

# **AULA INTELIGENTE: HACIA UN NUEVO MODELO**

Mansilla Luis<sup>1</sup>, Nonino Fabian<sup>1</sup>, Spooner Federico<sup>1</sup>  
Ing. Pedro López<sup>2</sup>

Desarrollador e investigador del proyecto<sup>1</sup>  
{lmansilla022, fabian.nonino,  
spoonerfederico}@gmail.com

Docente Coordinador<sup>2</sup>

pedro.lopez@uai.edu.ar

Universidad Abierta Interamericana - Rosario, Santa Fe, Argentina

**Resumen.** Aula Inteligente, hacia un nuevo modelo intenta brindar espacios educativos tecnológicamente enriquecidos y adaptados que apoyen de manera proactiva tanto a docentes como alumnos en el desarrollo de las clases.

Nuestro prototipo puede proveer soluciones adaptativas que se ajusten y generen beneficios para los usuarios de dichos entornos.

En este artículo se propone tanto un modelo de Aula Inteligente, como las herramientas necesarias para automatizar muchas de las tareas cotidianas que se ejecutan en este ámbito. Agregamos además, un módulo de Aula Virtual que cuenta con un segmento destinado a la educación a distancia.

**Palabras Clave:** Aula Inteligente, Aula Virtual, ahorro energético, asistencia controlada., Videoconferencia en la educación.

## **1 Contexto**

Enfocamos nuestros esfuerzos a lograr un prototipo de aula virtual con funciones avanzadas controladas por Arduinos, poniendo foco especialmente en la tecnología de Videoconferencia. Realizaremos luego pruebas de campo dentro de nuestra facultad para analizar el rendimiento del prototipo.

El desarrollo de nuestro prototipo se da en el marco del auge de las tecnologías de Videoconferencia, la cual es utilizada desde hace años en ambientes corporativos. Las ventajas que aportan estas tecnologías son: mejoras en la comunicación, reducción de costos involucrados a traslados, optimización del tiempo de los participantes al no tener que acercarse a una locación específica.

A la hora de pensar sobre cuál iba a ser nuestra investigación o proyecto, pensamos en las cualidades que nos parece que deberían incorporarse a las aulas de hoy en día.

## **2 Introducción**

El presente proyecto establece las bases para el desarrollo de un nuevo modelo conceptual de Aula Inteligente, en el cual problemáticas comunes como la imposibilidad de un alumno o profesor de asistir a la institución, o la incapacidad económica o logística de disponer de un disertante externo a la organización; se encuentran cubiertas mediante implementación de Videoconferencia. Además automatizamos varias de las tareas cotidianas dentro del aula agregando también un aula virtual.

Tradicionalmente, si un alumno por diversos motivos era incapaz de asistir a clases, debía comunicarse con alguno de sus compañeros para intentar “ponerse al día” con la materia en la cual estuvo ausente.

Por otro lado, si era el docente quien no asistía, todos sus alumnos se veían afectados.

En instituciones donde los espacios físicos son acotados o de excesiva concurrencia. Habitualmente los alumnos se ven forzados a concurrir con antelación para ocupar los primeros lugares, o hacerse de bancos de otras aulas, estando muchas veces incluso en la puerta del aula o fuera de misma.

Otra problemática común es la imposibilidad de invitar a disertantes de prestigio, ya que se dificulta contar con el mismo físicamente en el lugar, por los costos involucrados. A la vista de estas problemáticas puntuales detectadas, es que decidimos enfocarnos en la implementación de Videoconferencia dentro del modelo de aula virtual.

Comúnmente a la hora de comenzar una clase en particular, un alumno o profesor, obtiene información de donde se va a impartir una clase; en bedelía, algún transparente o consultando a otros compañeros. Siendo estos medios, muchas veces poco confiables, y ante un cambio de cronograma, la notificación en tiempo y forma no es posible obligando a los involucrados a perder mucho tiempo hasta dar con la clase o aula esperada.

