

Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la radiación electromagnética en educación media



Derlis Andreina Valenzuela¹, Manuel Antonio Villarreal Uzcategui^{1,2},
Hebert Elías Lobo Sosa^{1,3}, Juan Carlos Terán Briceño¹

¹Universidad de Los Andes. Trujillo, Venezuela.

²Universidade Federal do Rio Grande, FURG. Brasil.

³Universidade Federal do Rio Grande, FURG. Rio Grande do Sul, Brasil.

E-mail: mavu8473@gmail.com

(Recibido el 4 de septiembre de 2022, aceptado el 30 de noviembre de 2022)

Resumen

Se presenta el diseño de una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la radiación electromagnética en el 5^{to} año de educación media, fundamentada en el aprendizaje significativo crítico y el trabajo colaborativo. Se inscribe como una investigación descriptiva con diseño de campo, realizada en cuatro fases: la documentación de campo, la representación y el análisis de los resultados, contrastando la teoría con los datos recolectados y, finalmente, el diseño y la presentación de la propuesta didáctica. Para recopilar la información, se aplicó un cuestionario a una muestra de ocho (8) docentes de Física, que había sido validado a través del juicio de tres (3) expertos y arrojado un índice de 0,79 del Coeficiente Alfa de Cronbach, muy confiable para su aplicación. Los resultados indican que la mayoría de los docentes han probado ambas estrategias en su práctica pedagógica, asumiendo los elementos de empatía, conocimiento e innovación, e introduciendo los elementos que hacen parte de la planificación en el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema definido, considerando que los mismos deben seguirse para que haya secuencia lógica y coherencia en los conocimientos. No obstante, existen debilidades en la implementación de dichas estrategias. A partir de estos resultados, se diseñó una unidad didáctica que servirá para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, considerando que introduce el aprendizaje significativo crítico y el trabajo colaborativo como estrategias para lograr una educación de pertinencia y calidad.

Palabras clave: Unidad didáctica, Radiación electromagnética, Aprendizaje significativo crítico, Trabajo colaborativo.

Abstract

The design of a didactic unit for the teaching-learning of electromagnetic radiation in the 5th year of High School, based on significant critical learning and collaborative work, is presented. It is registered as descriptive research with field design, carried out in four phases: field documentation, representation and analysis of the results, contrasting the theory with the data collected and, finally, the design and presentation of the didactic proposal. To collect the information, a questionnaire was applied to a sample of eight (8) Physics teachers, which had been validated through the judgment of three (3) experts and yielded an index of 0.79 of the Cronbach's Alpha Coefficient, very reliable for your application. The results indicate that the majority of teachers have tried both strategies in their pedagogical practice, assuming the elements of empathy, knowledge and innovation, and introducing the elements that are part of the planning in the teaching-learning process of the defined topic, considering that they must be followed so that there is a logical sequence and coherence in the knowledge. However, there are weaknesses in the implementation of these strategies. Based on these results, a didactic unit was designed that will serve to improve the teaching-learning process of Physics, considering that it introduces significant critical learning and collaborative work as strategies to achieve an education of relevance and quality.

Keywords: Didactic unit, Electromagnetic radiation, Significant critical learning, Collaborative work.

I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias naturales, y específicamente de la Física, ha sido considerada objeto de estudio en las últimas décadas, porque los estudiantes de los diferentes niveles, en particular los de educación media en muchos países y, por supuesto, en Venezuela, muestran dificultades en su aprendizaje [1].

Esta situación produce una percepción errada sobre el aprendizaje de la Física como una actividad complicada,

tediosa e incomprensible; razón por la cual docentes y estudiantes pierden el interés de abordarla con afecto y entusiasmo, dando poca importancia a esta área tan significativa de la ciencia. Esto se evidencia no sólo en las salas de clase, sino, también en la manera en que se asume el aprendizaje para la vida; los estudiantes sólo memorizan un procedimiento para evaluar fórmulas y ecuaciones matemáticas perdiendo el verdadero significado de esta disciplina en su diario vivir y lo que es peor, sólo estudian para cumplir una tarea sin valorar los conceptos y procedimientos

fundamentales; en síntesis, días después no queda “nada” en su estructura mental.

El estudiante termina no visualizando la importancia y aplicación de la Física en el desarrollo y avance de la ciencia y la tecnología, al igual que en su quehacer cotidiano, hecho que lo desmotiva y, por ende, le resta interés a su proceso de aprendizaje. Ante tal situación pueden aprender su solución y repetirla en contextos prácticamente idénticos, pero no aprenden a abordar un verdadero problema y cualquier cambio por pequeño que sea, les supone dificultades insuperables provocando manipulaciones no significativas de datos, fórmulas e incógnitas y, muy a menudo, el abandono [2].

Con el transcurrir de los años, el proceso educativo se ha visto signado por diversas concepciones sobre la forma más adecuada de aplicar las estrategias y metodologías para lograr el aprendizaje. Años atrás la enseñanza era percibida como un acto memorístico, repetitivo, mecanizado y carente de significado, sin tomar en consideración los cuestionamientos que pudieran darse en la mente del individuo durante la actividad formativa; encasillada solo en dar respuesta a objetivos propuestos por el docente esta teoría conductista dejaba de lado la comprensión práctica y crítica del conocimiento, convirtiendo al individuo en un mero receptor de información.

En la actualidad es común hablar de la educación direccionada hacia la formación integral de los individuos en busca de un equilibrio entre lo cognitivo, lo espiritual y lo social, así pues, los sistemas educativos proponen para el proceso de enseñanza-aprendizaje el constructivismo al promover una educación protagónica y participativa, involucrando la contribución activa de todos los actores educativos, haciendo énfasis en considerar al estudiante como sujeto constructor de su propio aprendizaje y participante de las constantes transformaciones que vive la sociedad de hoy.

Han surgido distintas teorías buscando transformar la pedagogía a fin de lograr una formación sólida en la que no solo el individuo sea responsable de su propia formación, sino que además se brinde aplicabilidad al conocimiento. Uno de estos referentes corresponde a Ausubel, citado en [3], quien plantea que el aprendizaje inicia desde lo que el individuo ya sabe, es decir, busca establecer una relación entre el conocimiento previo y el nuevo conocimiento, logrando una mejor comprensión y un anclaje positivo entre la teoría y la realidad. Igualmente asegura que otro punto importante, dentro de lo que denominó Aprendizaje Significativo, es la intencionalidad; vista como la predisposición del aprendiz ante lo que quiere conocer, en otras palabras, debe existir un ambiente idóneo y recursos adecuados para conseguir un aprendizaje de calidad. Sin embargo, puede ocurrir que el estudiante tenga la predisposición para aprender y no tenga el conocimiento previo adecuado o que los materiales educativos no sean buenos. Por eso, en el marco de esta teoría, Ausubel [4] propone que esos materiales (libros de texto, clases, aplicativos, entre otros) sean potencialmente significativos, lo que implica que tengan significado lógico y que los estudiantes tengan conocimientos previos específicamente

relevantes para dar significados a los conocimientos vehiculados en dichos materiales.

