

CARTOGRAFÍA CONCEPTUAL APLICADA EN UN CAMPO ESPECÍFICO DE LA DOCENCIA

V. Hernández López¹
R. Ibarra Quevedo²

RESUMEN

En la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) del Instituto Politécnico Nacional, dentro de la currícula de la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica se encuentra la Unidad de aprendizaje denominada Transmisores correspondiente al octavo semestre de la carrera de ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, en el primer bloque se desarrolla la base teórica conceptual del curso y su dominio redundante en el correcto desarrollo de los siguientes bloques que son mucho más prácticos.

El objetivo de este trabajo es presentar el desarrollo de la estrategia de aprendizaje Cartografía Conceptual (Tobón, 2013) aplicada durante el desarrollo de la competencia de la primera unidad de Introducción, que se plantea a continuación: “Aplica con responsabilidad la clasificación del espectro radioeléctrico para seleccionar la banda de frecuencia adecuada en los servicios de radiocomunicaciones de acuerdo al Cuadro Nacional de Asignación de Frecuencias”

Dentro de los resultados obtenidos se tiene que a través de la cartografía se ha analizado el concepto del Espectro radioeléctrico y se presenta listo para su aplicación práctica en el grupo de octavo semestre de la Unidad de aprendizaje “Transmisores”. Por otra parte la realización de esta cartografía fue fundamental para la reflexión sobre el contenido de la unidad “Transmisores”, así mismo permitió conceptualizar el contenido del primer bloque de esta Unidad de aprendizaje.

ANTECEDENTES

La Cartografía conceptual (Tobón, 2013), es una estrategia de aprendizaje en el modelo por competencias, que el estudiante debe aprender y aplicar, ya que permite analizar un concepto desde diversas dimensiones y lograr comprender mejor un concepto. Se enfoca en conceptos fundamentales e integradores.

En este artículo se presentan los resultados de su aplicación en el análisis del concepto de Espectro radioeléctrico, el cual es fundamental en la Unidad de Aprendizaje denominada Transmisores, de la currícula de la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, que se imparte en la ESIME Culhuacán, perteneciente al IPN.

Se decidió trabajar esta estrategia con este concepto en particular debido a que es el concepto fundamental sobre el que se desprende todo el desarrollo de la mencionada Unidad de Aprendizaje que desarrolla en el alumno competencias tales que le permitan integrarse al medio de las telecomunicaciones.

METODOLOGÍA

Para la realización de esta cartografía, se trabajó con la competencia correspondiente al primer bloque de la Unidad de aprendizaje de Transmisores del octavo semestre de la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y electrónica, la cual se describe como: “**Maneja**

¹ Académica de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Instituto Politécnico Nacional. Unidad Culhuacán. vhernandezl@ipn.mx.

² Académico de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Instituto Politécnico Nacional. Unidad Culhuacán. varraraul@yahoo.com.mx.

con responsabilidad la clasificación del espectro radioeléctrico para seleccionar la banda de frecuencia adecuada en los servicios de radiocomunicaciones de acuerdo al Cuadro Nacional de Asignación de Frecuencias”. Se elige esta competencia por ser la base teórica-conceptual para la comprensión y desarrollo de los demás bloques que componen la Unidad de aprendizaje, además de ser una competencia específica de los Ingenieros en comunicaciones y electrónica.

El concepto central de esta competencia es el que corresponde al Espectro radioeléctrico y este concepto se analiza desde los siguientes ejes:

1.- Ejemplificación del concepto central

Para la comprensión de este concepto se puede pensar en el Espectro Radioeléctrico como una red de carreteras, las cuales tiene diferente afluencia y cada carretera está dividida en carriles para agilizar la vialidad, sin embargo mientras los vehículos ocupen estos carriles y no liberen el espacio, no pueden llegar otros vehículos a circular sino hasta que el camino se encuentre despejado; al igual que en la carretera en el espectro radioeléctrico la posibilidad de su utilización depende de la saturación de los carriles (bandas de frecuencia) ya que al estar utilizando un carril para transportar información de un operador, otro operador deberá esperar que dicho carril sea despejado, ya que no pueden ser usados al mismo tiempo, así como un carril no puede ser ocupado por dos vehículos en el mismo instante.

