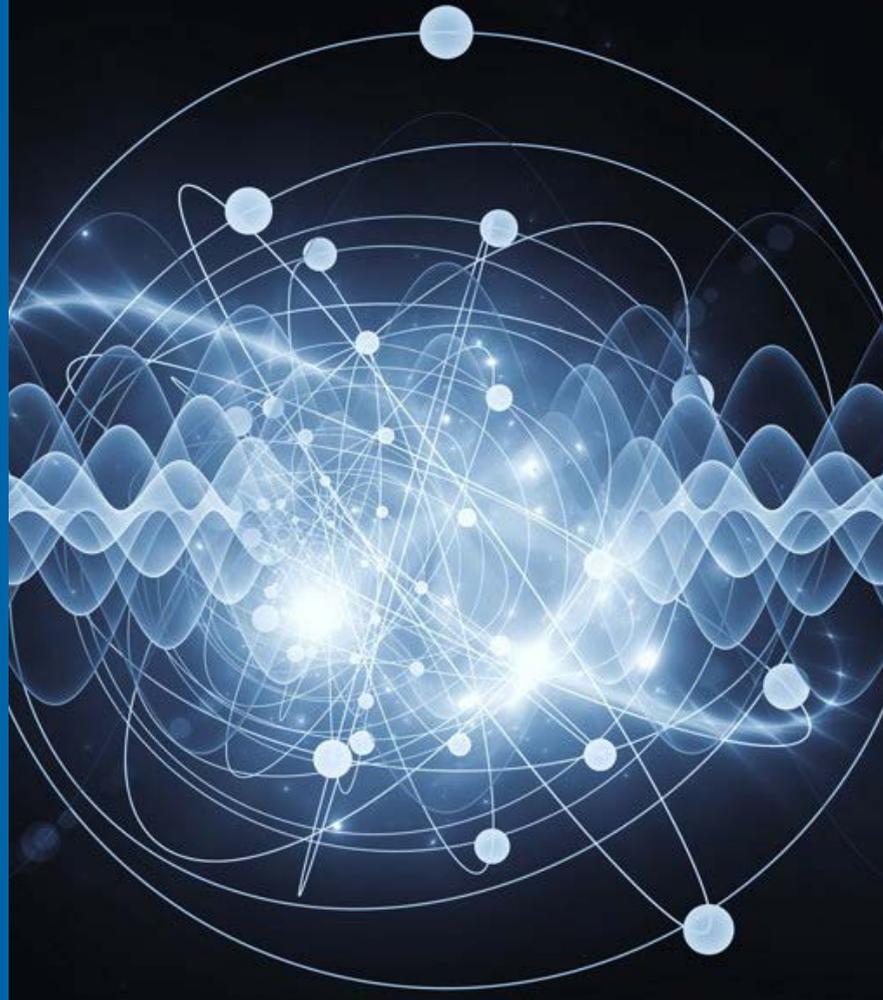


VII

Encuentro Internacional sobre
la Enseñanza de Ciencias
Exactas y Naturales

ENSEÑANZA
Y APRENDIZAJE
DE LA FÍSICA



La formación de profesores de ciencias para la enseñanza de la física cuántica en la educación media Colombiana¹

Cuéllar García, Andrés²

Resumen

Teniendo en cuenta la enorme necesidad de generar procesos alfabetización científica se presenta el resultado de una investigación Doctoral enfocada en la formación del conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido (CTPC) de profesores de ciencias naturales para la enseñanza de la física cuántica en la educación media usando la modelización como estrategia didáctica de enseñanza. Por ende el objetivo está orientado al diseño, desarrollo y evaluación de un proceso de formación de docentes para la enseñanza de la naturaleza cuántica de la luz a través de la modelización y el uso de las TIC como herramientas cognitivas desde la perspectiva del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido, la cual se desarrolló a través del estudio de caso como proceso de investigación acción, logrando evidenciar la necesidad de generar espacios educativos enfocados en la formación de los descubrimientos, avances y aplicaciones de la física cuántica permitiendo la generación de una sociedad crítica, conocedora de su entorno.

Palabras clave: formación de profesores, física cuántica, naturaleza cuántica de la luz, alfabetización científica, CTPC.

