

Capítulo 2 | Capa 1 del Modelo OSI





La Capa Física

Análisis general del capítulo

El Capítulo 2 del libro Redes de Computadoras profundiza en los fundamentos y tecnologías de la Capa Física, la base sobre la que se construyen todas las demás capas del modelo OSI. Su enfoque combina la teoría matemática y física de la transmisión de datos con aplicaciones concretas en redes reales.

Este capítulo es conceptualmente exigente, ya que introduce nociones de análisis de señales, ruido, capacidad de canal y modulación, que requieren atención y un enfoque gradual. Sin embargo, su estructura está cuidadosamente organizada y es altamente didáctica: pasa de los conceptos abstractos a casos reales como la telefonía, la televisión por cable y UWB.

Desde una perspectiva pedagógica, permite trabajar con los estudiantes de la Tecnicatura Universitaria en Programación:

-  La comprensión profunda de cómo viajan los bits a través de un medio
-  La comparación entre distintos tipos de medios físicos y sus ventajas
-  La relación entre teoría matemática y sistemas reales de comunicación
-  El análisis crítico de tecnologías emergentes como la Banda Ultra-Ancha


Desarrollo de los Ejes Temáticos


Eje Temático 1: Fundamentos teóricos de la transmisión de datos

La **capa física** es responsable de transmitir bits individuales a través de un medio físico. Para comprender cómo se lleva a cabo esta tarea, el capítulo comienza con un análisis teórico de la transmisión de señales, destacando los **límites físicos** que la naturaleza impone en los sistemas de comunicación.

1. Análisis de Fourier


El matemático **Jean-Baptiste Fourier** demostró que cualquier señal periódica puede descomponerse como suma de **senos y cosenos** (series armónicas). Esta idea es crucial porque permite representar cualquier señal digital (una sucesión de bits) mediante **una combinación de ondas sinusoidales** de diferentes frecuencias.

 **Para estudiantes de programación:** esta transformación se usa también en procesamiento de señales, compresión de audio/video y en herramientas como el análisis espectral. Si bien parece alejado del código, es la base matemática que permite transmitir cualquier dato digital como una onda.

 **Implicancia práctica:** si el canal solo permite transmitir algunos de esos armónicos (por ejemplo, los de menor frecuencia), la señal se **deforma** al llegar al receptor, dificultando la correcta recuperación de los datos.

2. Ancho de banda y señales limitadas

El **ancho de banda** es el rango de frecuencias que un canal permite transmitir con claridad. Si una señal necesita muchas frecuencias para conservar su forma original, entonces requiere **un canal con ancho de banda suficiente**.

 **Ejemplo para contextualizar:** una red doméstica con Wi-Fi 2.4 GHz tiene menos ancho de banda y velocidad que una red 5 GHz, pero mejor alcance. Esto también es una decisión basada en la teoría del ancho de banda.


3. Capacidad de un canal

Hay dos límites fundamentales para saber cuántos bits por segundo se pueden transmitir por un canal:

- **Límite de Nyquist (canal sin ruido):**

Tasa máxima = $2B \log_2 V$


Donde **B** es el ancho de banda en Hz y **V** es la cantidad de niveles de señal diferentes que se pueden utilizar (por ejemplo, 2 niveles = binario).

 Cuantos más niveles se utilicen, más datos se pueden enviar... pero con más riesgo de error por interferencia o distorsión.

- **Límite de Shannon (canal con ruido):**

Capacidad = $B \log_2 (1 + S/N)$


Introduce el concepto de **ruido** como una variable inevitable.

 **S/N** es la relación entre la potencia de la señal y la del ruido. Cuanto mayor esta relación, mayor capacidad de transmisión segura.

4. Relación señal/ruido y decibeles

La relación señal a ruido (**S/N**) se expresa habitualmente en **decibeles (dB)**, usando una escala logarítmica. Algunos ejemplos:

- 10 dB = S/N de 10
- 20 dB = S/N de 100
- 30 dB = S/N de 1000

 **Aclaración práctica:** cuando un router dice que tiene "alta ganancia" o que mejora la "calidad de la señal", muchas veces se refiere indirectamente a una mejor relación señal/ruido.