El ejemplo anterior ilustra que al igual que las carreteras en la rama de las telecomunicaciones se debe conocer, gestionar y reflexionar sobre la asignación de una banda del espectro radioeléctrico en México, puesto que es un bien nacional y se encuentra regulado por la Ley General de Bienes Nacionales (2009) que indica: *“El uso, aprovechamiento o explotación del espectro radioeléctrico según su clasificación, podrá realizarse mediante concesiones, permisos o asignaciones otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezca la regulación aplicable”.*

2.- Definición

El espectro radioeléctrico es un concepto fundamental en materia de telecomunicaciones que puede ser definido como el segmento de frecuencias comprendido en el espectro electromagnético, ubicado en el rango de ondas electromagnéticas que van de 3KHz a 3000GHz. descrito en la Figura 1, y es el medio en que se propagan las ondas electromagnéticas que se utilizan en las telecomunicaciones para la transmisión de información como son voz, datos o imágenes. Es justamente la porción de frecuencias donde operan las emisoras de radio AM y FM, la televisión abierta y restringida, las microondas, los sistemas satelitales (Higuera y Luis, 2007).

Es un bien intangible que constituye un bien de dominio público, sobre el cual el Estado ejerce su soberanía por lo que su regulación y control es necesario para evitar que las interferencias degraden la calidad de las comunicaciones inalámbricas (SCT, 2012).

El término espectro radioeléctrico, es un término complejo compuesto por la palabra espectro que proviene del latín spectrum (imagen), la cual proviene del verbo specere (observar, mirar), la palabra radio viene del latín radius (rayo de luz), mientras que la

palabra eléctrico fue acuñada por el físico y médico británico William Gilbert usando la palabra griega electrón (ámbar) más el sufijo ikos (relativo a) que nos habla del fenómeno producido por la combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes y que se propaga a través del espacio en todas direcciones, en forma de ondas electromagnéticas, llevando energía de un lugar a otro.

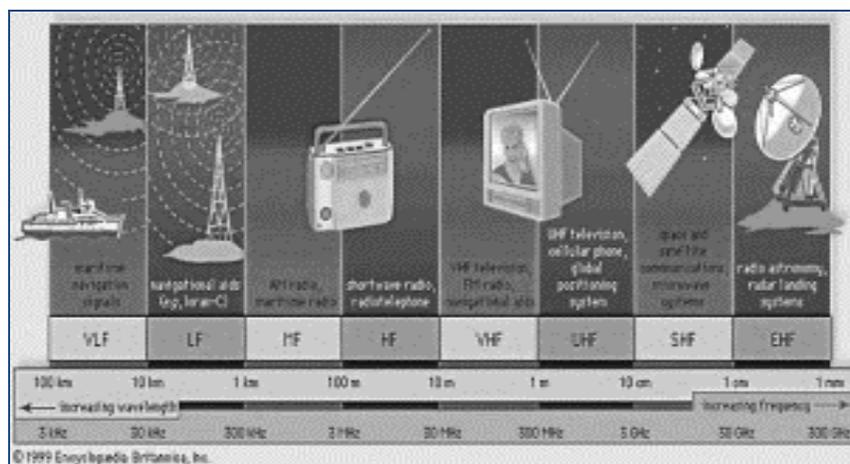


Figura 1. Espectro Radioeléctrico

Las bases teóricas de la propagación de ondas electromagnéticas fueron descritas por primera vez por James Clerk Maxwell, Heinrich Rudolf Hertz, entre 1886 y 1888 fue el primero en validar experimentalmente la teoría de Maxwell. El uso de esta tecnología por primera vez es atribuido a diferentes personas como son: Alejandro Stepanovich Popov quien hizo sus primeras demostraciones en San Petersburgo, Rusia; Nikola Tesla en San Luis (Misuri), Estados Unidos y Guillermo Marconi en el Reino Unido.