- 1 Resultado de investigación, Doctorado Interinstitucional en educación énfasis en ciencias. Tesis Doctoral: El CTPC del profesor de ciencias naturales en formación inicial y su desarrollo acerca de la naturaleza cuántica de la luz mediante la modelización en la enseñanza de las ciencias.
- 2 Universidad del Valle. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4814-4578>. Contacto: andres.cuellar.garcia@correounivalle.edu.co, andres.cuellar@cali.edu.co, andcuellarg@ut.edu.co, andres.cuellar2@u.icesi.edu.co.
https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001639197&lang=es

I. INTRODUCCIÓN

A medida que se van generando los descubrimientos de los diferentes fenómenos cuánticos, se ha ido considerando esta una de las teorías más exitosas en la ciencia moderna, generando cambios profundos en la vida humana, la cosmovisión científica y cultural de la sociedad, al igual que tiene posibles repercusiones en diferentes campos del saber [1], [2]. Es así que, en algunos países, se han desarrollado iniciativas referentes a procesos de alfabetización científica, generando investigaciones y proyectos educativos enfocados en la enseñanza y el aprendizaje de la física cuántica en niveles anteriores al ciclo universitario, incorporándola en sus currículos oficiales.

En nuestro país no existe una incorporación de la enseñanza de la física cuántica en la educación media [3]. Por ello, se deben realizar procesos de formación de profesores de ciencias en la enseñanza de la física cuántica en la educación media, siendo estos espacios donde se construyen las bases conceptuales y teóricas de los futuros maestros.

Por ende, en esta investigación doctoral se buscó, como objetivo principal, desarrollar el CTPC de los profesores de ciencias en formación inicial, acerca de la naturaleza cuántica de la luz mediante la modelización en la enseñanza de las ciencias.

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

El Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (CTPC)

El CTPC es un marco conceptual que describe el conocimiento que un profesor necesita para integrar eficazmente la tecnología en su enseñanza, desarrollado por Mishra & Koehler [4] basándose en la idea de que la tecnología, la pedagogía y el conocimiento del contenido son interdependientes y se influyen mutuamente en la enseñanza y el aprendizaje. Integrando el conocimiento del contenido, el conocimiento pedagógico y el conocimiento del contenido, permitiendo a los profesores en ejercicio, y en formación, utilizar la tecnología de manera efectiva para mejorar la enseñanza y el aprendizaje.

La modelización en la enseñanza de las ciencias

La modelización, como estrategia de enseñanza, valora el papel de los modelos como ejes centrales del pensamiento científico y la modelación como una de las principales actividades de la ciencia en la construcción del conocimiento, lo que conlleva a la reflexión acerca de la importancia de la modelación en la enseñanza de las ciencias, permitiendo que los profesores en formación se aproximen al proceso de construcción, transformación y comunicación del conocimiento científico [5], [6].

Metodología

Para lograr el proceso de formación de profesores planteado, esta investigación se enmarca en el campo de un proceso sistemático e intencional donde se recoge, analiza e interpreta información, con el fin de ampliar el conocimiento sobre los fenómenos educativos, buscando explicaciones y la comprensión de los mismos [7]. El fenómeno educativo a estudiar se enfocó en el desarrollo del CTPC de dos profesoras en formación inicial de la Universidad ICESI, a través de la construcción reflexiva de un ambiente de aprendizaje referente a la naturaleza cuántica de la luz, mediante la modelización en la enseñanza de las ciencias. La investigación planteada se realizó a través del estudio de caso, permitiendo profundizar más en el pensamiento y la acción de los sujetos a investigar [8].

Para ello se propusieron cinco etapas de desarrollo e implementación de la investigación doctoral: (1) Análisis del CTPC de los participantes del estudio; (2) Diseño del proceso de formación; (3) Desarrollo de la unidad didáctica con los participantes del estudio; (4) Implementación de la unidad didáctica en el salón de clases y (5) Evaluación del desarrollo del CTPC de los participantes del estudio.

Resultados y discusión

El acercamiento de los fenómenos cuánticos desde una visión fenomenológica, no solo permite que los estudiantes de secundaria se

puedan familiarizar con este campo de la física moderna, sino que también permite desarrollar el pensamiento científico mediante la indagación, la elaboración de hipótesis, de modelos y de preguntas, el diseño de experimentos usando medios físicos y digitales y el lograr relacionar la física cuántica con diferentes campos del saber. A su vez, el marco conceptual y metodológico del CTPC y la modelación como estrategia didáctica para la enseñanza de las ciencias, permitieron los espacios de formación de profesores de física, acordes al actual contexto educativo, al uso efectivo de las TIC como herramientas cognitivas en los procesos educativos y la aproximación del proceso de construcción, transformación y comunicación del conocimiento científico.

III. CONCLUSIONES

Se evidencia la necesidad de generar espacios de alfabetización científica en la educación secundaria y media, referentes a los descubrimientos, avances y aplicaciones de la física moderna, propiamente de la física cuántica. Aunque en varios países se implementa la enseñanza de la física cuántica dentro del currículo desde niveles anteriores a la educación superior, en nuestro país no se hace explícito, por lo cual es necesario generar procesos investigativos que conlleven a discusiones, análisis y futuras incorporaciones de estas problemáticas, por ello, la educación secundaria y media debe propender por permitir la visualización de nuevas esferas del conocimiento que están a la vanguardia en el desarrollo social, cultural, histórico, tecnológico y económico, permitiendo la formación de una sociedad crítica, conocedora de su entorno y de las implicaciones que se generan a medida que avanzan los descubrimientos tanto científicos como tecnológicos.

