



PERCEPCIONES ACERCA DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS DESDE LA TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES

Perceptions about electromagnetic waves from the theory of conceptual fields

Carlos Mármol

Universidad de los Andes (ULA), Venezuela

marmoncar33@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-5334-7005>

Elsy Urdaneta

Universidad de los Andes (ULA), Venezuela

elsy.urdaneta.d@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0234-7457>

Cómo Citar: Mármol, C., Urdaneta, E. (2025). Percepciones acerca de las ondas electromagnéticas desde la teoría de los campos conceptuales. *Momboy* (23), 15-28. <https://doi.org/10.70219/mby-232025-376>

RESUMEN

El propósito de la presente investigación es mostrar a través de un estudio de caso las percepciones que tienen un grupo de estudiantes de la Universidad de Los Andes, Núcleo “Rafael Rangel” (ULA-NURR) acerca del tema “Ondas Electromagnéticas” (OEM). Para ello, se procedió a presentarles algunas situaciones relacionadas con el tema señalado, atendiendo los principios y recomendaciones de la Teoría de los Campos Conceptuales (TCC) de Vergnaud y su utilización e importancia para enseñar ciencias, en específico la unidad curricular física 21. Es importante señalar que la TCC representa una alternativa pedagógica que permite comprender cómo un individuo en formación concibe un tema de ciencias. Por esta razón, con los referentes teóricos, y los resultados alcanzados en este estudio se evidencian algunas de las ideas y percepciones que tienen los participantes del estudio acerca de las OEM. Finalmente, se presenta un modo de conclusión algunas reflexiones y observaciones de manera tal que sirvan como punto de referencia para que el docente de física 21 pueda fomentar y mediar un aprendizaje eficaz y significativo del tema.

Palabras clave: Ondas, campos conceptuales, enseñanza, física.

Recibido	Revisado	Aceptado
20/12/2024	15/02/2025	10/04/2025



ABSTRACT

The purpose of this research is to show through a case study the perceptions that a group of students from the Universidad de Los Andes, Núcleo "Rafael Rangel" (ULA-NURR) have about the topic "Electromagnetic Waves" (EMW). To do this, we proceeded to present some situations related to the topic, taking into account the principles and recommendations of Vergnaud's Theory of Conceptual Fields (TCF), as well as its use and implications in the teaching of sciences, specifically for the curricular unit Physics 21. It is important to know that TCF represents a pedagogical alternative that allows understanding how an individual in training conceives a science topic. For this reason, with the theoretical references and the results obtained in the investigation, the ideas and perception that the participants have about the EMW are evidenced. Finally, some reflections and observations are presented as a conclusion in such a way that they can serve as a point of reference so that the teachers of physics 21 can promote effective and meaningful learning of the subject.

Keywords: Waves, Conceptual Fields, Physics, Teaching.

Introducción

Actualmente vivimos sumergidos en una sociedad globalizada en la que se hace necesario que la educación y los métodos de enseñanza busquen formar individuos con capacidades y destrezas que les permitan llevar un proceso de profundización y desarrollo de los conocimientos y contenidos que aprenden. Por esta razón, desde hace varias décadas se vienen desarrollando e impulsando diversas investigaciones en torno al uso de diversas teorías de enseñanza de las ciencias, tal es el caso de la Teoría de los Campos Conceptuales (TCC) presentada por el francés Gerard Vergnaud (1990), la cual representa una alternativa que permite al docente de ciencias gestionar de mejor manera los procesos a través de los cuales los estudiantes perciben y a la vez son capaces de desarrollar una idea relacionada a un tema determinado. En palabras de Carvajal y Fonseca (2016), se puede entonces decir que la TCC permite el estudio del desarrollo y aprendizaje de competencias complejas de los sujetos, ya que fomenta un marco de referencia ideal para tal fin.

Por ello, es muy importante comprender que la transmisión de valores culturales, éticos y estéticos son fundamentos esenciales que han de estar presentes en la educación, la cual requiere de nuevos métodos, vías y procedimientos para su óptimo desarrollo, permitiéndole ser eficaz y efectiva, con la idea de favorecer de alguna manera el proceso de aprendizaje de un tópico significativo, mas aun para la unidad curricular física 21 como parte esencial en la formación de un futuro ingeniero. Es así entonces, como se necesita encaminarse este aprendizaje de manera que cada estudiante se eduque de acuerdo a la época, considerando la necesidad de divulgar los avances que en la física se han logrado y como estos repercuten y están presentes en la sociedad con la que conviven a diario. (Villarreal y otros, 2005)

Por ello, la presente investigación tiene como propósito mostrar algunas percepciones epistemológicas que tienen un grupo de estudiantes de ingeniería cursantes de física en el Núcleo Universitario Rafael Rangel de la Universidad de los Andes (NURR-ULA) acerca o en relación a un determinado tópico de física. Como técnica metodológica para el desarrollo de la investigación se aplicó el estudio de casos, considerando además como referentes teóricos para la fundamentación del estudio desarrollado, la Teoría de

los Campos Conceptuales (TCC), y otros elementos teóricos necesarios considerar como referentes para el desarrollo de la investigación. Ello con la finalidad de presentar a través de las conclusiones, un espacio de reflexión sobre elementos que sirvan como referentes para el docente al momento en que se impartan las clases referentes al tema OEM.