El primer sistema práctico de comunicación mediante ondas de radio fue el diseñado por Guillermo Marconi, quien en el año 1901 realizó la primera emisión trasatlántica radioeléctrica.

Es importante comprender que las ondas del espectro radioeléctrico se propagan en el espacio, por lo que no se limitan a las fronteras territoriales de un solo país; sin embargo, sí se puede generar otro tipo de límites, como son los tecnológicos, por lo tanto su regulación y control son de gran importancia para su correcto aprovechamiento. En consecuencia, la gestión y control del espectro se consigue principalmente por medio de tratados y/o acuerdos internacionales que fijan los lineamientos que habrán de adoptarse y adaptarse posteriormente al interior de cada país.

3.- Categorización del Concepto

En este sentido, se ubica el concepto dentro de la clase inmediata superior, en este caso particular resulta que el espectro radioeléctrico está contenido dentro del espectro electromagnético y éste a su vez se encuentra conformado por ondas electromagnéticas, estudiadas y descritas por la Teoría electromagnética.

4.- Caracterización del Concepto

Básicamente el hablar del espectro radioeléctrico es algo complejo ya que resulta que es, un recurso natural limitado, no podemos verlo, tocarlo u olerlo, sin embargo constituye la materia prima base para la industria de las Telecomunicaciones y es extremadamente extenso (grande).

Como ya se ha señalado en relación con el espectro radioeléctrico es que se trata de un bien intangible, por lo que su descripción resulta un tanto compleja, sin embargo se debe tener en cuenta como características esenciales que es (Peralta y Luis,2007):

- 1.- Una radiación electromagnética
- 2.- Que se propaga a través del espacio en forma de ondas electromagnéticas
- 3.- Se caracteriza por dos variables: i) frecuencia de sus oscilaciones; y ii) longitud de las mismas.
- 4.- Las frecuencias de estas ondas electromagnéticas se expresan en:
 - a) *kilohertzios* (kHz) hasta 3000 kHz, inclusive;
 - b) *megahertzios* (MHz) por encima de 3 MHz hasta 3000 MHz, inclusive; y
 - c) *gigahertzios* (GHz) por encima de 3 GHz hasta 3000 GHz
- 5.- La administración del espectro radioeléctrico, ha propiciado que éste se subdivida en bandas de frecuencia
- 6.- Que no se extingue, pero es escaso, ya que puede llegar a saturarse, de ahí la importancia de una administración efectiva y responsable del mismo.

5.- Diferenciación del concepto

Los conceptos cercanos al del espectro radioeléctrico pero bien diferenciados son:

- a. La radiación electromagnética.

Que desde el campo de la física se define como un fenómeno producido por la combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes y que se propaga a través del espacio en todas direcciones, en forma de ondas electromagnéticas, llevando energía de un lugar a otro. (Lorraine y Corson, 1972).

- b. Las ondas electromagnéticas.

Que son las ondas que se generan por el proceso de radiación electromagnética, descrito anteriormente, éstas se encargan de llevar energía de un lugar a otro. A diferencia de otro tipo de ondas, las electromagnéticas se propagan por el espacio sin necesidad de una guía artificial, como podrían ser cables, hilos, fibra, por lo que pueden propagarse en el vacío o en el espacio. El conjunto de frecuencias de las ondas electromagnéticas va desde los 3 Hz hasta aproximadamente los 10^{25} Hz. (Peralta y Luis, 2007).

Debe hacerse notar que no todas las ondas electromagnéticas son propicias para usarse como medios de transmisión de los servicios de telecomunicaciones y radiodifusión, de forma que sólo las que se encuentran en determinado rango serán susceptibles de ser empleadas para la prestación de este tipo de servicios.

6.- Clases o tipos

La necesidad de control internacional para la correcta administración del espectro radioeléctrico, ha propiciado que este se subdivida en bandas de frecuencia, que designan una porción del espectro radioeléctrico y cuya división se realiza atendiendo a criterios

técnicos relacionados con los servicios que, por las características propias de la porción designada, resultan mayormente viables en determinada banda (CNAF, 2012).