REFERENCIAS

- [1] P. Fernández, *Teorías y modelos en la enseñanza-aprendizaje de la Física Moderna*, tesis de doctorado, Facultad de Matemática, Astronomía y Física Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 2014.
- [2] H. Staderman, E. Van den Berg & M. Goedhart, “Analysis of secondary school quantum physics curricula of 15 different countries”. *Phys. Rev. Phys*, 19 - 15(1). Páginas 1-25. 2019.
- [3] Z. Muñoz-Burbano, J. Solbes & G. Ramos, “Análisis de la enseñanza de conceptos cuánticos en la unidad de “Estructura atómica de la materia” en libros de texto”, *Praxis & Saber*, Vol. 11 No. 27. Páginas 1-18. 2020.
- [4] Mishra, P. & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teacher College Record*, 108(6), Páginas 1017-1054.
- [5] J. Chamizo, & A. Franco, *Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales*. México: UNAM, 2010.
- [6] C. Zuluaga, *O PCK do professor de química e seu desenvolvimento a partir da reflexão sobre os modelos de ligação química e sua modelagem*, tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências. Brazil, 2017.
- [7] C. Polanco, *Desarrollo del CTPC de una profesora de ciencias naturales en formación inicial desde una propuesta pedagógica basada en la construcción de una Webquest sobre las aguas subterráneas*, tesis de maestría, IEP, Departamento de ciencias y tecnología, Universidad del Valle, Santiago de Cali, 2018.
- [8] R. Porlán, & A. Rivero. *El conocimiento de los profesores*. España: Editorial Díada, 1998.

Biografías

Autor 1: Andrés Cuéllar García

Doctor en Educación énfasis en enseñanza de las ciencias, Universidad del Valle; Magíster en Ingeniería Informática, de la Universidad Santiago de Cali; Licenciado en Matemáticas y Física, de la Universidad del Valle.

Docente de física de la Secretaría de Educación de Cali; docente de física y enseñanza de la física, Universidad del Tolima, Universidad ICESI y Universidad del Valle, en la Ciudad de Cali.

Áreas de investigación: formación de profesores de física.

Línea temática: enseñanza y aprendizaje de la física.

Concepto e impactos iniciales de laboratorios remotos para cursos avanzados de física en LA-CoNGA physics¹

Concept and Early Impacts of Remote Laboratories for Advanced Physics Courses within the LA-CoNGA physics

*López Rodríguez, José Antonio², Sarmiento-Cano, Christian³
y Nuñez, Luis A.⁴, en nombre de LA-CoNGA physics*

Resumen

Presentamos el concepto e impactos de la implementación de laboratorios remotos en cursos avanzados de física, para estudiantes de postgrado en cuatro países andinos, en el marco del proyecto LA-CoNGA physics (alianza latinoamericana para la construcción de capacidades en física avanzada). LA-CoNGA physics, financiado por Erasmus+ y la Comisión Europea, ha logrado unir exitosamente a ocho universidades de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, junto con tres universidades europeas. Compartimos cursos de maestría, incluyendo materias como Ciencia de Datos, Instrumentación y Física Avanzada. Un componente fundamental es el módulo de instrumentación científica, que abarca experiencias prácticas en Física Nuclear, Astropartículas y Sistemas Complejos. El laboratorio remoto presenta una oportunidad para mejorar el acceso de los estudiantes a equipos costosos y aumentar los horarios de uso. Además, fomenta la

1 Proyecto: Latin-american Alliance for Capacity buildiNG in Advanced physics, 610456-EPP-1-2019-1-FR-EPPKA2-CBHE-JP, financiado por el programa Erasmus+.

2 Universidad Central de Venezuela; código ORCID: 0000-0003-3613-3406.
Contacto: jose.lopez@ucv.ve.

3 Universidad Industrial de Santander; código ORCID:0000-0002-4977-4184.
Contacto: christian.sarmiento@correo.uis.edu.co.