Desarrollo

La actualización en los procesos de enseñanza de la física ha sido preocupación constante desde hace tiempo en el campo de la didáctica de las ciencias. En ese sentido, diversos autores y organizaciones internacionales han propuesto metodologías y estrategias útiles para incrementar el logro y la motivación de los estudiantes (Pérez y Falcón, 2009). Esta reflexión y muchas otras que brinda la literatura existente conducen a la necesidad constante de buscar nuevas propuestas, herramientas y modelos que propendan a una enseñanza significativa de esta ciencia.

En este sentido cabe señalar que la enseñanza y el aprendizaje de la física para estudiantes del NURR-ULA debe ir más allá de brindar solo una serie de conocimientos básicos relacionados a esta unidad curricular, o simplemente dedicarse a la resolución de problemas a través de la aplicabilidad de modelos matemáticos, ya que hoy día se requiere, además de lo señalado, hacerle comprender al estudiante que existen relaciones entre la física y las situaciones prácticas a las que se enfrentará como nuevo profesional, tal como lo señala Garza (2001) cuando explica que los cursos de física para estudiantes deben ser diseñados de manera tal que se aumente el rol participativo del estudiante, lo que demanda de la aplicación de métodos dinámicos para el desarrollo de la clase y la utilización del método científico. Sin embargo, cabe indicar que todo ello ha de pasar por profundizar en el análisis de los principales problemas y retos de la didáctica de la física actualmente, teniendo en cuenta que precisamente uno de estos problemas es la falta de sensibilización que existe en relación al estudiante, de manera tal que comprenda la aplicabilidad de esta importante ciencia en la vida cotidiana en la cual se encuentra inmerso.

Por lo señalado anteriormente, la investigación y resultados presentados en el siguiente artículo, representarán una alternativa para que los docentes conozcan algunas percepciones que tienen los estudiantes del NURR-ULA cursantes de física, de modo tal que en las diferentes etapas concernientes al rol de facilitador, el docente promueva la creatividad y a su vez fomente y genere competencias para la innovación, de tal forma que le permitan ir superando de alguna manera la enseñanza rutinaria y hacer los ajustes necesarios en los conocimientos previos que tengan los aprendices acerca del tema.

En ese sentido, es importante destacar que la base para los referentes teóricos considerados en este estudio es la TCC, ya que como se explicará en el siguiente apartado, resulta ser una propuesta y alternativa útil para impulsar el proceso de formación en las ciencias, así como de igual manera se desarrollarán otros conceptos de interés para esta investigación, cuya relación con la física y el tema OEM es significativa.

Teoría de los Campos Conceptuales (TCC)

El promotor de esta significativa teoría ha sido el francés Gérard Vergnaud, quien a comienzos de los años noventa propuso la misma, indicando entre otras cosas, que el

conocimiento que posee todo individuo o ser humano está organizado en los denominados por él campos conceptuales, y cuyo dominio es logrado por el sujeto en un extenso período de tiempo a través de la experiencia, la madurez y el aprendizaje que va adquiriendo. En términos educativos podría señalarse que esto se logra en el estudiante durante el desarrollo de todo el proceso de formación académica; entonces, es posible decir de acuerdo a Vergnaud (1990) que un campo conceptual es posible definirlo y comprenderlo como el conjunto formal y heterogéneo de problemas, situaciones, conceptos, relaciones, estructuras, contenidos y operaciones conectados unos a otros.

Por otra parte, cabe resaltar que el fundamento de la TCC es que la actividad del sujeto es el eje central del aprendizaje y del desarrollo cognitivo. En este sentido, de acuerdo con Gutiérrez y otros (2012) la TCC surge precisamente como un medio que sirve para explicar los procesos de conceptualización progresiva de las estructuras aditivas, multiplicativas y relaciones de número y espacio, razón por la cual el estudio de sus aplicaciones resulta de interés para la didáctica, pues la TCC se ha convertido en un referente teórico para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y para el estudio e investigación acerca de esos procesos.

Un aspecto relevante de señalar acerca de la TCC, es lo que indica Barrante (2006), quien dice que la misma es considerada como una teoría cognitiva, que inicialmente sirvió para ofrecer referencias teóricas para el estudio del aprendizaje en la Matemática, pero ya hoy día su uso se ha extendido en el aprendizaje de otras ciencias, ya que esta teoría de modo particular estudia procesos utilizados en el aula de clases a partir de los cuales se vislumbran nuevos aportes a la didáctica de las ciencias naturales y de la física tal es el caso de la investigación desarrolladas para el tema particular de las OEM.