El espectro radioeléctrico se subdivide en nueve bandas de frecuencias, que se designan por números enteros, en orden creciente, de acuerdo con la Figura 2.

Dado que la unidad de frecuencia es el hertzio (Hz), las frecuencias se expresan:

- en kilohertzios (kHz) hasta 3 000 kHz, inclusive;
- en megahertzios (MHz) por encima de 3 MHz hasta 3 000 MHz, inclusive;
- en gigahertzios (GHz) por encima de 3 GHz hasta 3 000 GHz, inclusive.

Número de la banda	Símbolos (en inglés)	Gama de frecuencias (excluido el límite inferior, pero incluido el superior)	Subdivisión métrica correspondiente	Abreviaturas métricas para las bandas
4	VLF	3 a 30 kHz	Ondas miriamétricas	B.Mam
5	LF	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas	B.km
6	MF	300 a 3 000 kHz	Ondas hectométricas	B.hm
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas	B.dam
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas	B.m
9	UHF	300 a 3 000 MHz	Ondas decimétricas	B.dm
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas	B.cm
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas	B.mm
12		300 a 3 000 GHz	Ondas decimilimétricas	

NOTA 1: La «banda N» (N = número de la banda) se extiende de $0,3 \times 10^N$ Hz a 3×10^N Hz.

Figura 2. Clasificación de espectro radioeléctrico (CNAF 2012)

7.- Vinculación del concepto

Principalmente tiene vinculación con estas disciplinas y corrientes:

- a. La sociedad del conocimiento y las TIC:

A partir de la 3ª Revolución Industrial a mediados del siglo XX, se incorporan nuevas fuentes de energía y la información digital es abundante y se utilizan los medios electrónicos para manipularla. Se conforma una sociedad donde “Todos pueden crear, acceder, utilizar y compartir información y el conocimiento para hacer que las personas, comunidades y pueblos puedan desarrollar su pleno potencial y mejorar la calidad de sus vidas de manera sustentable” (Unión General de Telecomunicaciones 2003, España)

- b. La Física de las ondas electromagnéticas

Particularmente con la Teoría electromagnética de Maxwell, en 1865 James Clark Maxwell emprendió la tarea de determinar las propiedades de un medio que pudiera transportar luz, así como la transferencia de calor y electricidad. Maxwell demostró matemáticamente la existencia de campos magnéticos y eléctricos perpendiculares entre sí y que a manera de ondas podían propagarse tanto en el espacio vacío como a través de algunas sustancias. Con lo anterior, Maxwell sugirió que la luz es en realidad ondas o radiaciones

electromagnéticas. Esta teoría fue comprobada experimentalmente en 1885 por Henrich Hertz, quien probó que la radiación electromagnética puede ocurrir a cualquier frecuencia, como en la luz, en la radiación térmica y en las ondas de radio, las cuales son de la misma naturaleza y viajan a la velocidad de la luz (Lorraine y Corson, 1972).

c. Los servicios de radiocomunicación y factores que intervienen en la atribución del espectro.

Factores técnicos

- La idea general es que a mayor frecuencia, mayor es la atenuación que presenta la señal, de forma que se necesita más potencia en transmisión para proporcionar la misma cobertura. Sin embargo a bajas frecuencias las antenas presentan menor eficiencia y son de tamaño mayor.
- Debido a las características de propagación a ciertas frecuencias, no se puede limitar su uso dentro de las fronteras de un país. Por esto motivo ciertos servicios con zonas de transmisión muy amplias, como son los espaciales, requieren atribuciones mundiales.
- El ancho de banda es un parámetro clave para transmitir mayor cantidad de datos, es decir, proporcionar más calidad.
- Otros factores que se han de tener en cuenta son la absorción de la atmósfera a ciertas frecuencias, interferencias ambientales o la geometría del terreno.

