Journal of Physics*, 63(11), 978-991. <https://doi.org/10.1119/1.18085>
- Hestenes, D., Wells, M. y Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30(3), 141-158. <https://doi.org/10.1119/1.2343497>
- Loor Alcívar, B. J., Chiquito Tumbaco, S. L. C. y Rodríguez Merchán, S. M. (2017). Las TICs en el aprendizaje de la física. *Revista Publicando*, 4(10.1), 429-438. <https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/446>



- López, S., Veit, E. A. y Solano Araujo, I. (2014). La formulación de preguntas en el aula de clase: Una evidencia de aprendizaje significativo crítico. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(1), 117-132. <https://doi.org/10.1590/1516-731320140010007>
- McDermott, L. C., Rosenquist, M. L. y van Zee, E. H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *American Journal of Physics*, 55(6), 503-513. <https://doi.org/10.1119/1.15104>
- Ministerio de Educación Pública. (2018). *Programa de Estudio de Física. Educación diversificada*. <https://www.mep.go.cr/programa-estudio/fisica>.
- Monereo, C. (1997). La construcción del conocimiento estratégico en el aula. En M. L. Pérez Cabaní (Coord.), *La enseñanza y el aprendizaje de estrategias desde el currículum* (pp. 21-34). Horsori Editorial.
- Monguillot Hernando, M., Guitert Catasús, M. y González Arévalo, C. (2013). El trabajo colaborativo virtual: Herramienta de formación del profesorado de educación física. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (24), 24-27. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4473542>
- Programa Estado de la Nación. (2019). *Séptimo Informe Estado de la Educación* (7.ª ed.). Autor. <http://hdl.handle.net/20.500.12337/7773>
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española* (23.ª ed.).
- Sears, F. W. , Zemansky, M. W. Young, H. D. y Freedman, R. A. (2013). *Física universitaria* (Vol. 2, 11.º ed.). Pearson. Valverde, G. y Näslund-Hadley, E. (2010). *La condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe*. BID. <https://publications.iadb.org/es/publicacion/14587/la-condicion-de-la-educacion-en-matematicas-y-ciencias-naturales-en-america>
- Vidal Ledo, M. V., Michelena, N. R., Nolla Cao, N., Morales Suárez, I. del R. y Vialart Vidal, M. N. (2016). Aula invertida, nueva estrategia didáctica. *Educación Médica Superior*, 30(3), 678-688. <https://www.medigraphic.com/pdfs/educacion/cem-2016/cem163t.pdf>