Es necesario que los docentes de las instituciones educativas reestructuren las estrategias, métodos, técnicas y recursos empleados para el proceso de enseñanza-aprendizaje recurriendo a elementos pedagógicos y didácticos que incentiven la autonomía en la adquisición del conocimiento, el interés del estudiante hacia el tema y a su vez le facilite la aproximación conceptual a éste [5]. De aquí que la planificación adecuada de las estrategias de enseñanza y de aprendizaje sean fundamentales, dado que las relaciones en el aula entre docentes y estudiantes, no se limitan sólo a una transmisión de conocimiento de uno a otro, sino que existen dinámicas que deben ser exploradas y explotadas para que el proceso tenga un final satisfactorio.

En este sentido, parece conveniente implementar Unidades Didácticas determinadas por el aprendizaje con significado y la construcción colectiva del conocimiento, como lo afirman en [6], caracterizadas por una mejor, más clara y exhaustiva comprensión del aprendizaje, y de lo que va a ser aprendido. Todo ello, con la finalidad de lograr que el estudiante adquiera, domine, reconstruya, el conocimiento existente y, a su vez, esté abierto y apto para la producción de conocimiento todavía no existente. Así pues, las acciones planificadas deben estar dirigidas hacia el desarrollo de capacidades y potencialidades, a través de la crítica y la investigación mediante un proceso educativo dialógico, que conduzca a una educación de calidad.

En Venezuela, esta concepción es coherente con los planteamientos educativos que se insertan el Sistema Educativo Bolivariano [7], el cual se sustenta según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [8], en los cuatro pilares de la educación para el siglo XXI: ser, conocer, hacer y convivir; siendo de suprema importancia la inclusión de cada uno de estos pilares dentro del diseño de los planes estratégicos destinados al quehacer escolar, pues se necesita de un conocimiento holístico para poder desenvolverse ante las exigencias del mundo, pero esto solo será posible en la medida en que cada individuo reflexione sobre la forma en que concibe su aprendizaje.

Lo anterior va en concordancia con lo planteado por Moreira [9] quien afirma que enseñar no es depositar conocimientos en la cabeza del estudiante, la adquisición de conocimientos es importante, pero con criticidad, con cuestionamiento. Los conocimientos no deben ser enseñados como verdades inmutables, sino como construcciones, creaciones humanas que se constituyen de acuerdo con las preguntas que hacemos y de las metáforas y definiciones que utilizamos. En este particular, los docentes deben propiciar un ambiente apto para ello, utilizando distintos materiales instruccionales y diferentes estrategias didácticas, estimulando la participación del colectivo.

Así, la presente investigación propone acciones pedagógicas para el diseño de una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la radiación electromagnética, fundamentada en el aprendizaje significativo crítico y el trabajo colaborativo. Reflexionar sobre las destrezas que tienen los docentes en cuanto a la planificación y aplicación de estrategias, métodos, técnicas y recursos para llevar a cabo

la acción formativa a fin de brindar alternativas para el abordaje eficaz de esta área del saber, a través de actividades que promuevan el aprendizaje significativo crítico y el trabajo colaborativo.

II. INTERLOCUCIONES TEÓRICAS

A. Unidad Didáctica

Ibáñez [10], nos dice que, la unidad didáctica es “la interrelación de todos los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje con una coherencia interna metodológica y por un periodo de tiempo determinado”. Escamilla [11] agrega que consiste en la “forma de planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje alrededor de un elemento de contenido que se convierte en eje integrador del proceso, aportándole consistencia y significatividad”.

De acuerdo con Viciana [12], las unidades didácticas o de programación constituyen “... la unidad mínima del currículo del alumno con pleno sentido en sí misma, aunque contiene unidades más pequeñas que son las sesiones y su unión secuenciada conforma un todo más global que es la programación de aula”. Así, todo se hace con la finalidad de que exista un anclaje positivo entre cada uno de estos elementos a fin de que la información llegue al estudiante de forma consistente, se apropie de las teorías, contraste estas con la realidad y finalmente pueda darle aplicabilidad ante situaciones de la vida cotidiana.

El éxito y eficacia de una unidad didáctica depende del conocimiento, habilidades, disposición y exigencias del docente, si éste no tiene claras las metas y los medios que usará para alcanzarlas de ninguna manera logrará que los estudiantes se sientan motivados por aprender. De allí que, el docente de Física necesita comprender que su labor va más allá de describir teorías acompañadas de fórmulas matemáticas complejas que lejos de motivar al estudiante le producen incertidumbre y dudas que le llevan a parcializar el conocimiento, por el contrario debe entender que el proceso educativo es cambiante y que cada día se debe adecuar según las necesidades del estudiante, las dinámicas de aprendizaje evolucionan, he allí la tarea de un buen docente lograr que el estudiantado se interese por los temas de la disciplina.

La unidad didáctica, en consecuencia, reduce la improvisación y la incertidumbre, genera un sentimiento de seguridad sobre lo que se hace o propone el profesor y los estudiantes, confianza en sí mismo y en la propuesta, favorece alcanzar la completitud de los programas, pero como una reflexión sobre la secuenciación y temporalización en el marco del proyecto curricular, ayuda al profesor a prepararse cognitivamente e instrumentalmente para el proceso de enseñanza-aprendizaje, favorece la innovación pedagógica e tecnológica, da pie al desarrollo de procesos creativos e imaginativos cuando se diseña en grupo, al tiempo que refuerza los vínculos del equipo y estimula los procesos interactivos de enseñanza-aprendizaje que tienen lugar durante la puesta en práctica [13].

B. Aprendizaje Significativo Crítico

Según Rodríguez Palmero [14] la teoría del Aprendizaje Significativo “... se plantea qué es lo que ocurre cuando un individuo procesa información y la convierte en conocimiento”. El aprendizaje significativo se produce cuando el estudiante es capaz de establecer relaciones entre los nuevos conocimientos y los que ya conoce. Para Ausubel [4, 15] aprender es sinónimo de comprender e implica una visión del aprendizaje basada en los procesos internos del estudiante y no solo en respuestas externas. Aprender significativamente implica atribuir significados y éstos siempre tienen componentes personales. El aprendizaje sin atribución de significados personales, sin relación con el conocimiento preexistente, es mecánico, no significativo. En el aprendizaje mecánico, el nuevo conocimiento es almacenado de manera arbitraria y literal en la mente del individuo. Esto no significa que ese conocimiento sea almacenado en un vacío cognitivo, sino, que no interactúa significativamente con la estructura cognitiva preexistente, no adquiere significados.

Considerando estos planteamientos, Moreira [9] afirma que el aprendizaje significativo crítico permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella. Se trata de una perspectiva antropológica en relación con las actividades de su grupo social, que permite al individuo participar de tales actividades, pero, al mismo tiempo, reconocer cuándo la realidad se está alejando tanto que ya no se está captando por parte del grupo. Para un aprendizaje significativo crítico (subversivo) es preciso [9]:

1. Aprender/enseñar preguntas en lugar de respuestas (Principio de la interacción social y del cuestionamiento).
2. Aprender a partir de distintos materiales educativos (Principio de la no centralidad del libro de texto).
3. Aprender que somos perceptores y representantes del mundo (Principio del aprendiz como perceptor/representador).
4. Aprender que el lenguaje está totalmente involucrado en todos los intentos humanos de percibir la realidad (Principio del conocimiento como lenguaje).
5. Aprender que el significado está en las personas, no en las palabras (Principio de la conciencia semántica).
6. Aprender que la persona aprende corrigiendo sus errores (Principio del aprendizaje por el error).
7. Aprender a desaprender, a no usar conceptos y estrategias irrelevantes para la supervivencia (Principio del desaprendizaje).

