

Specialized and updated training on supporting advance technologies for early childhood education and care professionals and graduates



Co-funded by  
the European Union



**Specialized and updated training on supporting advance technologies for early childhood education and care professionals and graduates**

## **MÓDULO VII.1.1**

**Intervención temprana y aplicación de recursos inteligentes: Internet of Things e Inteligencia Artificial**

Docente

Dr. Álvar Arnaiz González

Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos

Departamento de Ingeniería Informática

UNIVERSIDAD DE BURGOS

e-EarlyCare-T





## Tabla de contenido

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>III. CONTENIDOS ESPECÍFICOS DEL TEMA</b>	<b>4</b>
<b>3.1. INTERNET OF THINGS (IOT)</b>	<b>4</b>
<b>3.1.1. Historia del Internet of things .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1.2. Razones de su popularidad.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1.3. Modelos de comunicación del IoT .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1.4. IoT en salud .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1.5. Aplicación de IoT en la atención temprana .....</b>	<b>7</b>
<b>3.2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL</b>	<b>7</b>
<b>3.2.1. Aprendizaje automático .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2.2. Inteligencia artificial en salud .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2.3. Propuestas de IA en atención temprana.....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>9</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA BÁSICA MÓDULO</b>	<b>10</b>
<b>RECURSOS</b>	<b>11</b>



## I. Introducción

Este módulo presenta de forma general los conceptos de *Internet of things* e Inteligencia Artificial. Ambos conceptos, que a priori son independientes, pueden entrelazarse y beneficiarse el uno del otro en ciertos ámbitos de la vida de las personas.

En concreto se explicará brevemente qué son, algunas aplicaciones que existen en salud y cómo su uso puede ser beneficiosos para terapeutas y pacientes. Más específicamente se explicará su uso y aplicaciones en la atención temprana.

## II. Objetivos

1. Conocer qué es Internet of things (**IoT**) y sus aplicaciones sobre la atención temprana.
2. Conocer las aplicaciones y usos de la Inteligencia Artificial (**IA**) en la atención temprana.

## III. Contenidos específicos del tema

### 3.1. Internet of things (IoT)

Internet of things, **IoT** en adelante, es un tema emergente del que se lleva hablando desde hace más de dos décadas y que tiene una gran relevancia en la sociedad y los consumidores.

El término **IoT** se suele referir a aquellos escenarios donde la conectividad y las capacidades de computación se extienden a objetos, sensores y elementos que normalmente no son considerados ordenadores. Esto permite a estos dispositivos generar, intercambiar y consumir datos con una mínima intervención humana (Rose et al., 2015).

#### 3.1.1. Historia del Internet of things

Aunque el término **IoT** fue inicialmente propuesto en 1999 por Kevin Ashton para referirse a los sistemas en los cuales los objetos del mundo físico podían ser conectados con Internet a través de sensores (Li et al., 2015), no fue hasta el nuevo siglo cuando la miniaturización y abaratamiento de costes permitió que despegase.

Pese a que el término **IoT** por lo tanto es relativamente reciente, ya a finales de la década de los 70 existían equipos de medida que podían monitorizar de forma remota la red eléctrica. En los siguientes años, los avances en la tecnología permitieron que

las soluciones “machine-to-machine” (M2M) se popularizasen. No obstante, estas tecnologías solían depender de redes de comunicaciones propietarias (sin estándares específicos). La adopción de Internet Protocol (**IP**) para las comunicaciones fue lo que sentó las bases de lo que hoy se entiende como *Internet of things* (Rose et al., 2015).