4 Universidad Industrial de Santander; código ORCID: 0000-0003-4575-5899.
Contacto: lnunez@uis.edu.co.

diversidad, al facilitar la inclusión de grupos geográficamente distantes, superando barreras físicas, culturales o económicas para acceder a estas instalaciones. En esta presentación mostraremos el concepto de laboratorio remoto estructurado en tres partes: el Laboratorio Físico, el Ecosistema de Comunicación y la generación de contenido. Como ejemplo, mostraremos su puesta en práctica para cuatro experiencias de laboratorio. Tres se dedican a experimentos de física nuclear (Espectroscopía de fotones, Caracterización de fotomultiplicadores de silicio y Detección de muones cósmicos), mientras que la cuarta es un experimento de sistemas complejos elaborado desde cero (Péndulo doble). Estas prácticas han sido parte del curso de instrumentación, culminado por 27 estudiantes de maestría en Física, durante los años 2022 y 2023.

Palabras clave: laboratorios remotos, LA-CoNGA Physics, cursos de física avanzada, instrumentación, comunidad virtual de investigación y aprendizaje.

Abstract

We present the concept and impacts of implementing remote laboratories in advanced physics courses for postgraduate students across four Andean countries, within the framework of the LA-CoNGA physics project (Latin-American alliance for Capacity building in Advanced physics). LA-CoNGA physics, funded by Erasmus+ and the European Commission, has successfully brought together eight universities from Colombia, Ecuador, Peru, and Venezuela, along with three European universities. We share master's level courses, including subjects such as Data Science, Instrumentation, and Advanced Physics. A key component is the scientific instrumentation module, encompassing practical experiences in Nuclear Physics, Astroparticles, and Complex Systems. The remote laboratory presents an opportunity to enhance student access to expensive equipment and extend usage hours. Moreover, it promotes diversity by facilitating the inclusion of geographically distant groups, overcoming physical, cultural, or economic barriers to facility access. In this presentation, we showcase the structured concept of the remote laboratory in three parts: the Physical Lab, Communication Ecosystem, and content generation. As an example, we demonstrate its implementation for four laboratory experiences. Three are dedicated to nuclear physics experiments (Photon Spectroscopy, Silicon Photomultiplier Characterization, and Cosmic Muon Detection), while the fourth is a complex systems experiment built from scratch (Double Pendulum). These practices have been a part of the instrumentation course, completed by 27 master's students in Physics during the years 2022 and 2023.

Keywords: remote laboratories, LA-CoNGA Physics, advanced physics courses, instrumentation, virtual research and learning community

I. INTRODUCCIÓN

Presentamos el concepto e impactos de la implementación de laboratorios remotos en cursos avanzados de física, para estudiantes de postgrado en cuatro países andinos, en el marco del proyecto LA-CoNGA physics (Alianza latinoamericana para la construcción de capacidades en física avanzada⁵).

LA-CoNGA physics, financiado por Erasmus+ y la Comisión Europea, ha logrado unir exitosamente a ocho universidades de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, junto con tres universidades europeas, en Francia y Alemania. Nuestro enfoque central es el establecimiento de un currículo a nivel de maestría que incluye materias como Ciencia de Datos, Instrumentación y Física Avanzada, habilidades muy demandadas más allá del ámbito académico [1].

Un componente fundamental del currículo es el módulo de Instrumentación científica, que abarca experiencias prácticas en diversos campos, como: Física Nuclear, Física de Partículas, Astropartículas y Sistemas Complejos. La integración de laboratorios de instrumentación contemporáneos permite a los estudiantes llevar a cabo experimentos en universidades interconectadas, marcando un hito significativo en el progreso del consorcio LA-CoNGA.

El laboratorio remoto, situado dentro de un ecosistema maduro de cursos en línea y una Comunidad Virtual de Investigación y Enseñanza [2, 3], desempeña un papel crucial donde el aprendizaje en línea y la simulación ya están arraigados. Brindar acceso remoto a experiencias de laboratorio presenta una oportunidad excepcional para mejorar la accesibilidad de los estudiantes a equipos costosos, al tiempo que se expanden los horarios de uso del equipo. Este enfoque se ajusta armónicamente con estrategias convencionales de aprendizaje en línea y sus beneficios asociados. Además, fomenta la diversidad, al facilitar la inclusión de grupos de estudiantes

⁵ Latin American Capacity Building in Advanced Physics: <https://LA-CoNGA.redclara.net/>

o instructores geográficamente distantes, superando así barreras físicas, culturales o económicas para acceder a estas instalaciones.

II. CONCEPTO Y PUESTA EN PRÁCTICA DE UN LABORATORIO REMOTO PARA ESTUDIANTES DE MAESTRÍA

El desarrollo de un laboratorio remoto puede pasar varias fases. Algunos ejemplos se encuentran en [4, 5, 6, 7].

Laboratorio virtual: la experiencia es sustituida por una simulación del sistema físico.

Acceso a datos reales: registrados de forma sincrónica o descargados de un repositorio preparado para tal fin.