La TCC de acuerdo con Vergnaud (1990), utiliza e integra en primer lugar, algunos aspectos de los aportes de Jean Piaget y Lev Vygotsky en relación al desarrollo cognitivo del ser humano, y en segundo lugar a partir de ellas alcanzó nuevos desarrollos que han permitido concretar propuestas metodológicas y estrategias para ser utilizadas por la didáctica en la investigación de sus problemas. Así, este autor procura integrar dos propuestas que explican el desarrollo intelectual del individuo y los procesos cognitivos correspondientes; a partir de ellos delinea nuevos caminos para acoplar estos conceptos a la didáctica a modo de establecer las condiciones en las que el sujeto comprende los objetos y los fenómenos que le son nuevos. En ese sentido, de acuerdo con Gutiérrez y otros (2012) puede decirse que la TCC propuesta por Vergnaud supera, a quienes les antecedieron a sus elaboraciones por sus aportes al estudio de los procesos en el aula y su contribución a la didáctica.

Los fundamentos de la TCC

Las ideas fundamentales de la TCC de acuerdo a los planteamientos de Vergnaud (Citados en Gutiérrez y otros, 2013), pueden ser resumidas a través de las siguientes afirmaciones:

- ✓ La TCC constituye los principios de base para el estudio de competencias complejas, y además al mismo tiempo permite comprender los procesos de la conceptualización progresiva de las estructuras aditivas, multiplicativas, relación de número-espacio y del álgebra.

- ✓ El conocimiento está organizado en campos conceptuales cuyo dominio por parte del sujeto ocurre a lo largo de un período de tiempo, es decir a medida que se desarrolla su proceso de formación.
- ✓ La TCC permite conocer las filiaciones y rupturas en la evolución del conocimiento. Esto significa que permite conocer como el individuo es capaz de ir reorientando sus conocimientos dentro del proceso de aprendizaje.
- ✓ La actividad del sujeto es el eje central de aprendizaje y del desarrollo.

De igual modo, señala Vergnaud (1990) que la perspectiva de desarrollo cognitivo de su teoría de campos conceptuales es heredada tal como ya lo mencionamos de Piaget y Vygotsky, por lo cual esta sirve de algún modo como punto de referencia muy importante al momento de efectuar un análisis a largo y mediano plazo de las filiaciones y rupturas en el proceso de formación del conocimiento. Asimismo, enfatiza el autor además que su motivación a estudiar los campos conceptuales se basó en la certeza que “no se puede estudiar el desarrollo de un concepto de manera aislada, porque siempre está tomado de un conjunto formando un sistema”, asimismo la conceptualización es un proceso que forma parte de la actividad y al captarlas es posible saber cómo opera en los esquemas, de allí la importancia del concepto de “invariante operatorio” y finalmente es posible entender que de las TCC un concepto es un triplete de conjuntos, a saber: un conjunto de situaciones, un conjunto de invariantes operatorios y un conjunto de formas lingüísticas y simbólicas conocidas como representaciones.

Conceptos fundamentales que utiliza la TCC.

Dentro de estos conceptos a los que se le denominan fundamentales para la TCC y que de alguna forma se han aplicados en investigaciones previas donde se utilizan la TCC como referente podemos mencionar los siguientes:

✓ **Campo Conceptual**, que puede ser concebido como un conjunto que es informal e incluso heterogéneo de problemas, situaciones, conceptos, relaciones, estructuras, contenidos y operaciones del pensamiento, conectados unos con otros y entrelazados durante el proceso de interacción. Un campo conceptual es también un conjunto de situaciones cuyo dominio requiere, a su vez, el dominio de varios conceptos de distinta naturaleza.

✓ **Esquemas**, están relacionados como la forma en cómo pueden organizarse invariablemente la conducta de un individuo en referencia a una determinada situación dada. Cabe indicar acerca de los mismos, que son ellos en quienes podemos conseguir diferentes componentes cognitivos que conceden al individuo la facultad para realizar una determinada acción operatoria, la cual esta designada puede ser conocida como concepto en acto y teorema-en-acto. (Vergnaud, 1990).

De igual manera, en referencia a los esquemas vale indicar que existe la posibilidad de hablar de esquemas únicos, lo cual tiene que ver con el aspecto de que el sujeto posee las capacidades que le otorgan la posibilidad de observar para una misma clase de situaciones conductas automatizadas y organizadas. Por lo tanto, cuando el mismo al contrario no dispone de las capacidades adecuadas se pueden observar de manera cíclica esquemas repetitivos, los cuales para llegar a una situación determinada, requieren necesariamente un reacomodo, incluso que sean separados y

combinadamente reorganizados bajo el desarrollo de un procedimiento de descubrimientos. (Vergnaud citado en Mármol y Gutiérrez, 2018)

De acuerdo con el planteamiento de Vergnaud (Citado en Moreira 2002) esquema es el concepto introducido por Piaget el cual explica o permite dar cuenta de las diferentes maneras en que se pueden organizar las habilidades sensorio-motoras y eintelectuales; las cuales generan como consecuencia acciones cuyo secuencias dependen de los parámetros de la situación propiamente planteada a los sujetos.

