

# Una propuesta metodológica para orientar el laboratorio de física haciendo uso de tecnologías emergentes y el enfoque STEM

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

A methodological proposal to guide the physics laboratory making use of emerging technologies and the STEM approach

**Manuela Mesa Flórez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Facultad de Educación, Licenciatura en Matemáticas y Física  
Universidad de Antioquia, CP 050010 Medellín. Colombia.

**E-mail:** manuela.mesaf@udea.edu.co

## Resumen

En el presente artículo se analizan las características de una propuesta didáctica fundamentada no implementada, que consta de una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS), para abordar el fenómeno de radiación nuclear en el laboratorio de física con estudiantes del grado undécimo de instituciones educativas públicas de la ciudad de Medellín, Antioquia, haciendo uso del enfoque STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) y tecnologías emergentes como impresión 3D y realidad aumentada.

**Palabras clave:** Aprendizaje significativo; Tecnologías emergentes; STEM; Laboratorio de física.

## Abstract

This paper analyzes the characteristics of a didactic proposal based on not implemented, consisting of a strategy based on meaningful learning(UEPS), to board the phenomenon of nuclear radiation in the physics laboratory with high school students of public educational institutions from the city of Medellín, Antioquia, making use of the STEM approach and emerging technologies such as 3D printing and augmented reality.

**Keywords:** Meaningful learning; Emerging technologies; STEM; Physics Laboratory.

## I. MOTIVACIÓN

El presente artículo surge a partir de la necesidad de reflexionar sobre las prácticas de laboratorio del área de física en las instituciones públicas de Colombia, considerando el laboratorio de física como aquel momento principal en el que el estudiante conversa con la teoría y la práctica respecto a las ciencias y que históricamente se ha visto maltratado por prácticas que realizan algunos maestros en donde el laboratorio se convierte en un escenario de pasividad, dirigido por guías en forma de recetas, en donde el estudiante tiene poca participación en su construcción y se le limita a llegar únicamente a la evidencia del fenómeno físico y de unos datos que corroboran la fase experimental. Es por esto por lo que, las reflexiones sobre las prácticas se encaminan a transformar estas formas tradicionales, brindando tanto al estudiante como al maestro un papel protagónico, en el que el primero sea un sujeto activo en todas las fases del laboratorio y el segundo tenga la posibilidad de ser crítico y propositivo para fomentar prácticas de laboratorio actuales, que generen en los procesos de enseñanza- aprendizaje la construcción de aprendizaje significativo. En ese sentido, se da fuerza a la crítica por el laboratorio tradicional y se reflexiona principalmente sobre la posibilidad de transformar este tipo de prácticas con la ayuda de tecnologías emergentes, enfoque STEM y el aprendizaje significativo con una de sus propuestas llamada “Unidades de enseñanza potencialmente significativas”, en donde el objeto principal es sumergir al estudiante en una práctica de laboratorio que le permita investigar y proponer soluciones a problemas de su cotidianidad.

## II. JUSTIFICACIÓN

Para hablar sobre el laboratorio de física es preciso, inicialmente, hacer hincapié en una crítica que se fundamenta en la maltratada concepción de éste cuando es visto como una receta habitual y tradicional, en donde el estudiante cumple un papel pasivo de llevar a cabo unos pasos y evidenciar un fenómeno. Esta crítica se fundamenta bajo el argumento de que se considera el laboratorio de física como la práctica fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física, en donde surge la necesidad de transformar las prácticas de tal manera que el estudiante pase de ser un sujeto pasivo a un sujeto activo. Ante esto, es indispensable para este estudio hacer énfasis en la importancia de llevar una práctica de laboratorio en donde el estudiante participe desde el proceso de diseño hasta la experimentación y la interpretación. Siguiendo la línea de los autores Gil-Pérez y otros (2006), la intención es que este proceso esté unido a una investigación en función de problemas de interés de los estudiantes; es decir, adoptar la investigación en el laboratorio de física como punto clave para potenciar el aprendizaje significativo de los estudiantes, en tanto reconocen las problemáticas del contexto, los articulan con el fenómeno físico y generan un proceso de investigación que implique como resultado posibles soluciones.