Factores operacionales

- Algunos servicios como los móviles marítimo y aeronáutico precisan planes mundiales de atribución o disposición de canales en todas las zonas geográficas, pues sus funciones exigen una movilidad de explotación y un funcionamiento internacional.

Factores económicos

- Se trata de facilitar la disponibilidad de equipos para los mercados internacionales y reducir los costes de producción, ayudando especialmente a hacer frente a los requisitos de los países en desarrollo (CNAF, 2012).

8.- Metodología de aplicación del concepto

En esta parte se plantea la metodología que debe aplicarse para la puesta en práctica del concepto dentro del contexto de las telecomunicaciones y de acuerdo a la competencia que se debe desarrollar: **Aplica con responsabilidad la clasificación del espectro radioeléctrico para seleccionar la banda de frecuencia adecuada en los servicios de radiocomunicaciones de acuerdo al Cuadro Nacional de Asignación de Frecuencias (CNAF), en México.**

- 1.- Comprender la naturaleza del espectro radioeléctrico y su distribución en bandas de frecuencia.
- 2.- Conocer el tipo de servicio de radiocomunicación del que se trate.
Al señalar las modalidades de las radiocomunicaciones explicando cada una con ejemplos de los servicios que prestan es posible que clasifique un servicio en particular.
- 3.- Delimitar correctamente la frecuencia en la que opera el servicio específico.

Al determinar las necesidades de banda de frecuencia y ancho de banda en que opera el servicio ya que aplica la terminología y entiende de qué servicio se trata.

4.- Determinar la banda de frecuencia que puede soportar el servicio.

Al conocer la distribución del espectro radioeléctrico puede explorar la clasificación del mismo y determinar en qué banda se establece la frecuencia y el uso para el servicio.

5.- Sobre el Cuadro de asignación de frecuencias localizar la frecuencia y determinar si es de uso libre o se debe licitar o es de uso exclusivo del gobierno.

Al examinar a detalle el documento del CNAF se localiza la frecuencia detallada y se observa en qué caso cae la frecuencia de interés, determinando si la banda en cuestión es de uso comercial, gubernamental o libre y proponiendo la gestión correspondiente, o en su defecto proponiendo una banda que sea posible usar con las modificaciones tecnológicas apropiadas. En la Figura 3 se muestra el gráfico de la cartografía realizada.