Por otro lado, muchas veces llegamos y ya se encuentran encendidas luces, proyectores, ventiladores y/o aires acondicionados que quedaron de otra clase, o nosotros descuidamos los mismos sin apagarlos al terminar. Esto se traduce en desgaste de los equipos y consumo energético innecesario.

El sistema de aula inteligente que proponemos, llega para brindar asistencia autónoma a estos casos cotidianos.

### **3 Estado del Arte**

En este apartado, se hace referencia a diferentes proyectos que fueron tomados como punto de partida a la hora de llevar adelante la realización del presente trabajo.

El trabajo número uno se basa en un modelo de ambiente inteligente adaptativo apuntado principalmente a la educación [1].

En el número dos, se plantea el desarrollo de un i-campus o campo inteligente el cual intenta redefinir la forma de educar utilizando la informática como bastión, se muestra un caso de aplicación puntual en la Universidad de Essex[2].[1]

Desde la investigación número tres, se muestran los impactos que tienen las TIC no sólo en el ámbito educativo, sino en la sociedad en general. Se habla de las ventajas de la educación a distancia y además se plantean “Dos vertientes en la relación entre las TICs y la educación”[3].

El trabajo número cuatro, presenta una metodología de aprendizaje llamada ABP “Aprendizaje Basado en Problemas” que intenta promover el desarrollo de la enseñanza de la tecnología, aplicando para ello hardware opensource, poniendo foco especialmente en Arduinos[4].

Tomando como referencia los trabajos anteriores, se presenta una tabla comparativa entre las diferentes investigaciones y las características más importantes del presente trabajo.

**Tabla 1.** Comparativa de trabajos anteriores con el proyecto actual.

<b>Trabajo</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>
Ambientes Inteligentes en Contextos Educativos: Modelo y Arquitectura	X	X				X
The Intelligent Classroom: Beyond Four Walls	X	X		X		X
TIC: Su uso como Herramienta para el Fortalecimiento y el Desarrollo de la Educación Virtual		X		X		X
ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) para la enseñanza de proyectos tecnológicos interdisciplinarios basados en Arduino		X	X			X
Trabajo Actual	X	X	X	X	X	X

**C1:** Arduinos **C2:** Entomos adaptados **C3:** TICS en la educación

**C4:** Single Board Computers (SBC) **C5:** Rendimiento **C6:** Eficiencia Energética

De acuerdo a los estudios relevados, pueden apreciarse análisis enfocados tanto a arduinos como a plataforma que alientan el fortalecimiento y el desarrollo de tecnologías aplicadas al ámbito de la educación. Ninguna de las investigaciones presentadas, integra las características tecnológicas presentadas en nuestro trabajo de investigación.

Tratamos de integrar los conceptos exhibidos en la Tabla 1. para conseguir un modelo conceptual que se ajuste a los requerimientos y de esta forma, fomentar el uso de las tecnologías.

#### **4 Funcionamiento**

#### 4.1 Automatización del Aula

El bedel accederá a la plataforma y asignará un aula en particular, el cronograma de toda la semana; especificando por día, materia a dictar, horario de inicio/fin y profesor que la dicta. Con dicha información, el servidor tendrá conciencia de los horarios de inactividad y enviará, cuando llegue el momento, a los nodos de control de dicha aula, la acción correspondiente, tanto de encendido como de apagado entre otras.

En cualquier momento, un alumno o profesor podrá consultar, en qué aula tiene asignada la materia y en qué horario. A medida van ingresando al aula, tanto alumnos como profesores se identificarán biometricamente al ingresar, esto enviará al servidor la notificación que un alumno o el profesor, se encuentran en el aula a la espera de la clase. Esta información contribuye a la asistencia, donde el bedel no tendrá más que pedirle al sistema el listado de los presentes. Tanto de alumnos como el profesor. En todo momento un alumno podrá ver si sus compañeros o el mismo profesor ya se encuentran en el aula o no.