### 3.1.2. Razones de su popularidad

En términos generales, varios factores han facilitado que el **IoT** haya ganado tanta relevancia en los últimos años. La confluencia de avances tecnológicos y tendencias de mercado hacen posible la interconexión de pequeños dispositivos de una manera rápida, fácil y barata:

- Conectividad ubicua: redes de conexión de bajo coste y alta velocidad hacen que prácticamente todo pueda ser conectado a la red (a través de Internet).
- Adopción del protocolo **IP**: **IP** se ha convertido en el estándar de comunicaciones, ofreciendo soluciones que pueden ser incorporadas en un amplio rango de dispositivos de manera fácil y asequible.
- Economía de computadores: el desarrollo y la manufactura de equipos electrónicos que ha conseguido la industria hace que la ley de Moore se siga cumpliendo, ofreciendo gran capacidad de cómputo a bajos precios con bajos consumos energéticos.
- Miniaturización: la miniaturización de equipos electrónicos hace que hoy en día se puedan obtener dispositivos tan pequeños que pueden ser incorporados en prácticamente cualquier objeto, desde electrodomésticos a prendas de vestir.
- Avances en el análisis de datos: relacionado con lo que se analizará en el punto 3.2 del presente documento, el rápido incremento de capacidad de cómputo, almacenamiento, y el desarrollo de nuevos algoritmos, entre otros, ofrecen nuevas oportunidades para el análisis y explotación de los datos.
- *Cloud computing*: consiste en la delegación de los cálculos pesados (difícilmente abarcables por un dispositivo de pequeño tamaño) a grandes centros de datos ubicados en zonas remotas. Esto permite que los dispositivos no tengan que encargarse del análisis de los datos, sino solo de su recolección.

### 3.1.3. Modelos de comunicación del IoT

Como ya se ha explicado, la base y fundamento de los dispositivos **IoT** es cómo se comunican y conectan entre ellos. En marzo de 2015, la *Internet Architecture Board* (IAB) publicó un documento que sirve como guía para las redes de dispositivos y/o elementos inteligentes (RFC 7452), en ella se publican cuatro modelos utilizados por los dispositivos de **IoT**. Sin entrar en mucho detalle se presentan a continuación:

- Dispositivo-a-dispositivo (*device-to-device*): en esta comunicación, los dispositivos se conectan entre ellos sin necesidad de un servidor que haga de intermediario. Un ejemplo de esta comunicación sería *bluetooth*.

- Dispositivo-a-nube (*device-to-cloud*): en este caso los dispositivos se conectan a un servidor que se encuentra en la nube y que hace posible la comunicación entre ellos. En este caso se suele hacer uso de redes tradicionales como WiFi y conectarse mediante el protocolo **IP**. Un ejemplo podría ser un termostato inteligente.
- Dispositivo-a-puerta de enlace (*device-to-gateway*): es similar, en ciertos aspectos al previo, pero en este caso los dispositivos se conectan con una puerta de enlace local (a través de *bluetooth*, por ejemplo) y es la puerta de enlace la que se conecta con el servidor de aplicaciones en la nube (a través de **IP**, por ejemplo).
- *Back-end data-sharing*: puede verse como un caso más desglosado del dispositivo-a-nube, en este caso el dispositivo se conecta con un servicio en la nube que intercambia y utiliza servicios en la nube de otros proveedores. En esta situación los datos del dispositivo/usuario son compartidos con terceros para su análisis.

### 3.1.4. IoT en salud

La arquitectura de los dispositivos de **IoT** aplicados a salud consisten básicamente en tres capas: capa de captura de datos, capa de red y capa de aplicación (Kelly et al., 2020; Sethi & Sarangi, 2017).

- Capa de recogida/captura de datos: como se ha explicado, las tecnologías de recogida e identificación son los fundamentos del **IoT**. Los sensores son aquellos dispositivos que son capaces de capturar cambios en el entorno, tales como sensores de infrarrojos, **GPS**, sensores médicos, entre otros.
- Capa de red: los datos que son recogidos por los sensores deben ser compartidos entre dispositivos y/o aplicaciones. Estos datos pueden almacenarse localmente o ser enviados a la nube dependiendo de la aplicación concreta. Ejemplos de red son bluetooth, WiFi, Zigbee, entre otros.
- Capa de aplicación: la capa de aplicación interpreta y da sentido a los datos recogidos y es responsable de entregar los resultados procesados al usuario. En este punto es donde el **IoT** y la **IA** se benefician mutuamente. La **IA** es capaz de procesar los datos (incluyendo los recopilados por dispositivos **IoT** o almacenados en bases de datos médicas), contextualizarlos y dar respuesta a las preguntas que se planteen por parte de los usuarios (pacientes o médicos, por ejemplo).