Estas consideraciones permiten afirmar que, el aprendizaje significativo crítico propone preparar al individuo para enfrentarse a las constantes transformaciones de la sociedad de hoy, según las necesidades individuales y colectivas valorando además el contexto donde se desarrolla el proceso educativo. Es por esta razón que el docente debe repensar su labor desde la creatividad, la innovación y la investigación, brindando a los estudiantes herramientas que le permitan identificar y desarrollar potencialidades para aplicar el conocimiento, y transformar realidades.

De allí que, la didáctica abordada desde el aprendizaje significativo crítico debe tener como premisas, que el conocimiento previo debe ser siempre considerado como

variable aislada que influye en el aprendizaje de nuevos conocimientos, funcionando como anclaje cognoscitivo que ayuda a dar significados a esos conocimientos, en un proceso interactivo, o como obstáculo epistemológico que dificulta la atribución de significados. No tiene sentido enseñar sin tener en cuenta el conocimiento previo de los estudiantes en alguna medida.

Igualmente, la interacción personal, el intercambio de significados entre docentes y estudiantes o entre ellos mismos, es fundamental. Crear situaciones para que los estudiantes hablen, así el docente sabrá cuáles y cómo están siendo captados los significados de la materia de enseñanza, usando el dialogo como metodología, creando más espacios para que los jóvenes hablen y externalicen los significados que están captando. Además, quien educa debe comprender que no se trata de depositar conocimientos en la cabeza del estudiante. La adquisición de conocimientos es importante, pero con criticidad, con cuestionamiento. Los conocimientos no deben ser enseñados como verdades inmutables, sino como construcciones, creaciones humanas adquiridas de las constantes interacciones con otros y el entorno, depende de las preguntas que hacemos, de las metáforas y definiciones que utilizamos.

Deben utilizarse distintos materiales instruccionales y diferentes estrategias didácticas, estimulando la participación de todos, propiciando la intervención crítica desde los distintos campos del saber, mientras que; el proceso valorativo debe buscar evidencias de aprendizaje, debe incluir aspectos formativos y recursivos, aprovechando el error, como alternativa de aprendizaje, buscando nuevas respuestas a los cuestionamientos y dudas.

Las consideraciones expuestas destacan el empleo de estrategias docentes para la formación de estudiantes con alto rendimiento académico, con criterios propios y conscientes de los procesos que intervienen en el aprendizaje, permiten asumir su propio proceso de construcción del conocimiento, utilizando sus saberes previos para aprender más, consolidar los existentes y superar las deficiencias, es decir, son verdaderos actores de su formación.

C. Trabajo Colaborativo

El hombre es un ser social por naturaleza, el conocimiento en todas sus facetas no es más que una construcción colectiva. La producción y la transmisión del saber son la resultante de elementales procesos de socialización propios de la especie humana. Sobre este aspecto, Johnson y Johnson [16] afirman “que el aprendizaje colaborativo es, entonces, el empleo de grupos pequeños en la enseñanza, para que los estudiantes trabajen juntos maximizando así su propio aprendizaje y el de los demás”. El aprendizaje colaborativo se basa en la estructura organizacional de los grupos y más específicamente en el poder motivacional de las relaciones con otras personas. Es importante distinguir que no todo grupo de aprendizaje es un grupo de aprendizaje colaborativo. El docente debe comprender que no basta con asignarlos a grupos y decirles que trabajen juntos. Colaborar no es estar físicamente al lado de los demás estudiantes, es discutir el material con ellos, ayudar a los demás, compartir los recursos, entre otras cosas.

Para Johnson y Johnson [16], existen cinco componentes esenciales que se deben incluir para que un grupo pequeño de aprendizaje sea verdaderamente colaborativo, estos son representados en la figura 1.

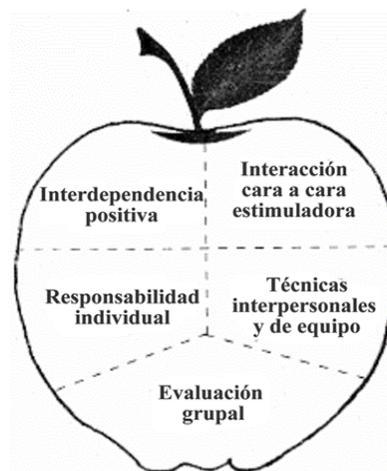


FIGURA 1. Los componentes esenciales del aprendizaje cooperativo. Fuente: Referencia [16].

1. La interdependencia positiva promueve una situación en la cual el estudiante ve que su trabajo beneficia a sus compañeros y viceversa, y al realizarlo como parte de un grupo se maximiza el aprendizaje de todos sus miembros. El profesor propone para ello actividades claramente definidas y con un objetivo grupal, de modo que los alumnos deben actuar necesariamente en conjunto, pues “sin interdependencia positiva, no hay cooperación”.

2. Con la responsabilidad individual se valora la ejecución de cada estudiante en particular, pues cada uno es responsable por la parte del trabajo que le corresponde. Es importante que el grupo conozca quién necesita más apoyo, asistencia y motivación para completar una tarea; también que los miembros del grupo sepan que no deben apropiarse del trabajo de los demás. “El propósito de los grupos de aprendizaje cooperativo es fortalecer a cada miembro individual, es decir, que los alumnos aprenden juntos para poder luego desempeñarse mejor como individuos”.

3. La interacción estimuladora cara a cara entre los estudiantes del grupo fomenta el aprendizaje y el éxito de los demás. Los patrones de interacción y el intercambio verbal entre los estudiantes, promovidos por la interdependencia positiva, son los que afectan los resultados de la educación. En las clases colaborativas, el docente debe maximizar las oportunidades de los estudiantes para que promuevan el éxito de sus compañeros, ayudándolos, asistiéndolos, apoyándolos, animándolos y alabando sus esfuerzos por aprender.

4. Destrezas interpersonales deben ser desarrolladas para trabajar juntos cooperativamente por largos periodos de tiempo. En estas habilidades están implicados valores muy importantes, como la disposición al diálogo, la tolerancia, la empatía, la honestidad, el sentido de equidad y la justicia en las relaciones con los demás, entre muchas otras. Por esto, el aprendizaje colaborativo es reconocido como una opción didáctica enfocada al desarrollo humano, por lo cual el

docente, además de enseñar contenido, tiene que promover una serie de prácticas interpersonales y grupales relativas a la conducción del grupo, los roles a desempeñar, la manera de resolver conflictos y tomar decisiones asertivas, y las habilidades para entablar un dialogo verdadero.