Control remoto: el sistema en experimentación se somete a diferentes condiciones definidas por el estudiante remoto, por ejemplo, mediante la definición de voltajes, frecuencias o temperaturas.

Nuestro modelo de laboratorio cumple con el estándar de control remoto efectivo. Para lograr el éxito técnico y académico, fue organizado en tres partes. La primera es el Laboratorio Físico, que está alojado en un espacio dedicado a mantener la experiencia, manejada mediante un software de control. El espacio debe tener la capacidad de conexión estable a internet. En este sentido, se recomienda que la velocidad de conexión no sea inferior a 5 Mbps y la latencia no supere 100 ms.

La segunda parte es un Ecosistema de Comunicación, que permite la interacción entre el grupo docente y los estudiantes. Esta segunda parte cumple tres objetivos esenciales: ofrecer acceso a la administración de las tareas de organización del calendario de actividades. También aloja la documentación necesaria en la web, incluyendo guías y planes de práctica. Por último, está el punto de ingreso al laboratorio, el cual unifica el acceso al calendario, la documentación y al sistema de control de la experiencia, a través de un software de escritorio remoto. Este punto de acceso se presenta

en forma de una aplicación móvil, desarrollada por nosotros, para generar un ambiente de inmersión mediante el uso de realidad virtual.

Además de estas tres funciones esenciales de organización académica, documentación y acceso de control, nuestro Ecosistema de Comunicación (MiLab⁶) también incluye una plataforma de mensajería interna, un repositorio de datos y un servicio de cómputo en la nube.

La tercera parte del laboratorio remoto consiste en la generación de contenido, facilitado tanto por el personal (guías, planes de estudio) como por los grupos de estudiantes (datos y reportes).

Entre las prácticas de laboratorio, ofrecidas al grupo de estudiantes, destacan las siguientes:

1. **Espectroscopía de fotones.** En esta experiencia los estudiantes deben comprender la física de los procesos radiactivos y las técnicas para detectar fotones de dichos procesos.
2. **Caracterización de fotomultiplicadores de silicio.** En esta práctica se busca que los estudiantes determinen los parámetros de funcionamiento óptimo de la digitalización de la señal producida por un fotomultiplicador.
3. **Detección de muones cósmicos.** En esta práctica se detecta el flujo de muones producidos naturalmente por la interacción de los rayos cósmicos en la atmósfera, a diferentes ángulos de llegada.
4. **Péndulo doble.** En esta práctica se estudian las propiedades de un sistema caótico.

En las experiencias 1 y 2 la instrumentación se maneja a través del computador presente en el aula. Previamente a la práctica, el sistema debe ser puesto a punto por el equipo técnico local. El software permite visualizar el panel de control del experimento para cambiar los parámetros

6 MiLab: <https://www.redclara.net/index.php/es/servicios-rc/milab>

y tomar los datos. Los estudiantes manejan el computador local mediante una herramienta de escritorio remoto⁷.

En el caso de las experiencias 3 y 4 existen además partes móviles. La detección del flujo de muones requiere orientar el sensor para ajustarse a los distintos ángulos de llegada de las partículas. El péndulo doble debe ser llevado a su condición inicial antes de registrar en video cada repetición de su trayectoria. Esta acción móvil se logra a través de motores y brazos robóticos, controlados por los estudiantes a través de la app web o móvil.

La incorporación de un video reflejando lo que ocurre en el mesón de laboratorio, además de ser necesaria cuando se debe registrar el movimiento de un objeto, es un elemento de inmersión adicional, que mejora la calidad de la experiencia. Esta inclusión del video del mesón ha sido usada en algunas experiencias exitosas en cursos de pregrado [7]. Sin embargo, la solución de control de la experiencia del péndulo doble, mediante el brazo robótico, debe ser asistida por el personal local en algunas circunstancias, por lo que aún requiere más desarrollo.

Este conjunto de prácticas de laboratorio ha sido parte del curso de Instrumentación Científica para estudiantes en LA-CoNGA physics⁸, durante las cohortes 2022 y 2023. En este periodo, 27 estudiantes de maestría de las instituciones participantes han realizado exitosamente estas prácticas en forma presencial y remota.

III. CONCLUSIONES

El desarrollo de un conjunto de prácticas de laboratorio remoto, en el marco de la colaboración LA-CoNGA physics, ha sido exitoso en el sentido que ha ampliado la interacción de las 11 universidades asociadas. Los 27 estudiantes han tenido acceso a un número considerable de experiencias, minimizando la inversión. Además, se ha desarrollado la capacidad de

7 DWSservice: <https://www.dwservice.net/>

8 <https://laconga.redclara.net/courses/modulo-instrumentacion/modulo-instrumentacion.html>

ofrecer la interacción a distancia en las instituciones participantes. Los estudiantes también desarrollaron competencias técnicas adicionales al conocimiento del objeto de estudio. Sin embargo, el diseño de la app móvil debe ser revisado para hacerla más adecuada al trabajo experimental.