Una recopilación exhaustiva de aplicaciones de **IoT** en salud queda fuera del alcance de este documento, para más información se recomienda consultar las siguientes publicaciones (Scarpato et al., 2017; Mishra & Rasool, 2019).



### 3.1.5. Aplicación de IoT en la atención temprana

Como se ha indicado previamente, en cuanto a la salud, el principal objetivo del **IoT** para los médicos y terapeutas es proveer una experiencia de usuario a bajo coste y mejorar la calidad de vida de los pacientes (Islam et al., 2015). Las tecnologías de **IoT** proveen conectividad a los dispositivos médicos y servicios de salud confiables, efectivos e inteligentes (Nazir et al., 2019). Mientras que los dispositivos de **IoT** se han popularizado enormemente y están impactando gradualmente en cómo los niños y adolescentes juegan, aprenden y crecen (Ling et al., 2022), la aplicación y uso de las tecnologías de **IoT** en la atención temprana se encuentra en un estado muy embrionario.

Una de las pocas aplicaciones de **IoT** relacionadas a la atención temprana fue propuesta por (de Vicente et al., 2016), en el cual se propone un nuevo modelo de “Internet of toys” que pretende mejorar la salud de los niños, fortaleciendo la prevención y los procesos de atención de los trastornos del desarrollo infantil. Estos juguetes disponen de un sistema de localización espacial basados en etiquetas de identificación por radiofrecuencia (**RFID**). No obstante, las tecnologías de **IoT** tienen un gran potencial en la atención temprana como destaca el estudio de (Xing-Rong et al., 2021), en el cual identifican un grupo (*cluster*) de artículos científicos que sugiere que en los procesos de promover la práctica de la educación inteligente (*smart education*) es necesario considerar a las actitudes del alumnado y de los padres y madres, así como prestar atención al desarrollo y la atención temprana de los niños y niñas.

### 3.2. Inteligencia artificial

La Inteligencia Artificial (**IA**) se define como el estudio de los métodos computacionales que pueden hacer posible percibir, razonar y actuar (Winston, 1984). En un sentido más amplio, se asume que la **IA** estudia los procesos que permiten a las máquinas tener comportamientos que se observan en la inteligencia humana (Maddox et al., 2019). En general, se entiende que el propósito de la **IA** es desarrollar: modelos conceptuales, procedimientos de reescritura formal de dichos modelos y desarrollar estrategias de programación y máquinas físicas que reproduzcan las tareas cognitivas de los sistemas biológicos que se consideran inteligentes (Mira & Delgado, 1995). En la última década, los avances en la **IA** han conseguido superar a los humanos en diversas tareas que antes se suponían computacionalmente intratables. Los avances de los últimos tiempos en el campo han sido posibles gracias al incremento exponencial de la información disponible (grandes bases de datos de las que aprender), combinado con nuevos algoritmos y optimizaciones (Došilović et al., 2018).

Uno de los problemas que se achaca a algunos de los métodos y algoritmos de **IA** es su interpretabilidad y su falta de transparencia (Markus et al., 2021). Es frecuente que los mejores métodos (los más precisos) funcionen como cajas negras en las que, a



partir de una entrada ofrecen una salida/predicción, pero resulta complicado o imposible poder determinar cómo el sistema ha llegado a dicha conclusión. Por ello, la **IA** explicable (*explainable AI*) ha cobrado especial interés en la comunidad, especialmente cuando estos métodos se desean utilizar en ámbitos médicos y relacionados con la salud. Para la interpretabilidad y *explicabilidad* de los métodos, se suelen identificar dos categorías: interpretabilidad integrada (basados en transparencia) y *post-hoc* (Došilović et al., 2018).