5. La propia evaluación en equipo del trabajo cooperativo requiere ser consiente, reflexiva y crítica respecto al proceso grupal en sí mismo, en la búsqueda de los aspectos a mejorar y hacer más efectivo y eficiente el trabajo grupal. Los miembros del grupo necesitan reflexionar y discutir si se están alcanzando las metas trazadas y manteniendo relaciones interpersonales y de trabajo efectivas y apropiadas. Este proceso de reflexión puede darse en diferentes momentos a lo largo del trabajo y no solo cuando ha finalizado la tarea, es decir, se requiere de un proceso de evaluación continuo y autocrítico. El profesor necesita orientar en cuestiones como: identificar cuáles acciones y actitudes de los miembros son útiles, apropiadas, eficaces y cuáles no y el grupo debe tomar decisiones acerca de qué acciones o actitudes deben continuar, incrementarse o cambiar.

El trabajo colaborativo, en un contexto educativo, constituye un modelo de aprendizaje interactivo, que invita a los estudiantes a construir juntos, lo cual demanda conjugar esfuerzos, talentos y competencias, mediante una serie de transacciones que les permitan lograr las metas establecidas consensuadamente. Más que una técnica, el trabajo colaborativo es considerado una filosofía de interacción y una forma personal de trabajo, que implica el manejo de aspectos, tales como el respeto a las contribuciones individuales de los miembros del grupo.

De acuerdo con estos planteamientos Lucero, citado en [17], define el trabajo colaborativo como “el conjunto de métodos de instrucción y entrenamiento apoyados con estrategias para propiciar el desarrollo de habilidades mixtas (aprendizaje y desarrollo personal y social), donde cada miembro del grupo es responsable tanto de su aprendizaje como del de los demás miembros del grupo”. De allí que la importancia de esta estrategia de enseñanza y aprendizaje radica en que todos los miembros participan en comunidad para el logro de metas comunes, es una forma de trabajar que vence el aislamiento y las posiciones competitivas que perjudican la formación integral de todos los estudiantes.

En este mismo orden de ideas, de acuerdo con Pérez-Mateo y Guitert [18] el trabajo colaborativo “es un proceso en el que cada individuo aprende más de lo que aprendería por sí solo, fruto de la interacción de los integrantes del equipo. El trabajo colaborativo se da cuando existe una reciprocidad entre un conjunto de individuos que saben diferenciar y contrastar sus puntos de vista de tal manera que llegan a generar un proceso de construcción de conocimiento.” Además, el aprendizaje colaborativo fomenta valores como la cooperación, la solidaridad, la responsabilidad individual y compartida, la empatía, el respeto y el trabajo en equipo. También favorece el desarrollo de habilidades sociales: escuchar, participar, coordinar y evaluar, impulsando el desarrollo de las destrezas comunicativas en los estudiantes de carácter más introvertido al favorecer la creación de un entorno propicio para la

interacción. De manera que, disminuyen los sentimientos de aislamiento.

Finalmente, Salinas, citado en [11], considera fundamental el análisis de la interacción profesor-estudiante y estudiante-estudiante, por cuanto el trabajo busca el logro de metas de tipo académico y también la mejora de las propias relaciones sociales. Si al educar solo transmitimos conocimientos y habilidades instrumentales estamos llenando y alimentando a la persona de saberes ignorados, pero si nos quedamos en estas acciones, sin trascenderlas, nos contentamos con una educación descontextualizada. La producción y transmisión de saberes se convierte en una labor de expertos externos que expropian a las personas de la posibilidad de un aprendizaje comprensivo con el que puedan, no solo entender sino dominar su realidad. El resultado es el divorcio total, la clara ruptura entre texto y contexto, entre lo que se aprende y la realidad social, con lo que, en lugar de estar produciendo una educación liberadora, estamos propiciando una distorsión de la realidad en las personas.

D. Radiación Electromagnética

La radiación es un proceso de transmisión de energía o partículas a través del espacio. La radiación electromagnética se refiere a la propagación de ondas luminosa de diversas frecuencias, longitudes de onda o energía, cuya característica esencial es que son generadas por campos electromagnéticos variables y no requieren ningún medio material para su propagación.

Un dipolo oscilante (figura 2) genera una onda electromagnética oscilante, que se propaga de acuerdo con las leyes de Maxwell [19], una y otra vez, pues el campo magnético oscilante crea un campo eléctrico oscilante y, simultáneamente, el campo eléctrico oscilante crea un campo magnético oscilante.

En realidad, ahora sabemos que la radiación electromagnética no es un fenómeno puramente ondulatorio, en algunas circunstancias su comportamiento es más bien corpuscular, como ocurre con el efecto fotoeléctrico [20]. Esta dualidad onda-partícula de la luz es tratada en [21] a través de una una secuencia didáctica que permite al docente de secundaria acercarse a la dualidad onda-partícula de la luz, tratando los conceptos básicos del tema y estructurándola en dos (2) guiones experimentales y un (1) guion virtual.

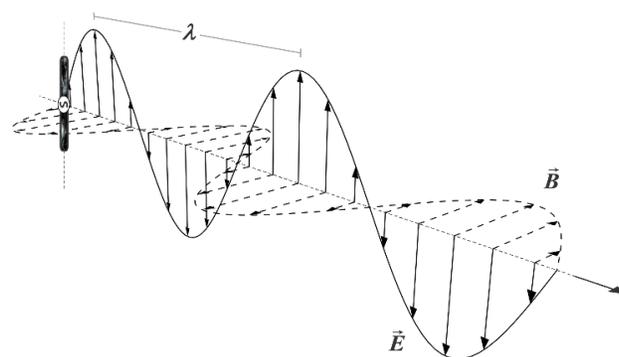


FIGURA 2. Creación y recreación de la luz. Los campos eléctricos (\vec{E}) y magnético (\vec{B}) oscilantes y perpendiculares entre sí, se van

reproduciendo de acuerdo a las leyes de Maxwell y se propagan en el espacio vacío a la velocidad de la luz (c). Fuente: Autores.

Por otra parte, se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas (figura 3).

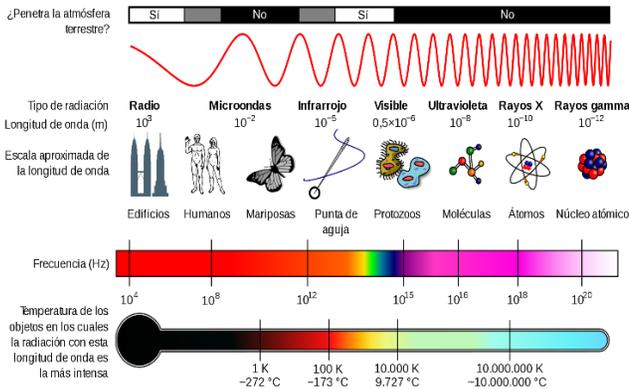


FIGURA 3. Diagrama del espectro electromagnético que muestra el tipo, longitud de onda (con ejemplos), frecuencia y la temperatura de emisión de cuerpo negro. El espectro es continuo, no existe una división clara entre un tipo de onda y la siguiente. Basado en Referencia [22].

El espectro electromagnético se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la radiación ultravioleta, la luz visible y la radiación infrarroja, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud, como son las ondas de radio. Si bien el límite para la longitud de onda más pequeña posible no sería la longitud de Planck (porque el tiempo característico de cada modalidad de interacción es unas 10^{20} veces mayor al instante de Planck y, en la presente etapa cosmológica, ninguna de ellas podría oscilar con la frecuencia necesaria para alcanzar aquella longitud de onda), se cree que el límite máximo sería el tamaño del Universo aunque formalmente el espectro electromagnético es infinito y continuo.