Vergnaud (Citado en Godiño, 2001) para facilitar la comprensión de los esquemas explica los elementos que lo integran, en primer lugar, la clase de situaciones en las cuales el sujeto puede descubrir una posible finalidad de su actividad llamadas metas y anticipaciones; en segundo lugar, las reglas de acción del tipo “si ...entonces” constituyen la parte generadora del esquema y permite la generación y continuidad de secuencias de acción del sujeto en tanto reglas de búsqueda de información y de control de los resultados de acción. En tercer lugar los invariantes operatorios y en cuarto lugar, las posibilidades de inferencia o razonamientos que permiten “calcular”, “aquí y ahora” las reglas y anticipaciones a partir de las informaciones e invariantes operatorios que dispone el sujeto, de modo que toda actividad implicada en los otros tres ingredientes requiere cálculos para esta situación.

✓ **Invariantes Operatorios**, son de acuerdo a Vernaud (1990) los conocimientos contenidos en los esquemas y constituyen la base implícita y explícita que permite obtener la información pertinente para inferir la meta a alcanzar y las reglas de acción adecuadas. Se designan con las expresiones “concepto-en-acción” y “teorema-en-acto”.

✓ **Unconcepto-en-acción** no es un verdadero concepto científico ni un teorema-en-acto un verdadero teorema a menos que se tornen explícitos. En la ciencia los conceptos y los teoremas son explícitos y forman la parte visible de la conceptualización; sin la parte escondida formada por los invariantes operatorios esta parte visible no sería nada. Recíprocamente, al hablar de los invariantes operatorios integrados en los esquemas debe recurrirse a las categorías del conocimiento explícito, a saber, proposiciones, funciones proposicionales y objetos-argumentos. (Vergnaud, 1990).

✓ **Concepto**, es una definición que adquiere sentido en el proceso de enseñanza aprendizaje al proporcionar una respuesta teórica y/o práctica y darle un papel fundamental al lenguaje y al simbolismo. La operacionalidad de un concepto debe ser experimentada por medio de situaciones variadas y el investigador debe analizar una gran variedad de conductas y de esquemas para comprender en qué consiste desde el punto de vista cognitivo; por ejemplo, el concepto de razón no se comprende sino a través de una diversidad de problemas prácticos y teóricos.

Para Vergnaud (1990); Sureda y Otero (2011) y Barrante (2006) también se puede definir el concepto como un triplete de tres conjuntos, así: las situaciones S que dan sentido al concepto, los invariantes operatorios I, objetos, propiedades y relaciones, sobre los cuales reposa la operacionalidad del concepto y permite analizar y dominar las situaciones, y, las representaciones simbólicas en tanto lenguaje natural, gráficos, diagramas, sentencias formales que se usan para indicar y representar los invariantes y en consecuencia las situaciones y los procedimientos para lidiar con ellas. Así el conjunto $C = (S, I, R)$ siendo S el referente del concepto, I el significado del concepto y R el significante.

Vergnaud (2007) nos brinda en su propuesta una alternativa a seguir y al mismo tiempo induce a todos quienes de una forma u otra estamos involucrados con los procesos de enseñanza y aprendizaje, a que es necesario abordar de manera constante un papel de acompañante con el aprendiz que al mismo tiempo les permita y facilite la posibilidad de dar sentido a las diferentes actividades planificadas para ser desarrolladas en el aula de clase, ya que en la actualidad la comunicación generalmente no es paralela entre lo dicho por el docente y el sentido que el estudiante le da a esas palabras.

Es así posible señalar en consonancia con las afirmaciones anteriores realizadas, que Vergnaud (2007) nos invita a:

El mediador asume así la responsabilidad de escoger las situaciones y de ofrecerlas al aprendiz, de clarificar la meta de la actividad, de contribuir a la organización de dicha actividad, incluyendo la toma de información y la asunción del control, de hacer emerger, al menos parcialmente, los conceptos y los teoremas pertinentes, de facilitar las inferencias en situación (p. 161).

Por su parte, Moreira (2002) explica que uno de los procedimientos para comprender el desarrollo cognitivo en el acto o en desarrollo de una situación problemática que está inmersa desde todos los enfoques parciales porque aplica a cualquier situación holística es la TCC e indica que “la teoría de los campos conceptuales, es una teoría compleja, pues involucra la complejidad derivada de la necesidad de abarcar en una única perspectiva teórica, todo el desarrollo de situaciones progresivamente controladas, de conceptos y teoremas necesarios para operar eficientemente en esas situaciones, y de las palabras y símbolos que pueden representar eficazmente esos conceptos y operaciones para los estudiantes, dependiendo de sus niveles cognitivos.

Ondas Electromagnéticas.

Con la intención de comprender un poco sobre lo que es una OEM, es muy importante tener presente lo que indica Young y Freedman (Citado en Mármol y Gutiérrez, 2018) en donde se señala que este tipo de ondas aun cuando posee aspectos y características similares a las mecánicas, difieren a estas ya que en su composición cuenta con la presencia de campos vectoriales, el campo eléctrico (E) y el campo magnético (B) ambos campos variables en el tiempo y además perpendiculares entre sí.

Por otra parte, este tipo de ondas por sus características propias y muy peculiares resultan ser muy útiles en diferentes campos de las ciencias en general, y además según Vera (Citado en Mármol y Gutiérrez, 2018) dentro de estas ondas se incluyen las ondas de radio, infrarrojo, luz visible, rayos ultravioletas, rayos X, rayos gamma.