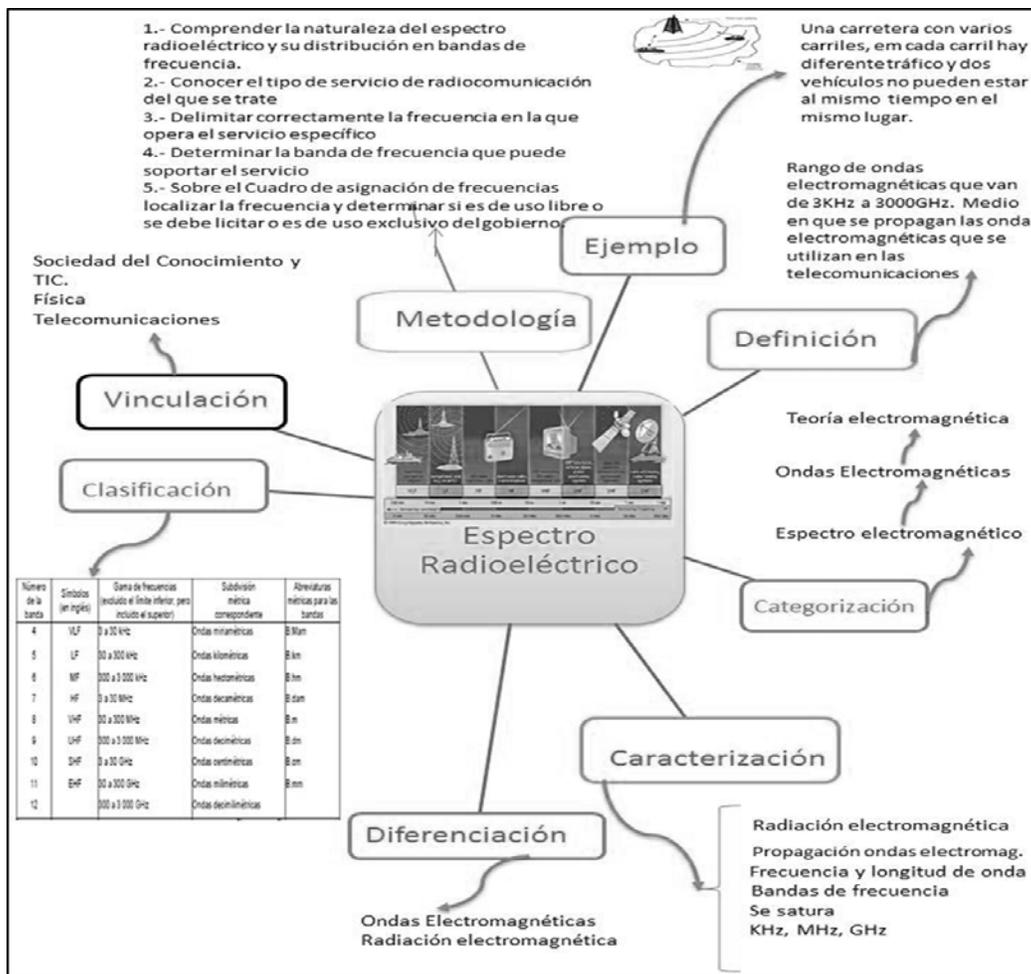


Figura 3. Gráfico de la cartografía

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A través de la cartografía se ha analizado el concepto del Espectro radioeléctrico y se presenta listo para su aplicación práctica en el grupo de octavo semestre de la Unidad de

aprendizaje “Transmisores”. Por otra parte la realización de esta cartografía fue fundamental para la reflexión sobre el contenido de la unidad introductoria de “Transmisores”, asimismo permitió conceptualizar el contenido del primer bloque de esta Unidad de aprendizaje.

Más allá de registrar el trabajo en el aula, se presenta el resultado de trabajar esta estrategia de forma colaborativa entre los 10 integrantes de este curso, bajo la mediación del docente.

Esta cartografía fue trabajada en colaboración con los alumnos y ello les ha permitido reflexionar sobre los contenidos de la unidad de aprendizaje con la motivación consecuente sobre el curso completo, también les ha permitido comprender, interactuar y aplicar un concepto en forma holística para desarrollar la competencia específica de este bloque evitando los ejercicios de repetición memorística que resultan insuficientes en este nivel de educación.

Además, al comparar el desarrollo de la cartografía con los contenidos de la primera unidad de la UA, se verifica que son abarcados en su totalidad y de esta manera el alumno los maneja usando criterios y fundamentos tanto de la regulación (nacional e internacional) de telecomunicaciones como de los expertos de la bibliografía consultada.

RECOMENDACIONES

Fue logrado el análisis de un concepto medular para la asignatura de Transmisores y se evita de esta manera que los alumnos perciban los contenidos conceptuales fuera del contexto de la realidad.

Se recomienda utilizar esta estrategia para conceptos fundamentales que deben ser analizados desde múltiples dimensiones y dentro de contextos reales.

BIBLIOGRAFÍA

Ley General de Bienes Nacionales (2009) Sección Telecomunicaciones. México.

Lorrain P. y Corson D. (1972). *Campos y ondas electromagnéticas*. (5ª. Ed) México, Selecciones Científicas.

Peralta, J. y Luis, C. (2007). *El espectro radioeléctrico y su gestión en la Regulación de las Telecomunicaciones*. México. Porrúa.

SCT (2012) Cuadro Nacional de Asignación de Frecuencias. CNAF.

SCT (2012) Espectro Radioeléctrico en México, Estudio y Acciones. SCT CFT.

Tobón, S. (2013). *Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación*. (4ª. Ed.). Bogotá. Ecoe.