La energía electromagnética en una particular longitud de onda, λ (en el vacío) tiene una frecuencia asociada, f , y una energía de fotón, E (tabla I). Por tanto, el espectro electromagnético puede ser expresado igualmente en cualquiera de esos términos. Las ondas electromagnéticas de alta frecuencia tienen una longitud de onda corta y mucha energía mientras que las ondas de baja frecuencia tienen grandes longitudes de onda y poca energía.

Para su estudio, el espectro electromagnético se divide en segmentos o bandas, aunque esta división es inexacta. Existen ondas que tienen una frecuencia, pero varios usos, por lo que algunas frecuencias pueden quedar en ocasiones incluidas en dos rangos.

La luz visible, que es la forma más familiar de las ondas electromagnéticas, es aquella parte del espectro electromagnético que el ojo humano puede detectar. Se produce mediante la reorganización de los electrones en los átomos y moléculas. Sus diversas longitudes de onda, que corresponden a los diferentes colores, van desde el rojo (7×10^{-7} m) hasta el violeta (4×10^{-7} m). La sensibilidad del ojo

humano es una función de la longitud de onda, siendo máxima a una longitud de onda de alrededor de $5,5 \times 10^{-7}$ m.

TABLA I. Longitud, frecuencia y energía de algunas ondas electromagnéticas estandarizadas.

Banda	Longitud (m)	Frecuencia (Hz)	Energía (J)
Rayos gamma	$< 10 \times 10^{-12}$	$> 30,0 \times 10^{18}$	$> 20 \times 10^{-15}$
Rayos X	$< 10 \times 10^{-9}$	$> 30,0 \times 10^{15}$	$> 20 \times 10^{-18}$
Ultravioleta extremo	$< 200 \times 10^{-9}$	$> 1,5 \times 10^{15}$	$> 993 \times 10^{-21}$
Ultravioleta cercano	$< 380 \times 10^{-9}$	$> 7,89 \times 10^{14}$	$> 523 \times 10^{-21}$
Espectro Visible	$< 780 \times 10^{-9}$	$> 384 \times 10^{12}$	$> 255 \times 10^{-21}$
Infrarrojo cercano	$< 2,5 \times 10^{-6}$	$> 120 \times 10^{12}$	$> 79 \times 10^{-21}$
Infrarrojo medio	$< 50 \times 10^{-6}$	$> 6,00 \times 10^{12}$	$> 4 \times 10^{-21}$
Infrarrojo lejano/ submilimétrico	$< 1 \times 10^{-3}$	$> 300 \times 10^9$	$> 200 \times 10^{-24}$
Microondas	$< 10^{-2}$	$> 3 \times 10^8$	$> 2 \times 10^{-24}$
Ultra Alta Frecuencia-Radio	< 1	$> 300 \times 10^6$	$> 19,8 \times 10^{-26}$
Muy Alta Frecuencia-Radio	< 10	$> 30 \times 10^6$	$> 19,8 \cdot 10^{-28}$
Onda Corta-Radio	< 180	$> 1,7 \times 10^6$	$> 11,22 \cdot 10^{-28}$
Onda Media-Radio	< 650	$> 650 \times 10^3$	$> 42,9 \cdot 10^{-29}$
Onda Larga-Radio	$< 10 \times 10^3$	$> 30 \times 10^3$	$> 19,8 \cdot 10^{-30}$
Muy Baja Frecuencia-Radio	$> 10 \times 10^3$	$< 30 \times 10^3$	$< 19,8 \cdot 10^{-30}$

III. METODOLOGÍA

La investigación corresponde a un estudio descriptivo, a través de un diseño de campo con la modalidad de proyecto factible. La población está integrada por ocho (8) docentes de Física de 5^o año de Educación Media del Liceo “Antonio Sánchez Pacheco”, ubicado en la parroquia Santa Ana del municipio Pampán, estado Trujillo. Se diseñó, validó y aplicó un cuestionario diagnóstico integrado por diez (10) ítems de alternativas múltiples, con escala de Likert [23], que se categoriza como: siempre (5), casi siempre (4), algunas veces (3), casi nunca (2) y nunca (1). El trabajo se realizó en cuatro fases: la documentación de campo, la representación y el análisis de los resultados, contrastando la teoría con los datos recolectados, y finalmente el diseño y la presentación de la propuesta didáctica.

La validación fue realizada a través del juicio de tres (3) expertos (uno en el área metodológica y dos del área de Física). Una vez determinada la validez se procedió a hacer los ajustes sugeridos, con el fin de perfeccionar el instrumento para recolectar los datos. Los juicios emitidos por los expertos permitieron conocer que el instrumento en cuestión fue completamente apropiado para el fin

establecido. Para la confiabilidad se utilizó el Coeficiente Alfa Cronbach [24], arrojando un índice de 0,79 que lo hace muy confiable para su aplicación.

Las variables de estudio y su operacionalización se muestran en la tabla II.

TABLA II. Operacionalización de las variables.

Objetivos específicos	Variable	Dimensión	Indicador
1. Determinar las estrategias, métodos y técnicas que se emplean para la enseñanza-aprendizaje de radiación electromagnética en el 5 ^{to} año de educación media.	Unidad Didáctica	Estrategias métodos y técnicas	Aprendizaje Significativo Crítico Trabajo Colaborativo
2. Caracterizar las destrezas pedagógicas que emplean los docentes durante el abordaje de la radiación electromagnética en el 5 ^{to} año de educación media.		Destrezas de enseñanza	Conocimiento Empatía Innovación
3. Planificar acciones para el diseño de una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la radiación electromagnética en el 5 ^{to} año de educación media, fundamentada en el aprendizaje significativo crítico y el trabajo colaborativo.	Enseñanza-aprendizaje de la radiación electro-magnética.	Elementos	Definición y enfoque globalizador. Justificación Vinculación Objetivos Secuencia de actividades Evaluación

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla III muestra la distribución de los resultados para la variable unidad didáctica, en su dimensión estrategias, métodos y técnicas. Se observa cómo el 41,7% de los encuestados manifiestan que siempre o casi siempre se introduce como estrategia dentro del proceso formativo el aprendizaje significativo crítico, el 33,3% que algunas veces, el 25,0% opina que casi nunca, y el 25,00 % manifestó que casi nunca se cumple con ese indicador. Respecto al trabajo colaborativo, los resultados son muy similares, sólo que aumenta a 37,5% los que sólo algunas veces lo ponen en práctica. Un dato importante es que ninguno ha dejado de probar ambas estrategias en su práctica pedagógica, pues el indicador “nunca” fue nulo en ambos casos.

TABLA III. Resultados para la variable Unidad Didáctica, dimensión: estrategias, métodos y técnicas.

