

## LEARNIG STRATEGY BASED ON IoT LIKE SUPPORT TO THE COURSES OF PROGRAMMING IN ENGINEER

### ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE BASADO EN IoT COMO APOYO A LOS CURSOS DE PROGRAMACIÓN EN INGENIERÍA

MSc. Nancy Acevedo, MSc. Nydia Sandoval, PhD. Luz Marina Santos

#### Universidad de Pamplona

Ingeniería de Telecomunicaciones, Ingeniería de Sistemas  
Ciudadela Universitaria. Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Tel.: 57-7-5685303, Fax: 57-7-5685303, Ext. 144

E-mail: [acevedoquintana@gmail.com](mailto:acevedoquintana@gmail.com), [nydiasandovalup@gmail.com](mailto:nydiasandovalup@gmail.com),  
[lsantos@unipamplona.edu.co](mailto:lsantos@unipamplona.edu.co)

**Abstract:** Education 4.0 brings with it new challenges to Higher Education and especially the appropriation of the Internet of Things (IoT) as support for active learning strategies in the classroom. A problem present in programming courses is the lack of motivation of the students and difficulty in visualizing its application in their areas of study. As part of the solution, this article proposes a classroom model based on a generic IoT module that allows solving various problems in the programming courses I of the Engineering programs of the University of Pamplona.

**Keywords:** Education 4.0, IoT, programming, engineering, learning strategy.

**Resumen:** La Educación 4.0 trae consigo nuevos retos a la Educación Superior y en especial la apropiación de Internet de las Cosas (IoT) como apoyo de estrategias de aprendizaje activas en el aula. Un problema presente en los cursos de programación es la falta de motivación de los estudiantes y dificultad en visualizar su aplicación en sus áreas de estudio. Como parte de la solución, este artículo propone un modelo de aula basado en un módulo genérico de IoT que permite resolver diversos problemas en los cursos de programación I de los programas de Ingeniería de la Universidad de Pamplona.

**Palabras clave:** Educación 4.0, IoT, programación, ingeniería, estrategia de aprendizaje.

## 1. INTRODUCCION

La industria 4.0 lleva a las Universidades a repensar sobre sus contenidos curriculares y estrategias de enseñanza-aprendizaje. Nuevos requerimientos de enseñanza exigen acercar más a los estudiantes a problemas del mundo real y a las tecnologías con que se encontrarán en las empresas. Para ello, se debe trabajar más en competencias del hacer qué sólo del conocer. Internet de las cosas (*Intenet of Things*- IoT) fue identificada como una de las principales áreas a ser consideradas por las Universidades en las actualizaciones de sus mallas curriculares en línea con las nuevas necesidades de la Industria (Ellahi, Khan, & Shah, 2019).

Proporcionar aulas apoyados de Internet de IoT puede ayudar a las instituciones a mejorar la

calidad de la enseñanza y aprendizaje proporcionando una experiencia más nutrida de aprendizaje accionable en tiempo real en el ambiente de los estudiantes, y donde los docentes también pueden monitorizar el nivel de interés y concentración de los estudiantes (Alvear Puertas, 2017).

Este artículo constituye una propuesta inicial de cómo direccionar el área de IoT en diferentes campos de acción en la Universidad de Pamplona, comenzando con la interacción de IoT en los cursos de programación I en la Facultad de Ingenierías y Arquitectura. Se presenta un modelo de aula basado en un módulo genérico de IoT que permite desarrollar las competencias de resolución de problemas, colaboración y trabajo en equipo, las cuales son las competencias demandadas en el mundo laboral.

## 2. TRABAJOS RELACIONADOS

En esta sección se relacionan trabajos educativos que incorporan IoT para el mejoramiento de sus prácticas académicas. En (Rueda-Rueda, Manrique, & Cabrera Cruz, 2017) se mencionan las diferentes interacciones entre IoT y las instituciones de educación superior, y define la IoT como herramienta pedagógica. En (Cucaita Murcia, 2015) fomenta el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio, fortaleciendo la investigación y extensión en los estudiantes del programa Ingeniería de Sistemas, mediante redes sociales, android, arduino e IoT. En (Guerra Guerra & Fermin Perez, 2017) alinean el plan de estudios de pregrado para el aprendizaje de IoT en una Facultad de Ciencias de la Computación para que los estudiantes puedan aprender temas de IoT, de acuerdo con las necesidades de la industria peruana.