De igual manera, por medio de Vera (Citado en Mármol y Gutiérrez, 2018) es posible señalar que a las OEM también se le atribuyen ciertas propiedades claves, entre las que se pueden mencionar las siguientes:

A.- La dirección de propagación de una OEM, que es la dirección que resulta de realizar el producto cruz entre el vector campo eléctrico y el vector magnético.

B.- De igual manera, existe una razón definida entre la magnitud del vector campo eléctrico y la magnitud del vector campo magnético, la cual se denomina o se le conoce con el nombre de energía transmitida.

C.- Tienen la capacidad de viajar en el vacío con rapidez definida e invariable.

D.- Las OEM no requieren o necesitan de la presencia de un medio físico para su propagación a diferencia de las ondas mecánicas. (Mármol y Gutiérrez, 2018; p.9)

De acuerdo con Moura y otros (2014) las OEM también suele denominarseles radiación electromagnética, y además señala en relación a estas que se caracterizan por tener los siguientes parámetros:

Frecuencia (f); indicando que estas se definen como los cambios por segundo del vector E o B . Se expresa en Hercio (Hz). Longitud de onda (λ): es la distancia entre dos crestas o dos valles consecutivos de la onda. Se expresa puede expresar en nanómetro (nm), milímetro (mm), centímetro (cm), metro (m), kilómetro (km); Intensidad del campo eléctrico (E): corresponde a la fuerza ejercida sobre una partícula cargada independientemente de su movimiento en el espacio. Se expresa V/m . Intensidad de campo magnético (H); es correspondiente con la fuerza que recibe una carga que se mueve en un entorno próximo a una corriente eléctrica o un campo magnético estático en el vacío. Se puede expresar en amperes por metro (A/m). La velocidad (v); es la velocidad de la luz, su frecuencia (f) y longitud de onda (λ) están relacionadas en la siguiente ecuación: $v = f \cdot \lambda$. Vector de Poynting (S); es equivalente a la transferencia de energía, representa la magnitud y la dirección de la densidad del flujo electromagnético. Se calcula, $S = E \times H$ y se expresa en vatios por metro cuadrado (W/m^2). (p.213)

Método

22

La investigación es de tipo cualitativa, específicamente enmarcada dentro de lo que se entiende como un estudio de caso, el cual de acuerdo con Eisenhardt (citado en Martínez, 2006) es “una estrategia de investigación dirigida a comprender las dinámicas presentes en contextos singulares”(p.174).

Participantes

En el desarrollo de este estudio se conto con la participación de cuatro (4) alumnos de Física 21 que para el momento cursan la asignatura, y que además corresponde a la formación del ciclo básico de ingeniería del Núcleo Rafael Rangel de la Universidad de los Andes (NURR-ULA, Venezuela), de ambos géneros, es decir estudiantes tanto de sexo femenino como masculino con una edad promediada en general de 19 años. Para la selección de estos estudiantes se hizo un muestreo de conveniencia, seleccionando los estudiantes cursantes de la asignatura señalada, por ser estudiantes de ingeniería, constituyendo una muestra no probabilística.

Técnicas de Recolección de Datos

Para la recolección de los datos atendiendo lo recomendado por la TCC se elaboró un instrumento basado en el planteamiento de situaciones relacionadas al tema estudio, las cuales servirían como disparadores para que cada uno de los participantes de la investigación expresara sus ideas y conocimientos previos acerca del tema OEM.

Criterios de validez y confiabilidad

Se procedió a someter los instrumentos utilizados al juicio de expertos en la didáctica y enseñanza de la física.

Procedimiento para la recolección de datos

Para esta etapa de la investigación se aplicó el instrumento señalado a los informantes clave (estudiantes cursantes de física 21). Indicándoles cual era el intervalo de tiempo estimado para dar respuesta al cuestionario, el cual se aplicó durante la hora correspondiente a la clase de la asignatura. Se procedió además a informar de manera breve los propósitos de la investigación, indicándoles a los participantes las instrucciones y recomendaciones pertinentes. Así mismo, se les informó que los resultados obtenidos de los instrumentos aplicados no tendrían ninguna relación con las evaluaciones y calificaciones de la materia que cursan, y que la información es de carácter confidencial.

Procedimiento para el análisis de los resultados

Para realizar el análisis cualitativo de los datos se utilizó el Software Atlas.Ti, que facilita la interpretación de los datos recolectados, el uso de este software permite la segmentación del texto en pasajes o citas, la codificación, la escritura de comentarios y anotaciones simultáneamente; herramientas estas que pudieran resultar ser complicadas si pretendiéramos utilizarlas sin disponer del programa, pues todas estas tareas tendrían que ser realizadas ayudándonos con papel, lápices de colores, tijeras, fichas, fotocopias, reglas; entre otros elementos y herramientas necesarias (Muñoz, 2005, p. 2).