- **Interpretabilidad integrada:** se basa en la transparencia, que es una de las propiedades que pueden permitir la interpretabilidad. Algunos modelos, como los árboles de decisión, pueden ser interpretados en sí mismos, pero desafortunadamente los métodos más complejos y que mejores resultados suelen ofrecer (como las redes neuronales o los multclasificadores) no permiten ver la lógica de sus predicciones.
- **Post-hoc:** se basan en la interpretabilidad y/o *explicabilidad*. Son métodos que tratan de ofrecer una interpretabilidad (mediante el entrenamiento de nuevos métodos, de las predicciones que ofrecen algoritmos de caja negra complejos) o *explicabilidad* (tratan de ofrecer la importancia que tienen las variables de entrada en las predicciones u ofrecen explicaciones en otras formas como gráficos, texto, ejemplos...). De este modo, por ejemplo, un único árbol de decisión puede ofrecer un resumen de cómo se están realizando las predicciones de modelos mucho más complejos como support vector machines (**SVM**) o multclasificadores (*ensembles*).

### 3.2.1. Aprendizaje automático

Dentro de la **IA**, el aprendizaje automático (*machine learning* –**ML**– en inglés), es una subdisciplina que, a través del uso de grandes conjuntos de datos, es capaz de identificar patrones entre las variables de entrada (Noorbakhsh-Sabet et al., 2019). Dentro del aprendizaje automático se suelen establecer tres grandes grupos: aprendizaje supervisado, aprendizaje no supervisado y aprendizaje por refuerzo. Los conjuntos de datos en el aprendizaje supervisado disponen de variables de entrada y una (o más) variable(s) objetivo (o de salida), tratan de identificar la relación entre las variables de entrada y la de salida para poder predecir el valor de la variable de salida de un nuevo ejemplo nunca antes visto. Por otro lado, en el aprendizaje no supervisado no se dispone de ninguna variable de salida y lo que se busca, principalmente, es de buscar asociaciones o patrones ocultos en los datos. El aprendizaje por refuerzo está inspirado en el aprendizaje conductista y trata de identificar las acciones que debe escoger un agente para maximizar su beneficio o recompensa.

### 3.2.2. Inteligencia artificial en salud

La IA está cambiando los sistemas de salud en muchos aspectos, el desarrollo que está sufriendo se ha visto promovido por la gran cantidad de datos disponible y la aplicación de nuevos métodos y más precisos (Schwalbe & Wahl, 2020). Existen multitud de aplicaciones de la IA en salud, centrándonos solo en el aprendizaje automático: las tareas más comunes en el aprendizaje supervisado son clasificación (predecir la variable objetivo de una serie de categorías) y regresión (predecir la variable objetivo cuando esta es numérica/continua). Ejemplos de aprendizaje supervisado pueden ser: identificación de cáncer a partir de radiografías, estimación de modelos de terapias de anticoagulación, identificación de daños en ictus, detección de arritmias en electrocardiogramas, entre otros. En cuanto al aprendizaje no supervisado, la tarea de agrupamiento (*clustering*) es la más frecuente. Esto puede utilizarse para identificar perfiles de pacientes ante determinados fármacos.

### 3.2.3. Propuestas de IA en atención temprana

La IA puede utilizarse en diversos ámbitos relacionados con la atención temprana, desde el desarrollo de políticas hasta aplicaciones específicas. No obstante, las aplicaciones en la atención temprana son casi inexistentes (Sierra et al., 2022). En (Park & Hassairi, 2021) plantean cómo el aprendizaje automático puede ayudar al diseño de políticas de educación enfocadas a la infancia y, en concreto, a la atención temprana. En su estudio, analizan cantidades masivas de textos legales de políticas de educación en los EEUU para identificar aquellos aspectos más relevantes a la hora de llevar a cabo políticas de educación.

Recientemente, (Sierra et al., 2022) realizaron una prueba de concepto de diagnóstico en edades tempranas que incluye una comparativa de cómo diversos algoritmos de aprendizaje automático pueden ayudar en el diagnóstico y asignación de terapias y tratamientos en niños de 0 a 6 años en el Hospital San Juan de Dios (Sevilla). En el estudio incluyeron técnicas de procesamiento de lenguaje natural para convertir texto a variables que pudieran ser utilizadas por los sistemas de IA.