El trabajo en (Veintimilla, Ulloa, & Veintimilla, 2018) realiza una comparación del uso de aplicaciones en línea por medio de tablets y smartphones con estudiantes de la carrera de Ingeniería en Teleinformática de la Universidad de Guayaquil, y se obtiene como resultado una idea de cómo el Internet de las Cosas está reformando, y transformando la educación superior de forma autónoma y unificada. También en Ecuador, (González, Avila, Fuentes, & Chávez, 2018) presenta un sistema electrónico con aplicación IoT para monitoreo facial que brinda estimadores de desconcentración de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte.

El trabajo en (Burd, Barker, Divitini, Guerra, et al., 2018) constituye un proyecto cooperativo entre un conjunto de universidades y presenta una revisión general sobre los desafíos tecnológicos que enfrenta la educación superior. En (Burd, Barker, Divitini, Perez, et al., 2018) considera cuatro enfoques principales que los educadores informáticos están utilizando para integrar los conceptos y cursos de IoT en sus planes de estudio, resume las opciones y los desafíos relacionados con la enseñanza de IoT y describe algunas herramientas IoT que los docentes pueden utilizar.

En (Rahman, Deep, Rahman, & others, 2016) incorpora tecnologías de información y comunicación (TIC), e IoT para crear un entorno de aprendizaje inteligente para estudiantes de institutos de educación en la India. Los institutos

educativos han ido más allá de la forma tradicional de aprendizaje al aceptar las últimas tecnologías y las tendencias modernas, haciendo que el aprendizaje sea más innovador. Las tecnologías interactivas y los servicios de comunicación instantánea han transformado los métodos adoptados para la educación en un medio más interactivo, visualizable y accesible.

## 3. MARCO TEÓRICO

Esta sección presenta la caracterización de la Educación 4.0, el concepto de IoT, sus componentes y arquitectura.

### 2.1 Educación 4.0

El uso de las TIC en el aula comenzó con la educación 1.0, siendo un proceso unidireccional donde el conocimiento que se dispone de los libros seleccionados para el curso, es impartido por los profesores hacia sus alumnos recluidos en un aula y estos trabajan en sus contenidos que se caracterizan por ser estáticos (Rosique, 2014). Luego la educación 2.0 con un proceso bidireccional, presenta una filosofía y una práctica de la educación y de la comunicación basada en el diálogo y en la participación que no requiere solo de tecnologías, sino de un cambio de actitudes y de concepciones (Aparici, 2011). La educación 3.0 con un proceso autodirigido, donde los estudiantes construyen su aprendizaje y conocimiento elaborando contenidos para uso individual o colectivo, bajo la supervisión del docente, está diseñada sobre una Web más semántica y personalizada en las formas de acceso a la información. El último paso a dar, correspondiente a educación 4.0, recalca en un elemento diferenciador, como es el papel preponderante del estudiante, que pasa por la integración y cooperación entre los diversos agentes bidireccionalmente (profesores, alumnos, desarrolladores de contenidos y herramientas, programadores, etc.) y las oportunidades de construir conocimiento, a través de la auto creación de contenidos (Villasol & others, 2019).

Por su parte, la Educación 4.0 se basa en las principales tendencias de innovación y cambio. Los aprendizajes de la revolución 4.0 se centran en las competencias del siglo XXI, tales como la autodirección, la autoevaluación y el trabajo en equipo, es la respuesta a la necesidad de dar al estudiante el talento para competir en la industria 4.0 con el uso de la tecnología (Unidad Politécnica para la Educación Virtual., 2018). La Fig. 1 resume las diferencias en la evolución de la educación.



Fig. 1. Diferencias de Educación 1.0, 2.0, 3.0 y 4.0,

Fuente: (Virtual, 2018)

La educación 4.0 es una faceta más de la revolución industrial 4.0 que abarca áreas de la inteligencia artificial y aprendizaje automático, innovación, robótica, nanotecnología, impresión 3-D, y que transformará diversos sectores como la genética y biotecnología, la agrobiodiversidad, la creatividad, la arquitectura y construcción, la gestión inteligente del agua o la antropología, modificando en los próximos años los modelos de negocio, los mercados de trabajo, las competencias a adquirir y el talento requerido en el nuevo escenario (Forum, 2016).