Conclusión

Este eje muestra que la transmisión digital está limitada por principios físicos y matemáticos fundamentales. Los diseñadores de redes y sistemas deben conocerlos para prever:

- Cuánta información puede enviarse sin errores

- Cuánto influye el medio de transmisión en la fidelidad de la señal
- Qué condiciones hacen viable una comunicación eficiente

📁 Para los estudiantes de programación, esto puede parecer alejado del código fuente, pero es esencial para entender cómo los datos —una vez procesados por software— **viajan por el mundo físico** hasta llegar a otro dispositivo, sistema o usuario.

🌐 Eje Temático 2: Medios de Transmisión

El propósito principal de la **capa física** es transportar bits de una máquina a otra a través de algún medio físico. En este capítulo, los medios de transmisión se clasifican en dos grandes grupos:

- **Medios guiados:** el flujo de bits sigue una trayectoria física definida (por ejemplo, cables)
- **Medios no guiados:** los bits se transmiten por el aire u otro espacio libre, sin un camino físico fijo

Cada medio tiene ventajas, desventajas y aplicaciones particulares, que afectan aspectos clave como el **ancho de banda**, el **retardo**, la **fiabilidad**, el **costo** y la **facilidad de instalación**.

🕒 1. Medios de transmisión guiados

📀 1.1 Medios magnéticos

Aunque poco convencional, uno de los métodos más simples para “transmitir” datos es **almacenarlos en medios magnéticos** (como cintas o discos) y **transportarlos físicamente**. Sorprendentemente, su **ancho de banda efectivo** puede ser altísimo (por ejemplo, una camioneta cargada de cintas puede superar 1.000 Gbps), aunque el **retardo** sea enorme.

📖 *“Nunca subestimes el ancho de banda de una camioneta llena de cintas viajando por la autopista.”*

Este ejemplo, aunque humorístico, demuestra que no siempre lo más moderno es lo más rápido, especialmente cuando se transmite **una gran cantidad de datos a la vez**, como ocurre en respaldos físicos o transporte masivo de archivos.

🔌 1.2 Par trenzado (UTP/STP)

Es el medio más utilizado históricamente. Consiste en **dos cables de cobre trenzados** en forma helicoidal para reducir interferencias.

📌 **Uso típico:** telefonía fija, redes Ethernet

📖 **Cables de categoría** (CAT5, CAT6, CAT7): cuanto más alta la categoría, mayor capacidad de transmisión y menor interferencia.

📁 **Variedades:**

- **UTP (Unshielded Twisted Pair):** sin blindaje, económico, más común en redes domésticas.
- **STP (Shielded Twisted Pair):** con blindaje, más costoso y voluminoso, usado en ambientes con alta interferencia electromagnética.

1.3 Cable coaxial

Utilizado en **televisión por cable** y en redes metropolitanas.

 Está formado por:

- Núcleo de cobre (portador de la señal)
- Aislante dieléctrico
- Blindaje trenzado (reduce interferencias)
- Cubierta exterior de protección

 **Ventajas:**


- Mayor **blindaje** que el par trenzado
- Mayor **ancho de banda** y alcance sin necesidad de amplificadores

 **Tipos:**

- **50 ohms**: transmisión digital (por ejemplo, en redes antiguas Ethernet)
- **75 ohms**: transmisión analógica (televisión)

1.4 Líneas eléctricas

Algunas redes aprovechan el **cableado eléctrico existente** (por ejemplo, en casas u oficinas). Aunque no fueron diseñadas para datos, pueden transmitir información usando adaptadores especiales.

 **Usos comunes:**

- LAN domésticas
- Medición remota
- Control de consumo eléctrico

 **Desventajas:**

- Alta interferencia
- Poca confiabilidad para aplicaciones críticas

1.5 Fibra óptica

La **fibra óptica** es el medio de transmisión más moderno y eficiente. Transmite **pulsos de luz** a través de fibras de vidrio o plástico, lo que la hace inmune a interferencias eléctricas.

 **Ventajas clave:**

- Inmune a interferencias electromagnéticas
- Bajo retardo y muy baja atenuación

- Difícil de interceptar (alta seguridad)
- Ligera, delgada, con capacidad de transmisión de **hasta cientos de Gbps**

💰 Su principal desventaja es el **alto costo de instalación**, sobre todo en la llamada **última milla** (el tramo desde el proveedor hasta el usuario final).