Indicador	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
Aprendizaje Significativo Crítico	12,5%	29,2%	33,3%	25,0%	0,0

Trabajo Colaborativo	12,5%	25,0%	37,5%	25,0%	0,0
----------------------	-------	-------	-------	-------	-----

Se observa, no obstante, que existen debilidades en cuanto a la implementación de estrategias enmarcadas en el aprendizaje significativo crítico y el trabajo colaborativo por parte de los docentes de Física. Los encuestados se inclinan hacia el trabajo colaborativo y a la perspectiva del aprendizaje significativo crítico, pero aún falta comprensión, en un gran porcentaje de los profesores, sobre la importancia de su uso frecuente, pues, el trabajo colaborativo es un proceso en el que cada individuo aprende más de lo que aprendería por sí solo, fruto de la interacción de los integrantes del equipo [18]. El trabajo colaborativo se da cuando existe una reciprocidad entre un conjunto de individuos que saben diferenciar y contrastar sus puntos de vista, de tal manera que llegan a generar un proceso de construcción de conocimiento.

En la tabla IV se resumen los resultados de la variable unidad didáctica en su dimensión destrezas de enseñanza. Se observa cómo el 87,50% de los encuestados manifestaron que siempre o casi siempre cumplen con los indicadores de empatía, mientras que para el conocimiento suma un 62,5% y la innovación un 50,0%.

TABLA IV. Resultados para la variable Unidad Didáctica, dimensión: destrezas de enseñanza.

Indicador	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
Conocimiento	25,0%	37,5%	37,5%	0,0	0,0
Empatía	41,7%	45,8%	12,5%	25,0%	0,0
Innovación	20,8%	29,2%	29,2%	20,8%	0,0

Son resultados alentadores que indicarían que los profesores asumen en su praxis pedagógica estos elementos, en consonancia con lo advertido por Salinas, citado en [11], quien señala que, si al educar solo transmitimos conocimientos y habilidades instrumentales estamos llenando y alimentando a la persona de saberes ignorados, pero si nos quedamos en estas acciones, sin trascenderlas, nos contentamos con una educación descontextualizada. La implantación de la unidad didáctica requiere de estos elementos que conforman la dimensión de destrezas de enseñanza.

Los docentes deben desarrollar habilidades basadas en el conocimiento, para explicar los contenidos del área con seguridad, lenguaje claro e inteligible, capacidad y coherencia al establecer relaciones entre contenidos teóricos y prácticos; la empatía para conectarse con las expectativas, limitaciones emocionales y deseos de aprender de los estudiantes y la innovación, acompañada de la investigación crítica, para renovar la actividad pedagógica, pues como refiere Cañal de León [25]; la innovación es un proceso, cuyo propósito es modificar concepciones y actitudes, alterando métodos e intervenciones y mejorando o transformando, según los casos, los procesos de enseñanza-aprendizaje, así; la innovación va asociada al cambio y tiene un componente explícito y otro oculto, ideológico, cognitivo, ético y afectivo,

entendiendo entonces que la innovación apela a la subjetividad del sujeto y al desarrollo de su individualidad, así como a las relaciones teoría-práctica inherentes al acto educativo.

En la tabla V se muestran los resultados para la variable Enseñanza-Aprendizaje, en su dimensión “Elementos”. Se observa que los encuestados, en proporciones similares, manifestaron que, siempre o casi siempre cumplen con lo señalado para los indicadores “definición y enfoque globalizado del conocimiento” (37,5%), justificación (45,8%), vinculación (41,6%), competencia (41,6%), secuencia en las actividades (45,8%), mientras que para el de “evaluación de los aprendizajes” la cifra aumento a 58,3% de los encuestados.

TABLA V. Resultados para la variable Enseñanza-Aprendizaje de la radiación electromagnética, dimensión: Elementos.

Indicador	Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
Definición y enfoque globalizado del conocimiento.	12,5%	25,0%	37,5%	25,0%	0,0
Justificación	16,6%	29,2%	25,0%	29,2%	0,0
Vinculación	16,6%	25,0%	29,2%	29,2%	0,0
Competencia	16,6%	25,0%	25,0%	33,3%	0,0
Secuencia de actividades.	20,8%	25,0%	33,4%	20,8%	0,0
Evaluación	25,0%	33,3%	33,3%	8,4%	0,0

Se evidencia que los elementos que hacen parte de la planificación en el proceso enseñanza-aprendizaje se cumplen medianamente; considerando, que los mismos deben seguirse para que haya secuencia lógica y coherencia en la construcción de los conocimientos [11]. Para los profesores parece ser preponderante la “evaluación del aprendizaje” que la construcción del propio “aprendizaje” como meta o cierre del proceso.

La forma de organizar conocimientos y experiencias debe considerar la diversidad de elementos que contextualizan el proceso para regular la práctica de los contenidos, seleccionar los objetivos básicos que pretende conseguir, las pautas metodológicas con las que trabajará, las experiencias de enseñanza-aprendizaje y los mecanismos de control del proceso enseñanza-aprendizaje, necesarios para perfeccionar dicho proceso.

También es importante describir el tema específico que se pretende abordar, los conocimientos previos que deben tener los estudiantes para conseguirlos, las actividades de motivación, entre otros. Establecer qué es lo que, en concreto, se pretende que adquiera el colectivo durante el desarrollo de la actividad escolar. Se deben hacer explícitos los contenidos de aprendizaje sobre los que se va a trabajar y recoger tanto los relativos a conceptos, como a procedimientos y actitudes, de esta manera podrá establecerse una secuencia de aprendizaje.

Por otra parte, es importante considerar la diversidad presente en el aula y ajustar las actividades a las diferentes

necesidades educativas de los estudiantes. Estas actividades van a permitir la valoración de los aprendizajes de los estudiantes, de la práctica docente del profesor y los instrumentos que se van a utilizar para ello, deben ser situadas en el contexto general de la unidad, señalando cuáles van a ser los criterios e indicadores de valoración de dichos aspectos. Asimismo, es muy importante prever actividades de autoevaluación que desarrollen en los estudiantes la reflexión sobre su propio aprendizaje.

V. PROPUESTA DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

La unidad didáctica Radiación Electromagnética se desarrolló siguiendo el modelo constructivista de Ausubel [4, 15], Novak y Gowin [26, 27], desde la perspectiva cognitiva de un aprendizaje significativo, creando espacios para que los estudiantes; partiendo de lo que conocen y basados en la investigación, la innovación y la crítica; construyan nuevos aprendizajes y desarrollen las competencias necesarias para interpretar fenómenos cotidianos y dar respuesta a situaciones problemáticas.

Considerando estas ideas, la propuesta didáctica tiene como finalidad promover un aprendizaje del conocimiento científico en los ciudadanos de hoy, mediante la identificación de la importancia de la ciencia y sus aplicaciones, para lo que se plantea el empleo de estrategias de enseñanza y aprendizaje creativas dirigidas al reconocimiento análisis e interpretación de los aspectos referidos al tema, iniciando con el reconocimiento de estos fenómenos en las actividades cotidianas haciendo uso de analogías, lo que facilitará un anclaje sólido del saber.

Como recurso facilitador de este proceso se acudirá a actividades analógicas, al mismo tiempo con el desarrollo de experiencias de ciencia recreativa se constituirá un contexto motivador para identificar la propagación continua de las ondas electromagnéticas. De igual forma al plantear casos comunes de las aplicaciones del espectro electromagnético, se conseguirá la contextualización del tema.