## 2.2 Internet de las cosas

El Internet de las cosas (IoT), también llamado Internet del Todo o el Internet Industrial, es un nuevo paradigma tecnológico concebido como una red global de máquinas y dispositivos capaces de interactuar entre sí (Forum, 2016). Cinco tecnologías son ampliamente usadas para el desarrollo de productos y servicios IoT: 1) Identificación por radio frecuencia (RFID); 2) Redes de sensores inalámbricos (WSN); 3) Middleware; 4) Computación en la nube; y 5. Software de aplicación de IoT.

No existe una definición única disponible para Internet de las cosas que sea aceptable para la comunidad mundial de usuarios, muchos investigadores, académicos, y empresas han definido el término, aunque su uso inicial se atribuye a Kevin Ashton, experto en innovación digital. (Madakam, Lake, Lake, Lake, & others, 2015) Expone la definición de IoT así “Una red abierta y completa de objetos inteligentes que

tienen la capacidad de organizarse automáticamente, compartir información, datos y recursos, reaccionando y actuando ante situaciones y cambios en el entorno”.

En la literatura, se abstraen los elementos que hacen parte del paradigma IoT y sus interacciones en arquitecturas de 3, 4, 5, ó más capas. Se presenta la arquitectura más básica de tres capas: capa de percepción, capa de red y capa de aplicación, Fig. 2. En la capa de percepción se da lugar a la captura de datos e información, pudiendo identificarse el mundo físico; los sensores pueden recolectar datos como temperatura, movimiento, orientación, humedad, frecuencias, entre otros, que son transformados en señales digitales (Chen et al., 2018). La capa de red o capa de transmisión, es la responsable de conectar la infraestructura de IoT; transporta datos entre la capa de percepción y la capa de aplicación. Los medios de transmisión utilizados pueden ser cableados o inalámbricos e incluyen tecnologías como WiFi, ZigBee, RFID, 3G y 4G, UMTS, *Bluetooth*, etc., esto dependiendo de los dispositivos utilizados en la capa de percepción. La capa de aplicación está ubicada en la cima de la arquitectura y es orientada a servicios, en ella se da lugar al almacenamiento y procesamiento de la información y a través de esta capa se da la interacción y utilidad de los dispositivos con los usuarios finales y con otros sistemas; en este punto, la amplia variedad de aplicaciones y servicios está determinada por su finalidad, por mencionar algunos la domótica, transporte y movilidad, salud, industria, medio ambiente y educación.

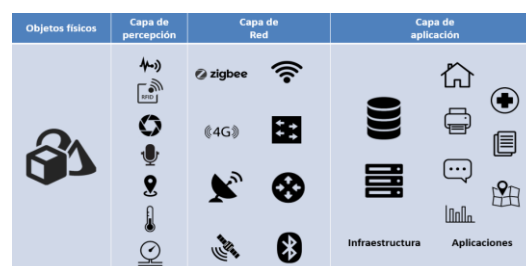


Fig. 2. Arquitectura básica de un entorno IoT

Fuente: (Khairi, Farooq, Waseem, & Mazhar, 2015)

## 4. MODELO DE AULA BASADO EN IoT

A continuación, se presenta la estrategia de aprendizaje basada en IoT para los cursos de programación en los programas de ingeniería de la Facultad de Ingenierías y Arquitectura. Se presenta en la Tabla 1 los programas que tienen en sus pensum programación y los semestres en los cuales se ubica de acuerdo a sus últimos planes de estudio.

Tabla 1. Programas de Ingeniería con programación I.

Programa	Semestre	Curso
Eléctrica	II	Programación I
Electrónica	I	Fundamentos de programación
Telecomunicaciones	II	Programación I
Sistemas	I	Programación estructurada
Mecánica	II	Programación I
Mecatrónica	II	Programación I
Industrial	V	Programación I
Ambiental	V	Programación I
Química	I	Programación I
Civil	II	Programación I

Fuente: Autores

La programación I se justifica en “la importancia del modelamiento algorítmico de fenómenos de tipo matemático y físico, que permitan despertar en el estudiante de ingeniería habilidades para el desarrollo de tareas que ameriten la solución algorítmica” (Pamplona, 2018). En general el contenido del curso se fundamenta en el desarrollo de algoritmos que incluyen instrucciones básicas que son aplicables a todos los lenguajes de programación como son: manejo de variables, entrada/salida, expresiones matemáticas, condicionales, ciclos y arreglos. Como primera asignatura en el área de programación desarrolla en el estudiante las competencias computacionales para resolver problemas.