En este sentido, se considera el laboratorio de física como investigación para abordar el trabajo de laboratorio y la construcción del conocimiento científico, complementado con la perspectiva de Caamaño (2004) en cuanto a que “...las investigaciones son actividades que se utilizan para construir conocimiento, comprender los procesos de la ciencia y aprender a investigar” (p. 3).

Además, el autor considera la investigación como una actividad que permite a los estudiantes indagar en las soluciones de un problema ya sea teórico o práctico, mediante el diseño, la experimentación y por supuesto la evaluación. Siendo las investigaciones para resolver problemas prácticos más relevantes, las cuales tienen como objetivo la comprensión procedimental de la ciencia y la resolución de problemas cotidianos por medio de un proceso de investigación, a partir de las cuales, se fundamenta la concepción holística o integrada que permite concebir una práctica de laboratorio en donde el estudiante desde el principio plantee su investigación, realice procedimientos y se forme en técnicas de investigación.

Por otro lado y en consecuencia con la sociedad del conocimiento entendida desde la perspectiva de “Modernas organizaciones” (Concari, 2014) se exige una constante evolución en materia tecnológica y por ende en todos los aspectos de la sociedad que constantemente son permeados por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC); en consecuencia requiere personas con habilidades en la resolución de problemas, trabajo en equipo, flexibilidad al cambio y toma de decisiones (Concari, 2014), de modo que la escuela, como institución fundamental en la sociedad, tiene el reto de asumir currículos que estén a la par con la sociedad del conocimiento, la cotidianidad del estudiante y la práctica del maestro; sin embargo, desde la literatura, se afirma que “los jóvenes que vivirán en el siglo XXI son formados por maestros del siglo XX, pero con modelos pedagógicos y currículos del siglo XIX” (Samper, 2013, p. 8).

Por consiguiente, surge la reflexión por el rol del maestro, su papel en la construcción del conocimiento y el aporte de las tecnologías a la educación en nuestro siglo. Así, desde que se habla de la era digital, suceden una serie de cambios que son constantes y que van encaminados a modificar la manera como se informa, se comunica, se comparte la información y principalmente se construye conocimiento (Saavedra, 2018); además, estos nuevos escenarios desarrollan también, nuevas formas de pensar, investigar, conocer, trabajar y sobre todo, aprender y enseñar; en tanto que a la par existe una oleada de recursos de acceso a la información y de uso tecnológico que han dado apertura a generaciones de estudiantes con habilidades destacadas en el uso de tecnologías.

En ese sentido, la literatura sugiere que la escuela esté en una constante exploración y modificación de las prácticas educativas, de tal manera que se encuentren en convergencia con la sociedad actual. Así pues, Concari (2014) argumenta que existe una necesidad permanente de “Explorar tecnologías que sean de gran impacto en la educación en los últimos años y que podrían emplearse para innovar en la enseñanza de la física” (p. 495).

Es por esto que, al hablar de tecnologías de gran impacto, dejamos de mencionar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y damos paso a Tecnologías Emergentes (TE), entendidas desde esta autora, como aquellas tecnologías que tienen la característica de ser tecnologías disruptivas o de alto impacto, que se consolidan como un agente que presta un servicio que antes no existía, y que en un futuro tienen la posibilidad de cambiar la forma de vivir, producir y modificar algunas prácticas humanas que finalmente dan lugar a la construcción de soluciones a problemas del mundo actual. Así, las tecnologías emergentes se han convertido en tecnologías de gran utilidad e innovadoras en y para la enseñanza de las ciencias, en tanto que propician un alto impacto en la educación si se acompañan de metodologías, conocimiento y personas.