## Resumen

Este módulo ha planteado y presentado dos conceptos: Internet of things e Inteligencia Artificial, que permiten entender cómo funcionan y qué utilidades pueden tener en la atención temprana.

## Glosario

**GPS:** Sistema de posicionamiento global.

**IA:** Inteligencia artificial.



**IoT:** Internet of things.

**IP:** Internet protocol.

**ML:** Machine learning.

**RFiD:** Identificación por radiofrecuencia.

**SVM:** Support Vector Machine o máquinas de vector soporte.

## Bibliografía

### Bibliografía básica Módulo

Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). The internet of things: An overview. *The internet society (ISOC)*, 80, 1-50.

Li, S., Xu, L. D., & Zhao, S. (2015). The internet of things: a survey. *Information systems frontiers*, 17(2), 243-259.

Sethi, P., & Sarangi, S. R. (2017). Internet of things: architectures, protocols, and applications. *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2017.

Kelly, J. T., Campbell, K. L., Gong, E., & Scuffham, P. (2020). The Internet of Things: Impact and implications for health care delivery. *Journal of medical Internet research*, 22(11), e20135.

Ling, L., Yelland, N., Hatzigianni, M., & Dickson-Deane, C. (2022). The use of Internet of Things devices in early childhood education: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 1-20.

Nazir, S., Ali, Y., Ullah, N., & García-Magariño, I. (2019). Internet of things for healthcare using effects of mobile computing: a systematic literature review. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2019.

Islam, S. R., Kwak, D., Kabir, M. H., Hossain, M., & Kwak, K. S. (2015). The internet of things for health care: a comprehensive survey. *IEEE access*, 3, 678-708.

de Vicente, A. J., Velasco, J. R., Garcia, A., & Hellín, A. M. (2016). Improved Active RFID indoor position system by using a RSSI partition criteria based on intervals of confidence to calibrate static signal propagation map. *2016 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN)*.



Mishra, S. S., & Rasool, A. (2019, April). IoT health care monitoring and tracking: A survey. In 2019 3rd international conference on trends in electronics and informatics (ICOEI) (pp. 1052-1057). IEEE.

Scarpato, N., Pieroni, A., Di Nunzio, L., & Fallucchi, F. (2017). E-health-IoT universe: a review. *Management*, 21(44), 46.

Winston, P. H. (1984). *Artificial intelligence*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.

Mira, J., & Delgado, A. E. (1995). Computación neuronal avanzada: fundamentos biológicos y aspectos metodológicos.

Došilović, F. K., Brčić, M., & Hlupić, N. (2018, May). Explainable artificial intelligence: A survey. In *2018 41st International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics (MIPRO)* (pp. 0210-0215). IEEE.

Markus, A. F., Kors, J. A., & Rijnbeek, P. R. (2021). The role of explainability in creating trustworthy artificial intelligence for health care: a comprehensive survey of the terminology, design choices, and evaluation strategies. *Journal of Biomedical Informatics*, 113, 103655.

Noorbakhsh-Sabet, N., Zand, R., Zhang, Y., & Abedi, V. (2019). Artificial intelligence transforms the future of health care. *The American journal of medicine*, 132(7), 795-801.

Maddox, T. M., Rumsfeld, J. S., & Payne, P. R. (2019). Questions for artificial intelligence in health care. *Jama*, 321(1), 31-32.

Park, S. O., & Hassairi, N. (2021). What predicts legislative success of early care and education policies?: Applications of machine learning and Natural Language Processing in a cross-state early childhood policy analysis. *Plos one*, 16(2), e0246730.

Schwalbe, N., & Wahl, B. (2020). Artificial intelligence and the future of global health. *The Lancet*, 395(10236), 1579-1586.

Sierra, I., Díaz-Díaz, N., Barranco, C., & Carrasco-Villalón, R. (2022). Artificial Intelligence-Assisted Diagnosis for Early Intervention Patients. *Applied Sciences*, 12(18), 8953.

## Recursos

### Web



## RFC 7452

Tschofenig, H., et. al., *Architectural Considerations in Smart Object Networking*. Tech. no. RFC 7452. Internet Architecture Board, Mar. 2015. Web. <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7452.txt>