Resultados y discusión

Una vez procesada la información recabada durante el desarrollo de la investigación para cada los casos de estudio, se procede a continuación a mostrar los siguientes resultados:

Caso 1: Existen contradicciones conceptuales en las ideas expresadas por el informante, por lo que es posible señalar la existencia de nociones o ideas asociadas al tema OEM erradas, resaltando estos aspectos negativos específicamente en los elementos conceptuales que tienen que ver con transmisión y recepción de una OEM. Esto de acuerdo a la TCC expuesta por Vergnaud (1990) sugiere que el campo conceptual OEM no está consolidado de manera correcta y adecuada por lo tanto es muy importante que el docente rompa con esa filiación que existe, ya que las mismas hacen que el estudiante se contradiga en las opiniones emitidas. (Ver figura 1)

Caso 2: El individuo expresó de igual forma ciertos errores conceptuales pero a una menor cantidad que el caso 1. Cabe indicar que estas ideas erradas estuvieron mayormente asociadas y concentradas en el cómo se generan las OEM, sus usos y aplicaciones. Esto es un claro indicativo que es precisamente acerca de estos elementos que conforman el campo conceptual OEM en especial en donde el estudiante a pesar de sus errores posee un mayor conocimiento previo asociados a su estructura cognitiva, tal como lo indica Vergnaud (1990) indica. (Ver figura 2)

Figura 1:
Red semántica informante caso 1

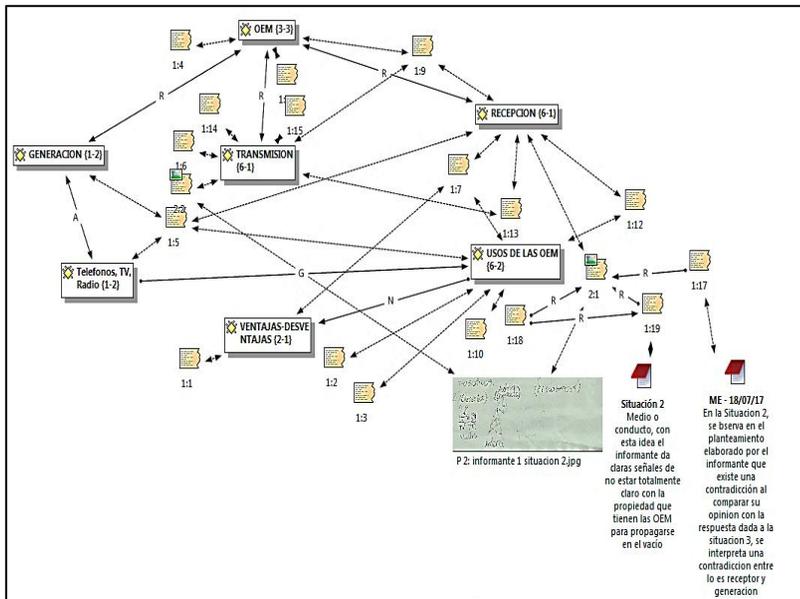
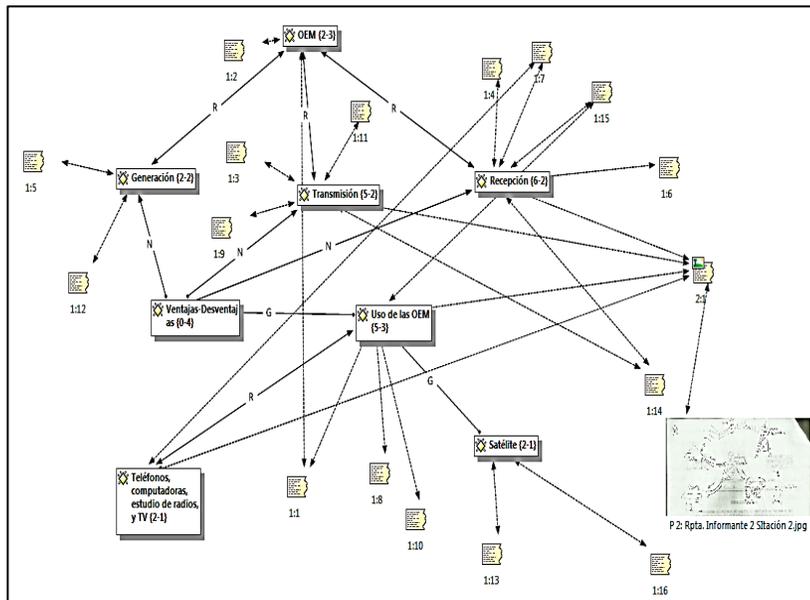