Al concluir la clase, el profesor confirma que la misma ha terminado vía la app y si fuese necesario, el servidor nuevamente se comunica con los nodos de control, apagando todo sistema que consume energía innecesariamente.

#### 4.2 Aula Virtual

En caso que un alumno no pueda asistir a una clase, lo informa mediante la app o via web (Fig. 3.), la misma le devolverá un acceso que se habilitará a bajar el video cuando la clase termine.



Materia	Profesor	Horario	Asistir	En Vivo	Video Clase	Certificado
Org y Gestion	Saches	13:30 - 15:30 hs	No Asisto	Ver en vivo	Bajar	Subir
Base de Datos	Rodriguez	16:30 - 18:30 hs	No Asisto	No Disponible	Bajar	Subir
Trabajo De Campo	Pereira	18:45 - 20:30 hs	No Asisto	No Disponible	Bajar	Subir

**Fig. 3.** Captura de Pantalla de la Web

En el salón existirá una cámara IP la cual se activará y desactivará siguiendo el itinerario tal cual los demás módulos inteligentes, la cámara grabará toda la clase para guardarla en un storage, dejándola disponible para el alumno que faltó a clases, pueda bajar el video y verlo para así no perderla

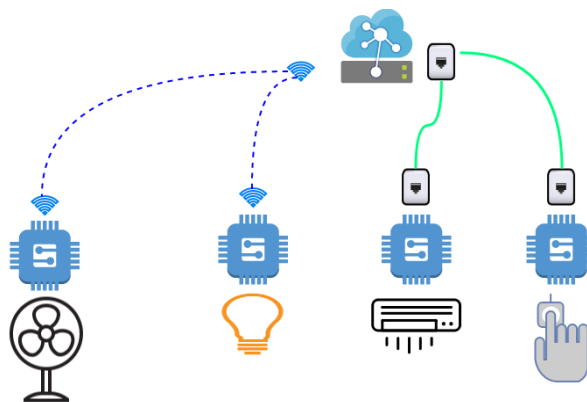
Junto con esta funcionalidad, el alumno también puede subir un certificado médico o algún otro documento que justifique su ausencia.

Para la visualización de clases en vivo introducimos la tecnología de Videoconferencia.

## 5 Análisis y Desarrollo

Nuestro prototipo se compone de tres elementos principales: dispositivos a controlar, servidor, clientes.

- **Dispositivos a Controlar** son los que por medio de interfaces Arduinos permiten comunicarse con el servidor.
- **Servidor** es donde están centralizadas las peticiones y los estados de los dispositivos (Fig. 1) para luego tomar las decisiones correspondientes. El mismo es utilizado también como repositorio.
- **Clientes** dispositivos de acceso utilizados por alumnos/profesores, entre ellos Smartphones, Tablets, PCs, Nootebooks, etc.



**Fig. 1.** Diagrama de comunicación entre dispositivos y servidor

### 5.1 Diseño

El diseño actual definido se basa en una arquitectura de 3 componentes, donde se muestra el rol del *Servidor* como principal fuente de recolección, almacenamiento de datos y toma de decisiones.

La *Domótica* residente en el aula, se encargará de sensar y controlar los dispositivos elegidos; informando al servidor sus estados y eventos ocurridos, esperando que el mismo tome las decisiones correspondientes. La domótica solo se avoca a ejecutar o a informar al servidor..

La interacción de los clientes (Fig.2) se realiza independientemente del dispositivo cliente, ya sea una tablet, notebook o smartphone.



Fig. 2. Interacción de caja negra

### 5.2 Hardware Involucrado

Cada nodo de control del aula, se comunicaran con el servidor mediante el uso del protocolo TCP/IP (Fig. 1.). Serán dotados de un módulo ESP8266 para enlace inalámbrico bajo el estándar IEEE 802.11 b/g/n, o un módulo ENC28J60 para enlace alámbrico bajo el estándar IEEE 802.3 según sea el caso.

Dichos mensajes se enviarán via HTTP en formato JSON. Donde cada endpoint interpretará y dará una respuesta en este mismo formato.