Tipos de fibras:

- **Multimodo:** núcleo más ancho, múltiples trayectorias de luz, más baratas pero menos eficientes en distancias largas
- **Monomodo:** núcleo muy estrecho, un único camino de luz, ideales para distancias largas

2. Medios de transmisión no guiados

Transfieren datos sin cables, a través del aire u otros medios abiertos. Son esenciales para **movilidad**, **acceso remoto** y **conectividad sin infraestructura cableada**.

2.1 Radiofrecuencia terrestre

 **Usos comunes:** radio AM/FM, Wi-Fi, Bluetooth, telefonía celular


 Propagación por:

- Reflexión
- Refracción
- Difracción

⚠ Estas señales pueden ser afectadas por interferencias y **restringidas por regulación del espectro** (cada país regula el uso de frecuencias).

2.2 Microondas terrestres

Transmisión direccional punto a punto.

 **Requiere línea de vista directa**, es decir, no puede haber obstáculos entre emisor y receptor.


 **Usos típicos:**

- Comunicaciones troncales
- Redes privadas de larga distancia
- Enlaces entre edificios

 **Sensibles al clima:** lluvia, niebla o granizo pueden afectar la calidad de la señal.

2.3 Satélites






Los satélites de comunicación permiten cubrir áreas enormes, incluso zonas rurales o sin infraestructura terrestre.

 **Alta latencia:** los datos deben recorrer decenas de miles de kilómetros → retardo de hasta 270 ms por trayecto

Tipos de órbita:

- **GEO (Geosincrónica):** siempre sobre el mismo punto → útil para TV satelital
- **MEO (Media Altura):** cobertura intermedia
- **LEO (Baja Órbita):** baja latencia, pero requiere múltiples satélites

Comparación general

Característica	Medios guiados	Medios no guiados
 Camino definido	Sí	No
 Seguridad	Mayor (difícil de interceptar)	Menor (requiere cifrado)
 Interferencia	Baja	Alta
 Costo de instalación	Mayor (instalación física)	Menor (infraestructura mínima)
 Flexibilidad	Menor (depende de cableado físico)	Mayor (movilidad, expansión rápida)

Conclusión

Los medios de transmisión son la **base física sobre la que circula toda la información en una red**. Su elección impacta directamente en la velocidad, confiabilidad, costo y seguridad del sistema. Comprender sus propiedades permite diseñar redes **adecuadas al contexto y a los objetivos técnicos y económicos del proyecto**.

Eje Temático 3: Modulación digital

La **modulación digital** es el proceso mediante el cual se transforman **bits digitales** en **señales analógicas** que puedan transmitirse por medios físicos como cables, fibras o el aire. Es un puente entre la información lógica y su manifestación física, y es fundamental para la transmisión eficiente y precisa en cualquier red.

1. Transmisión en banda base

En esta modalidad, la señal digital **ocupa el espectro desde 0 Hz** hasta una frecuencia máxima determinada por la tasa de datos. Se utiliza típicamente en redes por cable, como Ethernet.


Codificación NRZ (Non-Return-to-Zero)

- El bit 1 se representa con un voltaje positivo, el 0 con uno negativo.
- Problema: largas secuencias de 0s o 1s dificultan la sincronización.

Códigos de línea

Para mejorar la sincronización y reducir errores, se introducen codificaciones más complejas como:

- **Codificación 4B/5B:** transforma cada grupo de 4 bits en 5 bits, garantizando transiciones frecuentes.
- **Scrambling:** mezcla los datos con una secuencia pseudoaleatoria para evitar patrones repetitivos.

 **Aclaración para estudiantes:** muchas tarjetas de red Ethernet implementan estas técnicas en el hardware. El programador no las ve directamente, pero su conocimiento ayuda a interpretar fallas físicas (por ejemplo, errores de sincronización o tramas malformadas).

2. Transmisión pasa-banda

Cuando el canal no permite señales que incluyan 0 Hz (como en fibra o aire), se modula una **frecuencia portadora** con los datos digitales.

Tipos de modulación digital

- **ASK (Amplitude Shift Keying):** varía la amplitud para representar bits.
- **FSK (Frequency Shift Keying):** usa dos frecuencias distintas para 0 y 1.
- **PSK (Phase Shift Keying):** codifica datos en el cambio de fase de la onda.