Algunas de las tecnologías emergentes que menciona esta autora son: Nanofármacos, *Smartphone*, cables cuánticos, baterías fotosintéticas creadas por ingeniería genética, web semántica (web 3.0), impresión 3D, sensores remotos, pantallas flexibles, *tablets (m-learning o mobile learning)*, realidad aumentada,

juegos serios, interfaces gestuales y herramientas analíticas de aprendizaje; asimismo Becker y otros (2018) se refiere a espacios de aprendizaje, recursos educativos abiertos, tecnologías analíticas, espacios de creación, tecnologías de aprendizaje adaptativo, inteligencia artificial, realidad mixta (realidad virtual y aumentada), robótica. De modo que, visionar la implementación de las tecnologías emergentes en el aula se convierte en un factor de innovación, reflexión y transformación de las prácticas educativas del maestro, generando en el estudiante iniciativas encaminadas a materias STEM (Martínez y otros, 2016), lo que implica al docente seleccionar su uso de forma crítica y generar estrategias de enseñanza que potencien el aprendizaje significativo en los estudiantes (Concari, 2014), sobre todo considerando que “*No basta con un conjunto de recursos, herramientas, plataformas y contenidos, si ellos no tienen un sentido, si no son significativos y si no permiten que el conocimiento pueda 'emerger' y pueda evolucionar.*” (Mantilla y García, 2014, p. 90).

Con la intención de dotar de significados a la utilización de tecnologías emergentes en el laboratorio de física, de tal manera que el estudiante pueda evidenciar un proceso que le brinde experiencias significativas en torno a la investigación, y pueda considerar la resolución de problemas como una alternativa para la construcción de aprendizaje y conocimiento, es que se utiliza el enfoque STEM como posibilitador de metodologías y paradigmas que invitan a la transformación de la forma en que se enseña las ciencias, partiendo de la transdisciplinariedad, la resolución de problemas y la experimentación, para desarrollar en el estudiante competencias científicas y tecnológicas. STEM es el acrónimo de *Science, Technology, Engineering* que nace principalmente por la emergencia de transformar los espacios en los que se generan procesos de enseñanza-aprendizaje para potenciar las habilidades de los estudiantes en acuerdo a las necesidades del siglo XXI, para brindar las situaciones en donde los estudiantes se planteen preguntas sobre el mundo, de forma crítica y propositiva y para generar debates sobre los problemas que acontecen en las sociedades y cómo éstos están relacionados con las ciencias, con la finalidad de encaminar a los estudiantes en la comprensión del saber científico. En la corriente de Bosch, Pelem y otros (2014), se establece una metodología que fundamenta el diseño de recursos didácticos cuando se utiliza el enfoque STEM, algunas de sus características que para este trabajo son fundamentales son: Resolución de problemas, generar experimentos, trabajo en equipo, comunicación de resultados. Y bajo esta corriente, se alude a que cuando se piensa en el aula en la solución a un problema de la vida real, se busca que los estudiantes realicen una práctica de laboratorio fundamentada en hacer preguntas, definir problemas, desarrollar y usar modelos, planificar y conducir investigaciones, analizar e interpretar datos, usar matemática y programas computacionales, explicar y diseñar soluciones, argumentar conclusiones, observar, evaluar y comunicar los resultados.

Con el ánimo de generar una experiencia o práctica de laboratorio que invite al estudiante a pensar sobre la radiación nuclear y cómo esto ha afectado a comunidades de personas, y ha favorecido a otras, es que se pretende justificar una propuesta metodológica, bajo los fundamentos de una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa que desarrolla la teoría del Aprendizaje Significativo.

En consonancia con Moreira (2011) el aprendizaje significativo se refiere al aprendizaje que se adquiere bajo la premisa de significados, posibilidades de comprender, explicar y aplicar el conocimiento a nuevas situaciones; que surge bajo la comunicación e interacción entre los conocimientos previos y los nuevos conocimientos. Y ese aprendizaje significativo, según este autor se potencia mediante la interacción con material potencialmente significativo y secuencias de enseñanza, que propician en el maestro y el alumno un ambiente que deshabilita el aprendizaje mecánico.