Se definen en la propuesta los siguientes objetivos de aprendizaje:

- ✓ Identificar los fenómenos vinculados a la radiación electromagnética en situaciones de la vida cotidiana.
- ✓ Adquirir habilidades y destrezas relacionadas con la creatividad, la actividad experimental, el pensamiento crítico y la innovación a través del estudio de la radiación electromagnética.
- ✓ Fortalecer valores como la responsabilidad y la cooperación durante la solución de casos comunes de la aplicación del espectro electromagnético.
- ✓ Comprender la propagación de las ondas electromagnéticas.
- ✓ Valorar la importancia de los fenómenos asociados a la radiación electromagnética y su aplicación en los contextos cotidianos.

La propuesta de la unidad didáctica está estructurada de forma tal que puede brindar resultados efectivos en cuanto a la apropiación del nuevo conocimiento, constituida por diferentes estrategias que promuevan el dinamismo y la participación dentro del aula de clases, a la vez que permite

la contextualización del conocimiento. Se elaboró un conjunto de ocho (8) encuentros, que se describen a continuación.

Encuentro 1. En este primer encuentro, el docente indagará sobre los conocimientos previos que los estudiantes poseen sobre el tema, usando analogías que establezcan relaciones y comparaciones entre: las descargas eléctricas que se presentan en la atmósfera durante una tormenta, el viaje de las ondas de radio de un lugar a otro para reproducir la música, la proyección de imágenes en la televisión y la reproducción del sistema óseo de una persona durante un estudio de rayos X (figuras 4 y 5). La relación entre estas situaciones permitirá a los estudiantes recordar lo que conocen sobre la radiación electromagnética, y a la vez, formular nuevas interrogantes para ser respondidas durante el desarrollo de la actividad.



FIGURA 4. Descargas eléctricas en la atmósfera durante una tormenta. Ejemplo de fenómeno que puede ser parte de los conocimientos previos de los estudiantes. Fuente: Referencia [28].

Encuentro 2. Con la finalidad de alcanzar el aprendizaje superior del tema, el docente a través de una clase magistral dará una explicación sobre la propagación de las ondas electromagnéticas y algunas aplicaciones del espectro electromagnético, haciendo constantes interrogantes para propiciar la participación del colectivo en la construcción del conocimiento nuevo. Finalmente, asignará para la próxima clase el material necesario para la ejecución de una práctica demostrativa sobre la propagación de ondas electromagnéticas en contextos cotidianos.

Encuentro 3. El docente iniciará un conversatorio para recordar la temática abordada en el encuentro anterior, y fundamentado en el aprender haciendo guiará a los estudiantes para en el desarrollo de una práctica demostrativa de inducción de las ondas electromagnéticas, haciendo uso del material solicitado (un vaso de aluminio, un recipiente con agua, un imán e hilo). En esta sencilla demostración intervienen tres conceptos importantes como son: la ley de Faraday, la ley de Lenz, y la inducción electromagnética.



FIGURA 5. Exposición externa a radiaciones ionizantes (estudio de tórax mediante rayos x). Otro ejemplo de la vida cotidiana que puede surgir de los estudiantes. Fuente: Referencia [29].

Encuentros 4-5-6-7. Esta parte del proceso pedagógico dirigida a la contextualización del contenido, previa orientación del docente, con ayuda de profesionales expertos en el área de la salud, las telecomunicaciones, la industria, entre otras, los estudiantes completarán la estrategia denominada ciclo del pensamiento crítico. Allí agrupados por equipos, detallarán las aplicaciones del espectro electromagnético en diferentes problemáticas propuestas por el docente, ocurridos en la vida cotidiana. Para ello deberán, investigar y analizar varios puntos de vista, recabar evidencias, articular nuevos conocimientos e informar a sus compañeros lo investigado. Deben cumplir con las cinco fases que de manera progresiva den solución a los casos propuestos. En la primera, recabaran información sobre el tema (revisiones bibliográficas, entrevistas a expertos), en la segunda realizaran una lista de las posibles hipótesis de solución al caso. Luego de analizar la información, considerando lo aprendido en el aula de clase, pasaran a la tercera fase, la cual consiste en seleccionar una de las hipótesis anteriores, describir detalladamente como debería ser llevada a cabo ante la situación planteada y, en la cuarta fase elaboraran conclusiones contrastando la teoría con la realidad. En la quinta y última fase, los estudiantes darán a conocer los resultados de su investigación usando como recurso el ciclo del pensamiento crítico (figura 6).

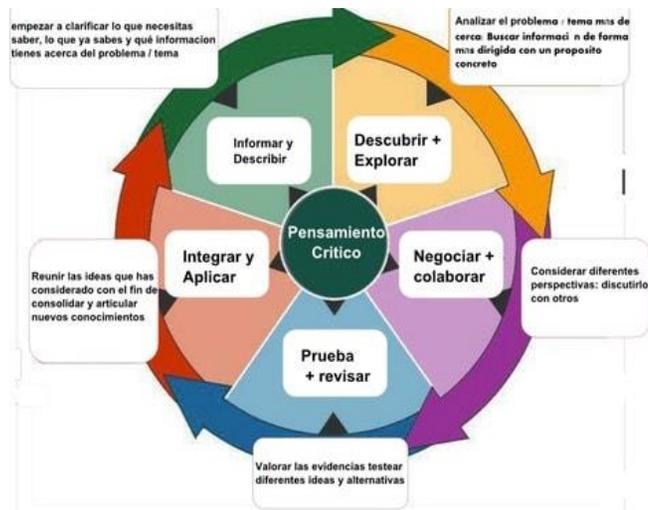


FIGURA 6. Ciclo del pensamiento crítico. Fuente: Referencia [30].

Esta estrategia les permitirá a los estudiantes pensar y reflexionar sobre el conocimiento. Además, se logran invertir los roles del docente y los estudiantes, la clase deja de ser lineal basada en el docente. Con la aplicación de este modelo serán los estudiantes quienes construyan su propio aprendizaje investigando, analizando y contrastando diferentes ideas que deriven a la posterior solución de un problema cotidiano relacionado con el tema en estudio.

Encuentro 8. Finalmente, se persigue la participación socio crítica de los estudiantes a través de la construcción de una infografía sobre la temática abordada, haciendo énfasis en los efectos negativos de la radiación ionizante en la salud del ser humano. Para su construcción el docente pedirá a los estudiantes redactar un artículo informativo sobre los efectos biológicos de la radiación ionizante en la salud del ser humano, acompañado de imágenes, gráficos, frases y símbolos, los cuales serán representados en una lámina de 30 cm x 50 cm. Con esta estrategia se afianzará el conocimiento, a la vez que se fomenta el desarrollo de potencialidades como la capacidad de abstracción, la creatividad y la innovación.

VI. CONSIDERACIONES FINALES

De los resultados cabe destacar que, aproximadamente el 50% de los docentes utilizan diferentes estrategias, métodos y técnicas para la enseñanza de este contenido, sin embargo, algunas veces y casi siempre aplican el aprendizaje significativo crítico y el trabajo colaborativo. Siendo este último indicador el que se emplea con mayor frecuencia durante el desarrollo de las clases. Esta estrategia al ser practicada por lo docentes y estudiantes, fomenta la adquisición de conocimientos de forma colectiva, al mismo tiempo que obliga a examinar cuidadosamente y de manera minuciosa las debilidades individuales que se puedan presentar, de esa manera se estimula la reflexión crítica, a través de estrategias destinadas a establecer una relación entre los estudiantes y aproximarlos a metas comunes, compartir sentimientos y afectos, generando además un tipo de conocimiento con el que los estudiantes sean capaces de

plantear y resolver problemas no solo personales sino también grupales y comunitarios.