Variantes de PSK:

- **BPSK (Binaria):** 0° y $180^\circ \rightarrow 1$ bit/símbolo
- **QPSK (Cuadratura):** 4 fases $\rightarrow 2$ bits/símbolo

Combinaciones: QAM (Quadrature Amplitude Modulation)


QAM combina cambios de amplitud y fase para codificar **más bits por símbolo**.

- **QAM-16:** 4 bits/símbolo
- **QAM-64:** 6 bits/símbolo

 Representación en **diagramas de constelación:** cada punto en el plano representa una combinación única de fase y amplitud.


Código Gray

Para minimizar errores, se utilizan **códigos Gray**, donde **símbolos adyacentes difieren en un solo bit**. Así, si la señal se interpreta mal por una pequeña distorsión, el error afecta solo un bit del símbolo.

 **Ejemplo cotidiano:** sistemas de televisión digital y tecnologías como Wi-Fi y 4G usan variantes de QAM con códigos Gray para balancear velocidad y confiabilidad.

Conclusión


La modulación digital es lo que permite traducir la lógica binaria del software en formas físicas transmisibles. Su elección depende del **medio físico**, del **nivel de ruido**, del **ancho de banda** disponible y de la **complejidad tecnológica**.

 Para estudiantes de programación: aunque la modulación no sea visible desde el código, **toda red depende de estas técnicas**. Entenderlas permite interpretar problemas de conectividad, elegir tecnologías adecuadas y trabajar mejor en entornos donde hardware y software interactúan estrechamente (por ejemplo, IoT, redes industriales o routers configurables).

Eje Temático 4: Multiplexión


La **multiplexión** es una técnica utilizada para que **varias señales o flujos de datos compartan un mismo canal físico de transmisión**. Esto permite aprovechar mejor los recursos disponibles, reducir costos y mejorar la eficiencia.

Cada técnica de multiplexión se basa en un principio diferente: **frecuencia, tiempo, código o longitud de onda**.

 Para estudiantes de programación: aunque estas técnicas se aplican a nivel físico, su comprensión es fundamental para entender cómo funcionan las **redes compartidas**, como Wi-Fi, redes móviles o servicios de transmisión. También son relevantes en entornos donde se programan dispositivos que comparten canales (sensores, buses industriales, etc.).

1. FDM – Multiplexión por División de Frecuencia

- Cada señal ocupa una **banda de frecuencia distinta** dentro del canal.
- Se agregan **bandas de guarda** entre señales para evitar interferencias.


 **Analogía del libro:** personas hablando al mismo tiempo en tonos distintos (graves/agudos), sin interferirse.

Ejemplos reales:

- Radio AM/FM
- Televisión por cable
- Comunicaciones por microondas


Variante óptica: WDM (Wavelength Division Multiplexing)

- Versión de FDM para **fibra óptica**
- Cada canal usa una **longitud de onda distinta** (color de luz)
- Usada en redes troncales y sistemas de alta capacidad

 *En términos simples: varias “luces” de distintos colores viajan por el mismo hilo de fibra, cada una llevando datos diferentes.*

2. TDM – Multiplexión por División de Tiempo


- El canal se divide en **ranuras de tiempo** (slots)
- Cada usuario transmite **en su turno**, ocupando todo el ancho de banda brevemente

 **Analogía del libro:** varias parejas en una sala que se turnan para hablar

 **Usos comunes:**


- Redes telefónicas digitales
- Relojes de tiempo compartido
- Transmisiones sincrónicas

 TDM clásico → turnos fijos

 STDM (Statistical TDM) → turnos según necesidad (más eficiente)


3. CDMA – Acceso Múltiple por División de Código

- Todos los usuarios transmiten **al mismo tiempo**, sobre la misma banda de frecuencia
- Cada uno usa un **código único**, y los receptores filtran solo la señal correspondiente

 **Analogía del libro:** varias parejas hablando en idiomas distintos en la misma sala; cada persona solo entiende su idioma

 **Usos actuales:**

- Telefonía móvil (3G y parte de 4G)
- GPS
- Redes militares y seguras


 Aunque CDMA es más complejo, permite un uso más eficiente del espectro cuando hay muchos usuarios activos simultáneamente.