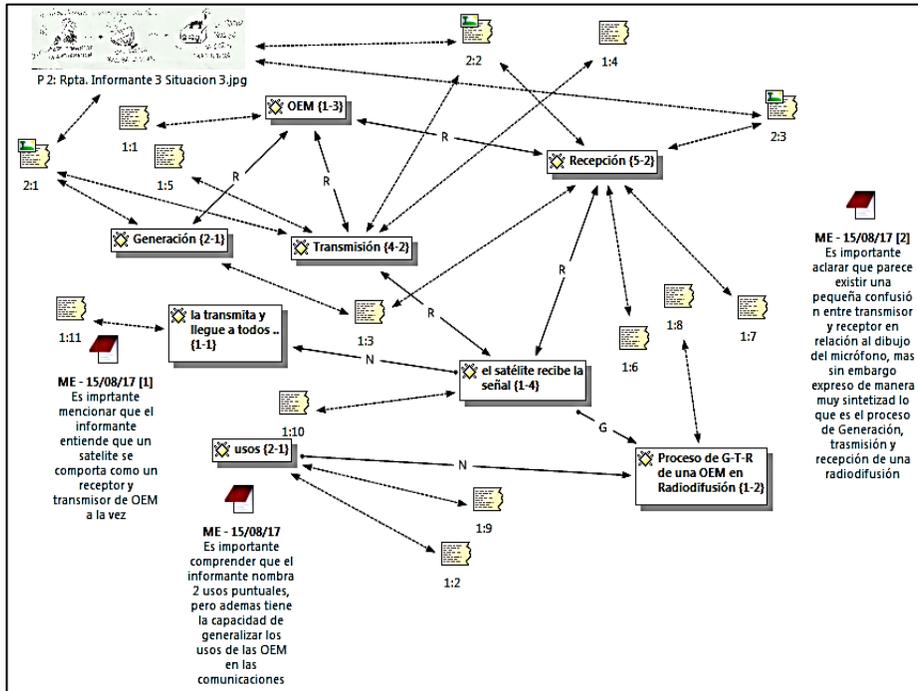
Figura 2:
Red semántica informante caso 2



Caso 3: En base a lo observado, el estudiante tiene una conceptualización de los aspectos teóricos relacionados a las OEM más sólido y claro que los anteriores. Lo cual en contexto con la TCC indica que el individuo tiene una mayor capacidad y dominio acerca del tema. Por otra parte, las evidencias de la investigación permiten destacar que no se encontró certeza alguna en la información recabada que permita detectar alguna contradicción en las ideas expresadas por el mismo acerca del tema a diferencia de los

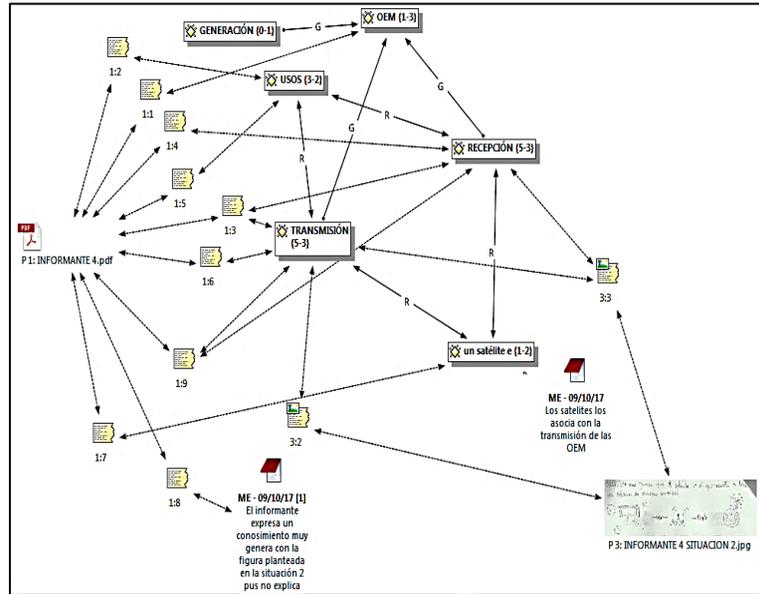
casos 1y 2. De igual manera en la respuesta planteada por este informante a una de las de las situaciones planteadas en el instrumento, se pudo evidenciar un esfuerzo especial realizado por el estudiante para abordar y sintetizar todo el proceso de generación, transmisión y recepción de una OEM, lo que indica claridad y solides en los invariantes operatorios asociados al campo conceptual OEM. Todo ello es sustentable desde los fundamentos teóricos propios que propone la teoría de los campos conceptuales. (Ver figura 3)

Figura 3:
Red semántica Informante 3



Caso 4: el estudiante tiene una conceptualización de los aspectos teóricos relacionados con el tema OEM amplia, sólida y más claro en comparación con los casos 1 y 2 anteriormente señalados, en este sentido, cabe señalar que no se observó evidencia alguna en los datos e información recabada que permita detectar lo contrario a cada una de las afirmaciones que el informante dio a las situaciones propuestas en el instrumento utilizado para el desarrollo de la investigación. Se observa además que existe un esfuerzo por destacar y resaltar el concepto acerca de OEM en donde claramente toda la información coincide con todo el proceso de generación, transmisión y recepción de una onda. (Ver figura 4).