Esta experiencia es novedosa, por tratarse de un curso avanzado de maestría y contemplar prácticas relacionadas con diferentes áreas de la disciplina en un solo proyecto.

Por último, se debe destacar que es un proceso en desarrollo, en el que se debe continuar desarrollando un estándar conceptual y técnico.

REFERENCIAS

[1] J. Peña Rodríguez y L.A. Núñez, “LA-CoNGA physics: an open science education collaboration between Latin America and Europe for High Energy Physics”, In *The European Physical Society Conference on High Energy Physics*, Online conference, 26-30 July 2021, p. 907.

[2] M. Caicedo, R. Camacho, F.F. Cordero, F. García, H. Hernández, J.A. López Rodríguez, J. Manjarrés, H. Martínez, C. Mendoza, B. Millán, J. Montaña, L. Alberto Núñez, J. Ocariz, D. Paredes, L. Alejandro Pérez, C. Rangel Smith, A. Sánchez & H. Torres, “Virtual research and learning communities in Latin America: The CEVALE2VE case”. *Interciencia*, 42(11), pp. 733–738, 2017.

[3] C.A. Calderón, M. Calderín, L. Núñez y Y. Briceño, “e-Research: the new paradigm of science in Latin America”. *An Overview of Digital Media in Latin America*, 2014.

[4] J. Kustija y J. Novall Dwi, “IoT Implementation for Development of Remote Laboratory (Case Study on Microscope Practice)”, *Reka Elkomika: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat* 3(1), pp. 20-29, 2022.

[5] R. Moriello, L. Schiano, *et al.*, “On the Suitability of Augmented Reality for Safe Experiments on Radioactive Materials in Physics Educational Applications.” *IEEE Access* 10 (2022): 54185-54196.

[6] D. Galan, *et al.*, “A remote laboratory for optical levitation of charged droplets”, *European Journal of Physics*, 39(4), pp. 1-13 2018.

[7] C. Lavayssière, L. Benoît i L. Franck, “Laborem Box: A scalable and open source platform to design remote lab experiments in electronics”, *HardwareX*, 11(e00301), pp.1-21, 2022.

Biografías

Autor 1: José Antonio López Rodríguez

Doctor en Ciencias, mención Física de la Universidad Central de Venezuela. Profesor investigador de la Universidad Central de Venezuela. Áreas de investigación: Física de altas energías.

Autor 2: Christian Sarmiento Cano

Doctor en Ciencia y Tecnología, mención física del Instituto Sábato de la Universidad Nacional de San Martín, Buenos Aires, Argentina.

Investigador Escuela de Física de la Universidad Industrial de Santander.

Áreas de investigación: Astrofísica de altas energías.

Autor 3: Luis A. Núñez

Doctor en Ciencias, mención Física de la Universidad Central de Venezuela. Profesor Titular Universidad Industrial de Santander.

Áreas de investigación: Astrofísica de altas energías.

El aprendizaje por descubrimiento en la comprensión de principios físicos a nivel de educación media¹

Discovery learning in the understanding of physical principles in secondary education

*González-Godoy, Armando Enrique²
y Valencia-López, Victoria Eugenia³*

Resumen

La teoría del aprendizaje por descubrimiento es utilizada por los docentes para lograr en los estudiantes la comprensión de los diferentes principios científicos, establecidos previamente en la planificación de sus clases, permitiéndoles construir y fortalecer sus propios conocimientos, motivados principalmente por la curiosidad. En este estudio se busca analizar la relación entre la metodología del aprendizaje por descubrimiento y la comprensión de principios físicos a nivel de educación media, esto mediante una investigación desarrollada desde la perspectiva del estado del arte, donde se realizó una revisión documental, con la finalidad de hacer una reflexión sobre el conocimiento acumulado relacionado al tema de interés. Se efectuó una recolección de información en documentos académicos escritos, encontrados utilizando diversos repositorios digitales en línea, estos documentos fueron analizados de forma exhaustiva con la ayuda de fichas bibliográficas, para luego ser comparados, categorizados y finalmente interpretados. Los resultados sugieren que el aprendizaje por descubrimiento permite la comprensión de principios físicos a nivel

- 1 Producto derivado del Trabajo Final de Especialización en Enseñanza de la Física, de la Universidad Tecnológica de Pereira.
- 2 Universidad Tecnológica de Pereira. Contacto: armando.gonzalez@utp.edu.co.
- 3 Universidad Tecnológica de Pereira. Contacto: victoriavalencia@utp.edu.co.

de educación media, el cual representa el nivel educativo en el cual los estudiantes reciben por primera vez clases de la asignatura de física formalmente, así como también en otras áreas del conocimiento y en otros niveles escolares, especialmente cuando se requiere un pensamiento de tipo concreto.