Se estructura un modelo de aula basado en un módulo general IoT y soportado en un Sistema de Manejo de Aprendizaje (LMS) que comprende los siguientes momentos: Teórico, Reto, Misión y Evaluación, ver Fig. 3. En cada uno de los momentos el modelo registra el tiempo de inicio, tiempo de fin y porcentaje de progreso.

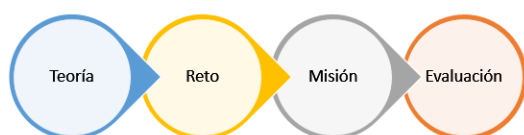


Fig. 3. Componentes del modelo de aula basado en IoT

Fuente: Autores

#### 4.1 Teórico

Este momento corresponde a la ambientación del tema a tratar que está contenido en un LMS y

que el estudiante abordará en las horas de trabajo independiente. El tema comprende título, objetivo, competencia y marco teórico desarrollado en material digital como videos, páginas web, entre otros.

#### 4.2 Reto

El reto es un momento del aula que se realiza en forma presencial y constituye una estrategia de enseñanza activa. El reto consiste en la asignación de un desafío o problema a resolver por parte de los grupos de estudiantes organizados previamente en el LMS, ver Fig. 4. Se programa en el LMS una actividad (Reto) que proporciona una guía con las indicaciones generales para su desarrollo.



Fig. 4. Organización del Reto

Fuente: Los autores

Se implementa una herramienta de software en python que permite la interacción entre la interfaz donde se programa con código de un lenguaje de alto nivel y el módulo general IoT construido en Arduino con sus correspondientes puertos de entrada y salida. En Fig. 5 se observa el plano general del módulo IoT con los componentes Arduino Mega 2560, sensores y actuadores.

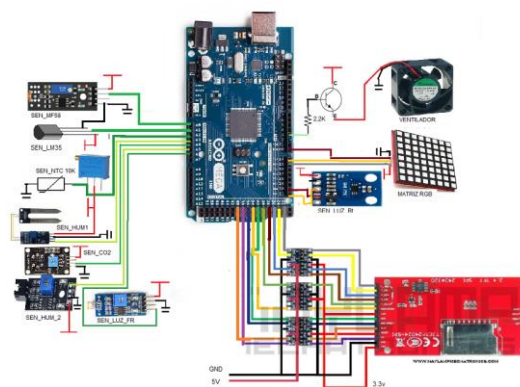


Fig. 5. Plano del módulo IoT

Fuente: Los autores

La herramienta de software da la opción de seleccionar los dispositivos (sensores y actuadores) apropiados para dar solución al desafío propuesto. Los dispositivos lógicos seleccionados deben coincidir con los dispositivos físicos que se conecten al módulo IoT. Luego de las conexiones físicas, el sistema permitirá la codificación y ejecución del programa, al igual que verificará que los resultados dan la solución correcta al problema planteado. La Fig. 6 muestra el proceso general en la implementación del Reto, donde la terminación del reto genera un archivo de salida con los resultados del reto: código final, número de intentos de ejecución, tiempo de inicio y fin del reto. Los estudiantes suben el archivo a la actividad en el LMS como evidencia del reto realizado, donde el docente posteriormente verifica y asigna la calificación.

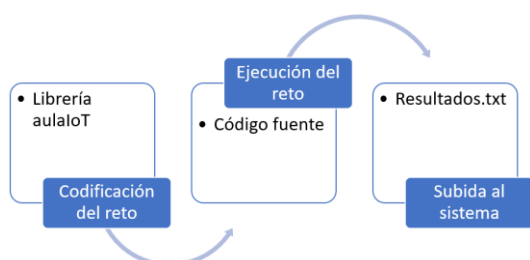


Fig. 6. Implementación del Reto

Fuente: Autores

#### 4.3 Misión

El momento de misión corresponde a la autoevaluación que realiza cada estudiante en un sistema o herramienta seleccionada empleando técnicas de aprendizaje de gamificación. El sistema propone una serie de misiones, y mide el progreso de los estudiantes. Con esta estrategia se busca motivar e incentivar a los estudiantes a reforzar los conocimientos teóricos y prácticos del tema tratado, y a mejorar de una manera lúdica sus habilidades de programación. A modo de ejemplo, en Fig.7 se presenta la misión en python para verificar si todos los elementos de una lista son iguales (<https://py.checkio.org/>). Se destacan principalmente las opciones de *Check* y *Run*. Al resolver la misión se presenta las opciones de publicar la solución, ver otras soluciones y pasar a la próxima misión.