Entonces, la unidad de enseñanza potencialmente significativa, tiene en cuenta el conocimiento previo del alumno, interacciona con el nuevo conocimiento con la finalidad de generar aprendizajes significativos para establecer resistencias ante el aprendizaje mecánico, todo esto con la reflexión de situaciones problema, que facilitarán la construcción de significados en la práctica de laboratorio, por medio de trabajo en equipo, investigación, uso de tecnologías emergentes y evaluación.

### III.DESCRIPCIÓN

Para llevar a cabo una práctica de laboratorio de física como investigación, se plantea una propuesta metodológica, que consiste en emplear Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas (UEPS), las cuales según Moreira (2011) tienen la filosofía de que sólo hay enseñanza cuando hay aprendizaje y este es significativo; en donde el concepto previo es el punto de apoyo para hablar de este aprendizaje, las situaciones problema son las que invitan a construir conocimiento y la evaluación se realiza a partir de la evidencia. En esos términos, Moreira (2011) concierne las UEPS como secuencias didácticas teóricamente fundamentadas bajo la teoría de aprendizaje significativo (Ausubel, 2000), la teoría de educación (Novak, 1977), la teoría de campos conceptuales (Vergnaud, 1990; Moreira, 2004) entre otras, rescatando el

potencial de éxito en los procesos de enseñanza – aprendizaje para la construcción del aprendizaje significativo de los estudiantes.

Dado lo anterior, los objetivos de esta secuencia didáctica se concentran en analizar los posibles aportes de esta propuesta al desempeño de los estudiantes en el laboratorio de física, en identificar algunas características de convergencia entre la propuesta y el enfoque STEM, el cual tiene como objetivo articular la enseñanza con la resolución de problemas de la vida real (García y otros, 2017) y aportar al desarrollo de competencias científicas y tecnológicas (Domènech, 2018), fundamentado para “*la enseñanza de las ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas de forma transdisciplinar donde la rigurosidad de los conceptos científicos es desarrollada mediante actividades didácticas inmersivas aplicadas al mundo real*” (García y otros, 2017, p. 39) y reflexionar sobre el uso de las tecnologías emergentes en el laboratorio de física.

Así, la propuesta metodológica será una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa para experimentar en el laboratorio de física el fenómeno de Radiación nuclear, con la utilización del enfoque STEM y tecnologías emergentes como realidad aumentada. El fenómeno de radiación nuclear se ha escogido, ya que se presencian conversaciones entre estudiantes en el aula de clase relacionadas con la serie de HBO “Chernobyl” y además de este acontecimiento histórico, la radiación nuclear es un tema que genera intriga en los estudiantes, gracias al impacto social que consigue por sus efectos. En ese sentido, se rescatan los Derechos básicos de aprendizaje (DBA), los cuales, en el sistema educativo colombiano, se definen como un conjunto de saberes y habilidades que son fundamentales en los procesos de aprendizaje de los estudiantes en cada área y grado de escolaridad, en donde se menciona que los estudiantes de grado once, deben adquirir saberes respecto a “*Analiza cuestiones ambientales actuales, como el calentamiento global, contaminación, tala de árboles y minería, desde una visión sistemática (económica, social, ambiental y cultural)*” (MEN, 2015) y los estándares básicos de competencias en educación en Colombia para la enseñanza de las ciencias, específicamente en el grado décimo a undécimo, que plantea competencias tales como “*Explico la obtención de energía nuclear a partir de la alteración de la estructura del átomo; verifico el efecto de presión y temperatura en los cambios químicos; explico la transformación de energía mecánica en energía térmica*” (MEN, 2006).