Palabras clave: aprendizaje, descubrimiento, enseñanza, física.

Abstract

The theory of discovery learning is used by teachers to help students understand scientific principles previously established in lesson plans. This theory allows them to build and strengthen their own knowledge mainly motivated by their curiosity. The aim of this study is to analyze the relationship between the method of discovery learning and the understanding of physical principles in secondary education; all this through research conducted from a state-of-the-art perspective where a literature review was made aimed to reflect on relevant information on the topic. Data were collected from academic papers, using different online digital repositories, these documents were thoroughly analyzed using bibliographic records, to later compare, categorize and finally interpret them. Findings suggest that discovery learning enables understanding of physical principles at secondary education, which is the educational level where students first received formal physics instruction, as well as in other knowledge domains and at other educational levels, especially those where concrete thinking is required.

Keywords: learning, discovery, teaching, physics.

I. INTRODUCCIÓN

En el nivel de educación media (a partir de 15 años de edad aproximadamente), es cuando la física se ve por primera vez, formalmente, como asignatura en el sistema educativo panameño [1] y la manera tradicional de enseñanza hace énfasis en el desarrollo matemático de diferentes situaciones, partiendo de una ecuación que muestra la relación entre las variables involucradas en el principio físico estudiado. Cuando se realizan experiencias de laboratorio, usualmente se comprueba, mediante experimentación, siguiendo un procedimiento específico, la ecuación matemática que ya ha sido presentada de manera teórica en la clase introductoria.

Para lograr un aprendizaje más perdurable, se puede alterar el orden tradicional de las clases, permitiendo, primero, que los estudiantes descubran mediante observación y análisis la relación entre las variables involucradas, de modo que, una vez internalizado el principio físico estudiado, se pueda proceder al desarrollo de diferentes situaciones mediante la resolución de problemas, utilizando herramientas matemáticas.

Jerome Bruner [2] plantea el aprendizaje por descubrimiento como contraposición al aprendizaje memorístico por repetición, resaltando la importancia de la comprensión, por encima de la memorización, donde los docentes ofrecen a los estudiantes la oportunidad de descubrir y aprender por sí mismos, alcanzando así un aprendizaje significativo. Se trata entonces de una teoría de aprendizaje donde el estudiante es quien tiene el mayor protagonismo, construyendo su propio conocimiento, motivado principalmente por la curiosidad.

Se propuso la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál es la relación entre la metodología del aprendizaje por descubrimiento y la comprensión de principios físicos a nivel de educación media, desde la perspectiva del estado del arte?

El objetivo de este estudio consiste en analizar la relación entre la metodología del aprendizaje por descubrimiento y la comprensión de principios físicos a nivel de educación media, esto mediante el análisis de diferentes documentos, donde los autores aplican este tipo de aprendizaje en diversos escenarios académicos.

Un estudio de este tipo permite recabar información valiosa para el mejoramiento del proceso de enseñanza y aprendizaje en la asignatura de física a nivel medio, buscando no sólo lograr los conocimientos requeridos por los objetivos trazados al planificar las clases, también que estos conocimientos sean obtenidos de forma perdurable, desarrollando amor por las ciencias, en un ambiente cómodo [3].

II. DESARROLLO DEL DOCUMENTO

Metodología

Este es un trabajo desarrollado desde la perspectiva del estado del arte [4], donde se realizó una revisión documental, con la finalidad de hacer una reflexión sobre el conocimiento acumulado, en este caso, sobre la teoría del aprendizaje por descubrimiento aplicado en la comprensión de principios físicos. Para esto, se efectuó una recolección de información en documentos académicos escritos, encontrados utilizando diversos repositorios digitales en línea, como; Google Académico, Dialnet, Redalyc, Scielo, entre otros.

El material encontrado fue organizado en una carpeta digital, para entonces proceder a una primera lectura de los documentos, con esta información se pudieron confeccionar las fichas bibliográficas. Esta organización permitió un análisis más exhaustivo, lo que facilitó hacer comparaciones, que permitieran encontrar situaciones en común entre los diferentes autores consultados, así como diferencias. Estas comparaciones sentaron las bases para una organización de acuerdo a categorías, lo que finalmente llevó al proceso de interpretación.

Resultados y discusión

En los documentos consultados, los autores pretenden valorar la aplicación de la teoría del aprendizaje por descubrimiento en el contexto de la enseñanza y el aprendizaje, no sólo de la física, también de otras áreas del conocimiento, principalmente dentro las ciencias naturales, desde los puntos de vista cognitivo y afectivo.