#### 4.4 Evaluación

La evaluación contempla la realización de un conjunto de pruebas en el LMS con fines de nota. Se presenta una serie de elementos de evaluación como muestra en Fig. 8 aplicado al tema de condicionales en programación.

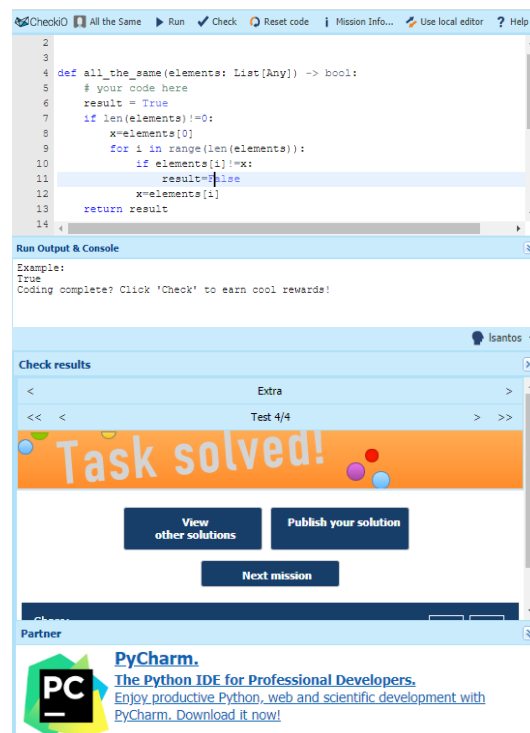


Fig. 7. Misiones en py.checkio.org

Fuente: Autores

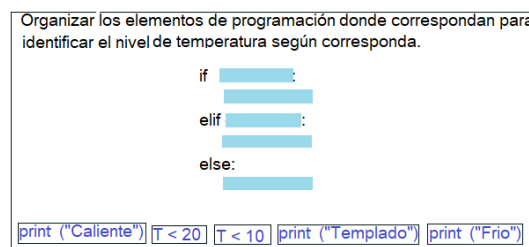


Fig.8. Evaluación de la instrucción if

Fuente: Autores

#### 4.5 Monitoreo de variables

El modelo de aula propuesto, plantea llevar el control de las variables mostradas en Fig. 7. El tiempo es medido para cada uno de los momentos del aula. Las calificaciones corresponden a los momentos del Reto y Evaluación. El número de intentos se contabiliza para el Reto.

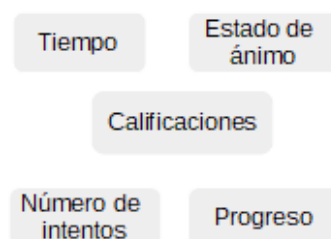


Fig.9. Variables del aula



El modelo plantea llevar el seguimiento del progreso del estudiante en el curso y por cada momento del aula, ejemplo en Fig. 10.

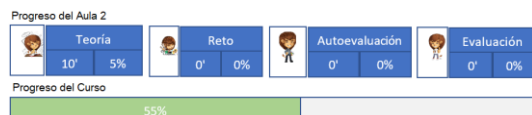


Fig.10. Progreso del aula y curso

Adicional a lo anterior, el aula dispondrá de un grupo de cámaras que durante el desarrollo del reto estará capturando los rostros de los estudiantes aleatoriamente. Estas capturas serán la entrada a un sistema inteligente que hará un análisis del nivel de interés y concentración reflejado en el estado de ánimo con que los estudiantes realizaron el reto.

Se evaluará la relación entre el estado de ánimo y desempeño de los estudiantes en los temas de programación I al aplicar el modelo propuesto en este artículo. El estado de ánimo se realizará aplicando técnicas de reconocimiento facial, un ejemplo de esto lo constituye *Rekognition* que es capaz de obtener metadatos y analizar incluso el género de una persona y su edad mediante el análisis facial. Además, es capaz de detectar hasta ocho emociones, entre ellas: miedo, felicidad, tristeza, enojo, sorpresa, disgusto, calma y confusión.

## 5. CONCLUSIONES

La incorporación de nuevas tecnologías en las aulas de clase tiene la intención de mejorar la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje; particularmente la incorporación de IoT permite al futuro ingeniero experimentar con problemas reales que se encontrarían en la industria, desarrollar competencias algorítmicas y trabajo en equipo del futuro ingeniero. Son varios los interrogantes aún sin resolver para proporcionar todos los elementos presentados en el modelo de aula basado en IoT propuesto, principalmente están enfocados en cómo integrar las diferentes herramientas y software, y cómo realizar la captura, análisis y monitorio de las variables (TreceBits, 2020).