El aprendizaje significativo crítico es aplicado medianamente, lo que incide de una u otra manera en que no existe un compromiso para el logro de los objetivos pedagógicos, ni se asuma con verdadera vocación la labor formativa como una razón primordial para alcanzar un aprendizaje integral de los estudiantes.

Los docentes medianamente emplean destrezas de conocimiento, empatía e innovación. Es decir que, para llevar a cabo la labor formativa, los docentes no se preocupan por manejar un conocimiento completo y claro de este referente, no se evidencia un ambiente cordial y ameno durante los encuentros y finalmente, no muestran interés por la investigación crítica que conlleve a la autoevaluación y aplicación de estrategias innovadoras. Tales situaciones se convierten en un limitante tangible para lograr un aprendizaje de calidad y a la vanguardia de las nuevas generaciones.

Se hace necesario en primer lugar que los docentes posean conocimientos claros sobre estos referentes teóricos, luego hacer una revisión profunda sobre las estrategias de enseñanza, para que a partir de allí sean capaces de diseñar unidades didácticas fundamentadas en el aprendizaje significativo crítico y el trabajo colaborativo, y puedan ser utilizadas para un mejor abordaje de temas en Física.

Se ha desarrollado una Unidad Didáctica, que reúne todos estos elementos pedagógicos, con la intención de facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema radiación electromagnética en educación media.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el CDCHTA de la Universidad de Los Andes, a través del proyecto No. NURR-H-585-16-04-AA.

REFERENCIAS

- [1] Aranzabal, J., *La Investigación en la Enseñanza de la Física: de la anécdota a la producción de conocimiento científicamente fundamentado*, Investigações em Ensino de Ciências **10**, 103-127 (2005).
- [2] Sánchez, I., Moreira M. A. y Caballero, C., *Implementación de una renovación metodológica para un aprendizaje significativo en Física I*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **5**, 475-484 (2011).
- [3] Moreira, M. A., *Aprendizaje significativo: teoría y práctica* (VISOR. Madrid, 2000).
- [4] Ausubel, D. P., *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva* (Ed. Paidós, Barcelona, 2002).
- [5] Caballero, L., Ortega Carrascal, J. y Gutiérrez, Y., *Estrategias pedagógicas para un aprendizaje significativo de la física*, Plumilla Educativa **14**, 11-29 (2014).
- [6] Valcárcel, M. S. y Verdú, M. J., *Observación y evaluación de la enseñanza comunicativa de lenguas modernas* (Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, 1996).

- [7] Ministerio del Poder Popular para la Educación, *Currículo Nacional Bolivariano, Diseño Curricular del Sistema Educativo Bolivariano* (Caracas, Venezuela, 2007).
- [8] Delors, J. et al., *La Educación encierra un tesoro, informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI*, (UNESCO Digital Library, 1996).
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_spa>, Consultado el 19 de abril de 2022.
- [9] Moreira, M. A., *La teoría del aprendizaje significativo crítico: un referente para organizar la enseñanza contemporánea*. UNION, Revista Iberoamericana de Educación Matemática **31**, 9-20 (2012).
- [10] Ibáñez, G., *Planificación de unidades didácticas: una propuesta de formación*, En Aula **1**, 13-15 (1992).
- [11] Escamilla, A., *Las competencias en la programación del aula. Educación secundaria* (Graó Educación, Barcelona, 2011).
- [12] Viciana, J., *Planificar en Educación Física* (Inde, Barcelona, 2002).
- [13] Corrales, A., *La programación a medio plazo dentro del tercer nivel de concreción: las unidades didácticas*, EmásF, **1**(2), 1-13, (2010).
- [14] Rodríguez Palmero, M. L., *La Teoría del aprendizaje significativo*. En Rodríguez Palmero, M. L. (org.): *La Teoría del Aprendizaje Significativo en la perspectiva de la Psicología Cognitiva* (Ed. Octaedro, Barcelona, 2008, p. 7-45).
- [15] Ausubel, D. P., *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo* (Ed. Trillas, México, 1976).
- [16] Johnson, R. y Johnson, D., *Aprender juntos y solos* (Grupo Editor Aique. Buenos Aires, 1999).
- [17] Herrera, M. N., *Facebook, como estrategia didáctica. una experiencia en la Educación Media Superior*. En G. Paramio-Pérez y P. de-Casas-Moreno (Eds.). *La educación mediática en entornos digitales. Retos y oportunidades de aprendizaje* (Ediciones Egregius, Sevilla, 2017, p. 73-90).
- [18] Pérez-Mateo, M. y Guitert M., *Aprender y enseñar en línea*, En M. Guitert, *El docente en línea: Aprender colaborando en la red* (Editorial UOC, Barcelona, 2014, p. 21-48).
- [19] OpenStax. Rice University 1999-2022, <<https://openstax.org/books/f%C3%A9sica-universitaria-volumen-2/pages/16-1-ecuaciones-de-maxwell-y-ondas-electromagneticas>>, Consultado el 15 de enero de 2022.
- [20] Rodríguez-Meza, M. y Cervantes-Cota, J., *El efecto fotoeléctrico*, Ciencia Ergo Sum **13**, 303-311 (2006).
- [21] Anjos, E. dos, *Dualidade onda-partícula de luz: uma abordagem para o ensino médio*, (Dissertação do Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina. Brasil. 2019).
- [22] NASA, *The spectrum showing highly detailed parts of it*, Wikipedia.
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EM_Spectrum3-new.jpg> Consultado el 19 de abril de 2022.
- [23] Cañadas, I. y Sánchez, A., *Categorías de respuesta en escalas tipo Likert*. Psicothema **10**, 623-631 (1998).
- [24] Quero, M., *Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach*. Telos **12**, 248-252 (2010).
- [25] Cañal de León, P., *La innovación Educativa*. (Ediciones AKAL, Madrid, 2005).
- [26] Novak, J. y Gowin, D. B., *Aprender a aprender* (Ediciones Martínez Roca, Barcelona, 1988).
- [27] Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H., *Psicología educativa* (México, Trillas, 1989).
- [28] Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). HHS.gov – Departamento de Salud y Servicios Humanos. GobiernoUSA.gov.
<<https://www.cdc.gov/es/disasters/lightning/index.html>> Consultado el 19 de abril de 2022.
- [29] Instituto Nacional de Cáncer, Departamento de Salud y Servicios de los Estados Unidos, GobiernoUSA.gov.
<<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/diccionario-cancer/def/radiografia-del-torax>> Consultado el 19 de abril de 2022.
- [30] Romero, G., *Pensamiento Crítico – Una Propuesta de Aplicación para el Aula*.
<<https://gesvinromero.com/2018/08/11/pensamiento-critico-una-propuesta-de-aplicacion-para-el-aula-infografia/>> Consultado el 19 de abril de 2022.