En el aspecto cognitivo, diferentes autores analizaron el rendimiento de los estudiantes de forma cuantitativa y cualitativa, mediante los resultados obtenidos durante un proceso que incluye una intervención en la que se aplican estrategias didácticas basadas en el aprendizaje por descubrimiento, con sus respectivas técnicas e instrumentos para recolectar información.

En el contexto afectivo, los documentos consultados basados en estudios con el objetivo de caracterizar las metodologías diseñadas desde la perspectiva del aprendizaje por descubrimiento, indican que los estudiantes evidenciaron fortalecimiento en diferentes habilidades, entre ellas: la disposición para aprender, en el amor hacia las ciencias, en la creatividad, en la concentración, en el diálogo entre los miembros dentro de grupos de trabajo, en la participación o sintiéndose a gusto dentro de la clase.

Cabe mencionar que, del total de documentos consultados, la gran mayoría coinciden en cuanto a los resultados favorables obtenidos al aplicar el aprendizaje por descubrimiento, en sólo dos casos los resultados llevaron a reflexiones diferentes [3], [5].

Después de este recorrido, se percibe que el uso de la teoría del aprendizaje por descubrimiento, como base teórica en actividades áulicas aplicadas en ambientes de aprendizaje a nivel de educación media, propicia la comprensión de principios físicos. Esto también aplica a otras áreas del conocimiento, como las matemáticas, las ciencias naturales o las ciencias sociales, así como en diferentes niveles de escolaridad, desde la educación básica general hasta la superior, especialmente en niveles donde predomina el pensamiento de tipo concreto.

III. CONCLUSIONES

La teoría del aprendizaje por descubrimiento, por su naturaleza constructivista, contrasta con el aprendizaje de tipo memorístico, que requiere repetición constante de conceptos y procedimientos. Presenta al estudiante como el constructor de su propio conocimiento, descubriendo por sí mismo principios y conceptos, sin dejar de lado la importancia del papel que ejerce el docente, en este caso no como el centro del proceso, sino como un guía.

El aprendizaje por descubrimiento permite la comprensión de principios físicos a nivel de educación media, el cual representa el nivel educativo en el cual los estudiantes reciben por primera vez clases de la asignatura de

física, formalmente. Esto se logra mediante la observación de relaciones entre las variables involucradas en el principio estudiado, desarrollando actividades prácticas de análisis.

A nivel de educación media, en una asignatura como física, la teoría del aprendizaje por descubrimiento representa una metodología que ofrece una opción de gran importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En los documentos consultados, donde esta teoría fue aplicada en clases de física, se realizó con temas dentro de la rama de la mecánica, por lo que ampliar las investigaciones en aplicaciones a otras ramas, como el electromagnetismo, será de enorme valor para la enseñanza de la física.

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Educación, *Programa de educación media. Física. Décimo grado*, 2013.
- [2] J. Bruner, *Toward a Theory of Instruction*, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1966.
- [3] G. A. Angulo, L. O. Vidal y G. García, “Impacto del laboratorio virtual en el aprendizaje por descubrimiento de la cinemática bidimensional en estudiantes de educación media”. *EDUTECH, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 40, 2012.
- G. Vargas y G. Calvo, “Seis modelos alternativos de investigación documental para el desarrollo de la práctica universitaria en educación... el caso del proyecto de extensión REDUC - Colombia en la Universidad Pedagógica Nacional”. *Revista Educación superior y desarrollo*, 5, 1987.
- [4] W. L. Arias Gallegos y A. Oblitas Huerta, “Aprendizaje por descubrimiento vs. Aprendizaje significativo: Un experimento en el curso de historia de la psicología”. *Boletim Academia Paulista de Psicologia*, 34(87), pp. 455-471, 2014.

Biografías

Autor 1: Armando Enrique González Godoy

Licenciado en Física, de la Universidad Autónoma de Chiriquí; Máster Universitario en Física y Matemáticas, de la Universidad de Granada; Especialista en Enseñanza de la Física, de la Universidad Tecnológica de Pereira; Supervisor Regional de Física en el Ministerio de Educación de Panamá – Chiriquí; Docente de la Universidad Autónoma de Chiriquí.

Área de investigación: enseñanza de la física.

Autor 2: Victoria Eugenia Valencia López

Licenciada en Etnoeducación y Desarrollo Comunitario, de la Universidad Tecnológica de Pereira; Doctora en Ciencias de la Educación, de RUDECOLOMBIA; Docente del Magisterio de Colombia y de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Áreas de investigación: enseñanza de la física y comunicación educativa.