## REFERENCIAS

- Alvear Puertas, V. E. (2017). *Sistema electrónico con aplicación IOT para monitoreo facial que brinde estimadores de desconcentración del estudiante universitario en el aula a escala de laboratorio*.
- Aparici, R. (2011). *Principios pedagógicos y comunicacionales de la educación 2.0*. La educación.

- Burd, B., Barker, L., Divitini, M., Guerra, J. G., Perez, F. A. F., Russell, I., ... Pollock, I. (2018). The internet of things in CS education: updating curricula and exploring pedagogy. In *Proceedings of the 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 366–367).
- Burd, B., Barker, L., Divitini, M., Perez, F. A. F., Russell, I., Siever, B., & Tudor, L. (2018). Courses, content, and tools for internet of things in computer science education. In *Proceedings of the 2017 ITiCSE Conference on Working Group Reports* (pp. 125–139).
- Chen, K., Zhang, S., Li, Z., Zhang, Y., Deng, Q., Ray, S., & Jin, Y. (2018). Internet-of-Things security and vulnerabilities: Taxonomy, challenges, and practice. *Journal of Hardware and Systems Security*, 2(2), 97–110.
- Cucaita Murcia, J. G. (2015). Fomento al uso de las TIC en la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio, fortaleciendo la investigación y extensión, mediante redes sociales, android, arduino e internet of things.
- Ellahi, R. M., Khan, M. U. A., & Shah, A. (2019). Redesigning Curriculum in line with Industry 4.0. *Procedia Computer Science*, 151, 699–708.
- Forum, W. E. (2016). The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. In *Global challenge insight report*. Geneva: World Economic Forum.
- González, A. P., Avila, E. A. F., Fuentes, P. C., & Chávez, A. T. (2018). Prototipo de un Aula Inteligente aplicando Internet de las Cosas y Modelos de Aprendizaje Profundo.
- Guerra Guerra, J., & Fermin Perez, A. (2017). Alignment of Undergraduate Curriculum for Learning IoT in a Computer Science Faculty. In *Proceedings of the 2017 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (p. 362).
- Khairi, A., Farooq, M., Waseem, M., & Mazhar, S. (2015). A Critical Analysis on the Security Concerns of Internet of Things (IoT). *Perception*, 111.
- Madakam, S., Lake, V., Lake, V., Lake, V., & others. (2015). Internet of Things (IoT): A literature review. *Journal of Computer and Communications*, 3(05), 164.
- Pamplona, U. de. (2018). Contenido Programático Programación I. Obtenido de: [http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home\\_134/recursos/general/14082015/programacion\\_uno.pdf](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_134/recursos/general/14082015/programacion_uno.pdf) (Agosto 20 de 2020).

- Rosique, R. (2014). Un asomo a la Educación y Web 1.0, 2.0 y 3.0. Obtenido de Monografias: <http://www.monografias.com/trabajos71/asomo~....>
- Rueda-Rueda, J., Manrique, J., & Cabrera Cruz, J. (2017). Internet de las Cosas en las Instituciones de Educación Superior. *CIINATIC 2017*, 2.
- TreceBits. (2020). El nuevo sistema de reconocimiento facial de Amazon detecta las emociones. Obtenido de: <https://www.trecebits.com/2019/08/16/el-nuevo-sistema-de-reconocimiento-facial-de-amazon-detecta-las-emociones/> (Agosto 7 de 2020).
- Rahman, M. ur, Deep, V., Rahman, S., & others. (2016). ICT and internet of things for creating smart learning environment for students at education institutes in India. In *2016 6th International Conference-Cloud System and Big Data Engineering (Confluence)* (pp. 701–704).
- Veintimilla, J. G., Ulloa, J. F., & Veintimilla, M. A. (2018). Transformación de la educación superior por medio del surgimiento del internet de las cosas (IoT). *Sistemas, Cibernética e Informática*.
- Villasol, I., & others. (2019). Caja de herramientas 4.0 para el docente en la era de la evaluación por competencias. *Innovación Educativa (México, DF)*, 19(80), 93–112.
- Unidad Politécnica para la Educación Virtual. (2018). Educación 4.0. Obtenido de: <https://docente.40.ipn.mx/index.php/educacuion-4-0/> (Agosto 7 de 2020).