En este sentido, los DBA y los Estándares básicos de aprendizaje en Colombia sirven como soporte para argumentar la importancia de abordar el tema de “Radiación nuclear” en la clase de física, en este caso, en el laboratorio de física a partir de una propuesta de enseñanza.

Con el soporte de los lineamientos en tanto habilidades, aprendizajes y competencias que estipula el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, es que se da paso a generar una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa, diseñada para una práctica de laboratorio que estará orientada bajo el concepto de Radiación, específicamente de Radiación nuclear, en donde uno de las situaciones problema de fondo bajo la cual se intentará construir será el accidente Chernobyl, sucedido el 26 de abril de 1986 en la central nuclear Vladímir Illich Lenin, en Ucrania.

Lo que se quiere con la UEPS es facilitar la adquisición de significados y la construcción de conceptos, por esto, la secuencia tiene el fundamento de servir a la idea de construir una práctica de laboratorio como investigación, bajo la utilización de tecnologías emergentes y enfoque STEM. Algunas características de la secuencia tienen la intencionalidad de que el estudiante participe de la actividad experimental como una forma de romper paradigmas y de resistir ante la enseñanza de las ciencias de forma tradicional. Por esto, se plantean algunas situaciones que servirán para que el lector se haga una idea de lo que será la Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa.

1-En la situación inicial se pretende discutir con los estudiantes el accidente de Chernobyl, incitando al debate bajo algunas escenas de la serie Chernobyl de HBO. Con la intención final de construir un mapa conceptual en donde se visualice qué sucedió, cómo sucedió, por qué y cuáles fueron sus consecuencias inmediatas y a largo plazo.

2-Situaciones problemas iniciales: ¿Qué ha escuchado sobre el concepto de Radiación? ¿A cuál área de la física pertenece este fenómeno? ¿Cambia su interpretación cuando se habla de Radiación nuclear? ¿Qué estudia la radiación nuclear? ¿Por qué este concepto es importante en el accidente Chernobyl? Estas preguntas serán de discusión grupal. Luego, se entregará a cada estudiante un artículo, un video, una noticia o un elemento que tenga que ver con Radiación nuclear y Chernobyl para fundamentar el debate.

3-En la profundización de conocimientos, se trabajará el fenómeno de radiación que se propaga como onda electromagnética y como radiación corpuscular; fenómeno de ionización, elementos radiactivos y radiación térmica. Se trabajará el fenómeno de radiación nuclear, con los tipos y leyes de desintegración radiactiva, interacción de la radiación con la materia y efectos biológicos de la radiación.

4-Nuevos conocimientos: Se presentará una simulación por medio de realidad aumentada, en donde se evidenciarán algunos efectos de la radiación nuclear.

5-Diferenciando progresivamente: La intención es construir una simulación en realidad aumentada por

cada equipo de trabajo, que permita visualizar las consecuencias, soluciones y otras utilidades que tiene la Radiación nuclear, partiendo de análisis físicos.

6-Se realizará una evaluación grupal, utilizando recursos online.

7-La evaluación de la UEPS se realizará por medio de las evidencias de los estudiantes (discusiones, actividades, productos) en donde se identificará si hubo o no aprendizaje significativo de la construcción de conceptos y significados sobre Radiación nuclear. Se tendrá en cuenta, evaluación individual, observación participante y apreciación de los estudiantes respecto a la UEPS implementada.

Estas características acompañan el grueso de la actividad experimental y dan forma a lo que sería la propuesta metodológica para la construcción de conocimientos bajo la modalidad de resolución de problemas.