 **Comparación entre técnicas**

Técnica	Principio	Ejemplos típicos
FDM	Frecuencia	Radio, TV, microondas
TDM	Tiempo	Telefonía digital, sistemas síncronos
CDMA	Código	Telefonía móvil, GPS
WDM	Longitud de onda	Redes ópticas de alta capacidad


Conclusión

La multiplexión permite que muchas señales coexistan en un canal físico, **reduciendo la necesidad de infraestructura adicional**. Cada técnica tiene ventajas según el tipo de red, medio físico y cantidad de usuarios.

 Para estudiantes de programación: entender multiplexión ayuda a comprender **la saturación de redes**, el **ancho de banda compartido**, y cómo se programan protocolos que dependen de turnos, prioridades o separación de flujos (como en protocolos de capa de enlace o transporte).

Eje Temático 5: Tecnologías de transmisión en la práctica

En esta sección, el capítulo conecta los conceptos teóricos de la capa física con su **implementación real** en tres **infraestructuras de comunicación ampliamente utilizadas**: la red telefónica fija, la telefonía móvil y la red de televisión por cable. Estos ejemplos muestran cómo los conceptos de modulación, multiplexión y medios físicos **se aplican en el mundo real**.

 Para estudiantes de programación: entender estas tecnologías ayuda a contextualizar qué hay “debajo” de Internet, Wi-Fi o una conexión de datos. Esto es clave en áreas como redes, soporte técnico, desarrollo de software para dispositivos conectados, y telecomunicaciones en general.

1. Sistema telefónico fijo

El sistema telefónico tradicional conecta cada hogar con una **central local** mediante un par trenzado, conocido como **lazo local**.

Características:

- El lazo local está hecho de cobre (aunque hoy se está reemplazando por fibra óptica en muchas regiones).
- La señal analógica (voz) se digitaliza y se multiplexa para ser transmitida junto con otras llamadas.
- Usos posteriores: la infraestructura se reutilizó para **transmisión de datos** mediante tecnologías como **ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)**.

Limitaciones:


- La distancia entre el usuario y la central afecta directamente la calidad de la señal.
- ADSL ofrece **mayor velocidad de bajada** que de subida, ideal para el consumo típico de Internet, pero limitado para usuarios que suben archivos o hacen videollamadas frecuentes.

2. Sistema de telefonía móvil

Diseñado para ofrecer conectividad a **usuarios en movimiento**, el sistema de telefonía móvil organiza el territorio en **celdas** (zonas geográficas) cubiertas por **estaciones base**. La comunicación entre estaciones y dispositivos móviles se realiza mediante **radiofrecuencia**.


Evolución tecnológica:

- **1G:** voz analógica
- **2G (GSM):** voz digital, SMS, tarjeta SIM
- **3G (UMTS/CDMA):** datos móviles y conexión a Internet
- **4G (LTE):** todo sobre IP, alta velocidad

 **Handoff:** cuando un usuario se mueve de una celda a otra, se transfiere la conexión sin interrupciones. Este mecanismo es clave para garantizar la **movilidad sin cortes**.

Las tecnologías de multiplexión evolucionaron junto con las generaciones:

- 2G: TDM y FDM
- 3G: CDMA
- 4G y 5G: OFDMA y modulación adaptativa

 Para estudiantes: el uso del celular depende de estas tecnologías invisibles. Saber cómo funcionan brinda ventajas en áreas como desarrollo móvil, configuración de redes, seguridad y optimización de servicios.

3. Red de televisión por cable

Diseñada originalmente para transmitir televisión, esta infraestructura fue reconvertida para ofrecer también **servicios de Internet y telefonía**.

Evolución:


- Comenzó como un sistema de distribución unidireccional (TV)
- Se transformó en una red **bidireccional** con amplificadores que permiten tráfico ascendente y descendente

Arquitectura HFC (Hybrid Fiber-Coaxial):

- Se combina **fibra óptica hasta un nodo local**, y desde allí, **cable coaxial** hasta los hogares
- Uso intensivo de **multiplexión por frecuencia (FDM)** para combinar múltiples servicios

Consideraciones técnicas:


- **Compartición de canal:** los hogares de un área comparten el mismo cable, por lo que el ancho de banda **se reparte entre todos**.
- La red es **asimétrica:** mucha más capacidad de bajada que de subida (lo cual puede ser una limitación para usuarios que generan mucho contenido).

 Los módems de cable (DOCSIS) permiten transformar este canal compartido en una conexión individual “lógica”, manejada por el proveedor.