Figura 4:
Red semántica Informante caso 4



Conclusión

Una vez finalizada la investigación y considerando los resultados arrojados en en la misma, es posible señalar que para los casos de estudio que conforman la investigación, existen alguna contradicciones conceptuales relacionadas con el tema OEM, elementos estos que desde la TCC pueden ser percibidos como un indicativo claro de que los informantes claves poseen o tienen algunos invariantes operatorios que no son correctos, por lo cual lo conducen a plantear ciertas contradicciones, a la hora de expresar sus respuestas en el instrumento, situación que amerita y debe ser modificada a través de nuevas estrategias y herramientas didácticas que impulsen el proceso de aprendizaje del tema de manera idónea y significativa.

De igual forma, otro aspecto significativo observado durante la investigación es que el uso de las situaciones, tal como lo indica la TCC resultan ser una alternativa que le permite al docente conducir actividades en las clases de manera que se pueda gestionar el conocimiento acerca de un contenido en específico a desarrollar, ya que a través del estudio desarrollado es posible que se disponga de una visión clara acerca de los conocimientos previos que acerca de las OEM.

Por ello, resulta muy significativo indicar que con el desarrollo de la investigación se puede establecer de manera clara que la TCC representa una herramienta muy significativa, ya que le permite al docente detectar cuales y como han de ser atendidos los conocimientos previos de sus estudiantes en el aula de clase, de manera tal que se puedan efectuarse las correcciones pertinentes e inherentes al tema durante el mismo desarrollo del proceso de aprendizaje de forma eficaz y rápida.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Fuentes de Financiamiento: Ninguna declarada.

Contribución de autoría: Los autores declaran haber contribuido en la misma proporción.

Referencias

- Barrante, H. (2006). La teoría de los campos conceptuales de Gérard Vergnaud. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, 2(1), 1-9. [Documento en línea] disponible: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/6887/6573>. [Consultado el 8.12.2023]
- Carvajal, A. y Fonseca, J. (2016). La teoría de los campos conceptuales y su papel en la enseñanza de las matemáticas. *Uniciencia*. 30, (1), 17-31. Universidad Nacional, Costa Rica. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475948285003>
- Garza, R. (2001). El Rol de la Física en la formación del ingeniero. *Depositorio académico digital*. Universidad de Nuevo León. ISSN 1405-0676. 4(13), 48-53.
- Godiño, J. (2001). Confrontación de herramientas teóricas para el Análisis cognitivo en didáctica de las matemáticas. Consultado en Julio 16 2024. Disponible en: <https://www.ugr.es/~jgodino/siidm/huesca/Confrontacion.PDF> [Documento en línea]
- Gutiérrez, Gladys., Arrieta, X y Melean, R. (2013). Fundamentos de la Teoría de los campos Conceptuales de Gerard Vergnaud. Universidad de Los Andes. *Revista ÁGORA Trujillo*. 15, (30). 37-58. <http://www.scielo.org.mx/pdf/sine/n41/n41a12.pdf>
- Gutiérrez, G; Arrieta, X y Meleán R. (2012). La Teoría de los Campos Conceptuales. Un modo de abordar investigaciones en enseñanza de la Física. *Revista Educare*. UPEL. 16(3), 4–27. Consultado en Agosto 15 2022. Disponible en: <https://revistas.investigacion-upelipb.com/index.php/educare/article/view/173>
- Mármol, C y Gutiérrez, G. (2018). La Actitud en Estudiantes de Física acerca de Las Ondas Electromagnéticas. *Revista Electrónica facultad de ingeniería de la Universidad Valle del Momboy*. 12 (1), 1-18.
- Martínez, P. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica *Pensamiento & Gestión*. núm. 20, julio, 2006, 165-193. Universidad del Norte Barranquilla, Colombia. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64602005>
- Moreira, M. (2002). La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, a enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. *Investigaciones en enseñanza de las ciencias*, 7(1). 1-28.
- Moura, R., Ávila., I y Raúl, B. (2014). Los campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja y su impacto sobre la salud de los seres humanos. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 52(2), 210-227.
- Muñoz, J. (2005). *Análisis cualitativo de datos textuales con ATLAS.ti5*. Consultado en Diciembre 10 2022. Disponible en: <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0101.pdf>
- Pérez, L. y Falcón, N. (2009). Diseños de Prototipos Experimentales orientados al aprendizaje de la Física. *Revista EUREKA sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 6 (3), 452-465.
- Sureda, P y Otero, R. (2011). Nociones fundamentales de la teoría de los Campos Conceptuales. *Revista Electrónica de investigación en Educación en ciencias*. 6 (1). Junio. 2011, 1-14. Buenos Aires Argentina.
- Vergnaud, G. (1990). La Teoría de los Campos Conceptuales. *Recherches en Didactique des Mathematiques*, 10 (2), 133-170.
- Vergnaud, G. (2007). ¿En qué sentido la Teoría de los Campos Conceptuales puede ayudarnos para facilitar aprendizaje significativo? *Investigaciones em Ensino de Ciências*. 12 (2), 285-302.

Mármol y Urdaneta (2025)

Villarreal, M; Lobo, H; Gutiérrez, G; Briceño, J; Rosario, j y, Díaz, J. (2005). La enseñanza de la física frente al nuevo Milenio. Revista Academia. Universidad de los Andes. 4 (8), 2-5. Disponible en: <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/academia/issue/view/484/showToc>