#### IV. DESTINATARIOS

Para ilustrar mejor quiénes serán los destinatarios de la presente investigación, es preciso contextualizar al lector sobre dónde se realizan las prácticas pedagógicas mediante las cuales se genera una intervención de docencia e investigación en un contexto escolar y son obligatorias para obtener el título de Licenciado en Matemáticas y Física, de la Universidad de Antioquia; estas se realizan en Tecnoacademia (Medellín), lugar que se define como “un escenario de aprendizaje, dotado de tecnologías emergentes para desarrollar competencias orientadas a la innovación, a través de la formación por proyectos”(SENA, 2015) respaldado por Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), el cual es un establecimiento de orden público nacional. Específicamente, Tecnoacademia tiene como público objetivo estudiantes de 18 instituciones públicas y una institución privada del municipio de Medellín y área metropolitana, que cursan los grados de sexto (6) a once (11). Su principal función es brindar un espacio que consta de cuatro “laboratorios” o escenarios para las áreas aplicadas Nanotecnología, Biotecnología, Robótica e Ingeniería, Tecnologías virtuales o TIC, en donde se desarrollan procesos de enseñanza que soportan las áreas básicas del conocimiento: Matemáticas, Física, Química, Biología, Lecto-Escritura, por medio del enfoque STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics*) y el desarrollo de proyectos; con la intención de fortalecer “habilidades en ciencia, tecnología e innovación y promover el desarrollo de la investigación aplicada con la aplicación de nuevas tecnologías” (SENA, 2015).

Dado lo anterior, la población que se ha escogido para aplicar la presente investigación está conformada por estudiantes de undécimo grado de instituciones educativas públicas que asisten a Tecno Academia.

#### REFERENCIAS

Alís, J. C, Gil-Pérez, D., Peña, A. V. y Valdez, P. (2006). Papel de la actividad científica experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-181

Ausubel, D.P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Becker, S. A., Brown, M., Dahlstrom, E., Davis, A., DePaul, K., Diaz, V. y Pomerantz, J. (2018). *NMC horizon report: 2018 higher education edition*. Louisville, CO: EDUCAUSE.

Bosch, H., Pelem, M., Perez, M., Rampazzi, M., Scalella, G. y Sterzovsky, M. (2014). Laboratorio Integral de Ciencias. La investigación en la Ingeniería. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. Buenos Aires, Argentina

Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿Una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique*, 39(8), 19.

Concari, S. (2014). Tecnologías emergentes ¿cuáles usamos? *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 8(3), 494-503.

Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 29-42.

- García, Y., González, D. S. R. y Oviedo, F. B. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. *Diálogos educativos*, (33), 35-46
- Mantilla, S. M. M. y García, P. M. (2014). Hacia una convergencia entre las tecnologías emergentes y las pedagogías emergentes. *Revista de Investigaciones UNAD*, 13(2), 79-93.
- Martínez, N. M. M., Olivencia, J. L. y Meneses, E. L. (2016). Robótica, modelado 3D y realidad aumentada en educación para el desarrollo de las inteligencias múltiples. *Aula de encuentro*, 18(2)
- Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2006). Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas. Bogotá.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2015). Derechos básicos de aprendizaje. Bogotá: MEN. <http://is.gd/SMxhPP> Consultado en abril de 2019.
- Moreira, M. A. (2004). (Org.) *A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a investigação nessa área*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.
- Moreira, M. A. (2011). Unidades de enseñanza potencialmente significativas-ueps (Potentially Meaningful Teaching Units–PMTU).
- Novak, J. D. (1977). *A theory of education*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Saavedra Bautista, C. E. (2018). La formación de maestros en el marco de apuestas tecnológicas emergentes. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (53), 2-17.
- Samper, J. D. Z. (2013). El maestro y los desafíos a la educación en el siglo xxi. Reflexión e investigación. [http://www.plandecenal.edu.co/html/1726/articles-27350\\_recurso\\_1.pdf](http://www.plandecenal.edu.co/html/1726/articles-27350_recurso_1.pdf) Consultado en abril de 2019.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Récherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23), 133-170.
- Servicio Nacional de Aprendizaje. (2015). Tecno Academia. <http://www.sena.edu.co/es-co/formacion/Paginas/tecnoacademia.aspx> Consultado en abril de 2019