Conclusión


Estos tres sistemas muestran cómo los **principios físicos y lógicos** de la transmisión digital se aplican a **servicios reales**, ampliamente utilizados. Comprenderlos permite:

- Entender limitaciones como velocidad, retardo, asimetría y congestión
- Valorar la evolución tecnológica en telecomunicaciones
- Tomar decisiones informadas al elegir tecnologías o diseñar soluciones

 Para programadores: tener conciencia de las **limitaciones físicas y estructurales de la red** permite escribir código más eficiente, pensar en adaptabilidad de servicios y entender el entorno técnico en el que se insertan las aplicaciones.


Eje Temático 6: Banda Ultra-Ancha (UWB)

La **Banda Ultra-Ancha (UWB – Ultra Wideband)** es una tecnología emergente de transmisión que se presenta en el capítulo como una alternativa innovadora a las formas tradicionales de comunicación en la capa física. A diferencia de otras tecnologías que transmiten señales concentradas en un rango estrecho de frecuencias, UWB **dispersa pulsos extremadamente breves sobre un ancho de banda muy amplio**.

 Para estudiantes de la Tecnicatura en Programación: si bien no es habitual que un programador implemente UWB directamente, esta tecnología puede encontrarse en proyectos de **IoT, sistemas embebidos, dispositivos móviles, geolocalización de precisión** y redes de **sensores**, donde puede haber una interfaz directa entre hardware y software.

1. ¿Qué es UWB?

Una señal se considera **Ultra-Ancha** cuando tiene un ancho de banda **mayor a 500 MHz**, o bien **supera el 20% de su frecuencia central**. Esto significa que ocupa un espectro extremadamente amplio, incluso superior al de muchas tecnologías tradicionales de comunicación.

 En lugar de enviar una onda continua, UWB transmite **pulsos muy breves (de nanosegundos o menos)** dispersos en el espectro. La información se codifica en **la posición de los pulsos**, no en su amplitud, frecuencia o fase.

2. Ventajas principales de UWB

Bajo consumo de energía

Cada pulso tiene muy poca energía → ideal para dispositivos móviles, sensores o wearables.

Alta velocidad de transmisión en corto alcance

Puede superar **1 Gbps** en distancias cortas (metros), compitiendo con tecnologías como Wi-Fi o Bluetooth.

Alta tolerancia a interferencias

Como los pulsos se distribuyen ampliamente y no se concentran en una frecuencia fija, pueden coexistir con otras señales sin generar ni sufrir interferencia significativa.

Difícil de detectar o interceptar

Las señales son tan breves y dispersas que resultan difíciles de rastrear → útil en aplicaciones militares o de seguridad.

 Esto convierte a UWB en una tecnología con **bajo impacto electromagnético** y alta capacidad de transmisión segura y precisa.

3. Aplicaciones destacadas

Localización de alta precisión

UWB puede detectar la posición de un objeto **con un margen de error de pocos centímetros** → ideal para rastreo en interiores, almacenes, fábricas o edificios inteligentes.

Transmisión de señales a través de paredes u objetos

Gracias a sus pulsos cortos, UWB tiene cierta capacidad para **penetrar materiales** sólidos y generar imágenes (como un radar) → investigado en áreas como medicina, construcción y arqueología.


Alternativa a Bluetooth o Wi-Fi en PANs (Redes de Área Personal)

Aunque no ha tenido una adopción masiva, UWB ha sido propuesto como reemplazo de otras tecnologías de corto alcance en contextos donde se requiere **velocidad y precisión** con bajo consumo.

 Ejemplo real: Apple y otros fabricantes han integrado UWB en dispositivos para **comunicación entre objetos cercanos** (como el chip U1 para AirTags y AirDrop de proximidad).

Conclusión

UWB representa una **solución eficiente y flexible** para ciertas aplicaciones de corto alcance que requieren **alta velocidad, bajo consumo, seguridad y precisión de posicionamiento**. Aunque aún no está ampliamente desplegada, ofrece un campo fértil para proyectos innovadores, especialmente en el ámbito de la tecnología embebida y el Internet de las Cosas (IoT).

 Para estudiantes de programación: es clave conocer estas tecnologías emergentes, ya que **en muchos entornos profesionales se desarrollan aplicaciones que deben integrarse con dispositivos UWB o beneficiarse de sus características**.