ESP8266 ESP-01: Es un módulo autónomo capaz de establecer un enlace WIFI autenticándose en un router remoto y establecer comunicaciones simples bajo tcp/ip. Entre otras cosas, descifrar mensajes JSON, tomar decisiones y brindarle estados a su GPIO en consecuencia.

ENC28J60: Es un módulo capaz de establecer un enlace Ethernet y establecer comunicaciones simples bajo tcp/ip, y comunicar el resultado vía SPI hacia Arduino, quien se encargará de decidir e interactuar con el dispositivo a controlar.

Arduino Pro Mini: Microcontrolador elegido por su relación costo/capacidad. Siendo su corazón un ATMEGA 328, posee 14 entrada/salidas digitales, 6 entradas analógicas, Protocolos SPI I2C y UART.

Polycom RealPresence Group 300: Dispositivo para la realización de videoconferencias de uso empresarial.

### 5.3 Software

La solución de domótica está basada en arduino (Arduino Pro Mini), el cual gracias a los módulos ESP8266 (Wifi), o ENC28J60 (Ethernet), disponibles según la necesidad, se comunican al servidor mediante el protocolo HTTP.

El mismo posee un endpoint escuchando las peticiones http provenientes de los controladores arduino (ENDPOINT Arduinos), para luego procesar dicha información aplicando la lógica correspondiente, respondiendo a ellos bajo el mismo medio de ser necesario, y dejando el resultado de la lógica, disponible ante posibles peticiones provenientes del ENDPOINT Clientes.

Los clientes a través de su SOCKET Http, provisto por su dispositivo, al conectarse al servidor, son atendidos por el ENDPOINT Clientes, el cual gracias a la información previamente procesada por la lógica, es capaz de darle una respuesta a su petición

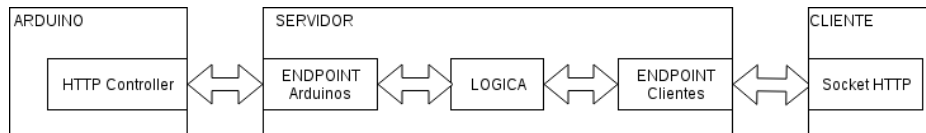


Fig. 3. Diagrama de Caja Blanca de la solución.

### 5.4 Red

La red bajo la que se comuniquen todos los nodos de control de cada aula estará aislada de la red de acceso al servidor vía celulares o navegadores.

Para ello, el diseño lógico de la red constará de 2 vlans diferentes (Fig. 4), una para los nodos de control y otra bajo la cual el servidor reciba todas las peticiones de aplicación (web o celular). Para evitar así que problemas típicos de redes abiertas al exterior, como inyección de dhcp, tormentas de broadcast entre otros, comprometan el funcionamiento de los nodos. De esta forma, tanto celulares como navegadores, interactuarán exclusivamente con el servidor. Y este será el responsable de notificar a los nodos de control.

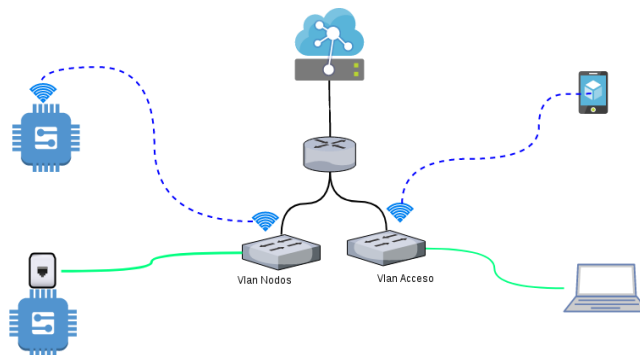


Fig. 4. Diagrama de red para la solución propuesta.

## 6 Implementación

La primera implementación de prueba de nuestra solución, se llevó adelante durante el segundo semestre del año 2017 en el Laboratorio de informática del primer piso de UAI Rosario (Av. Ovidio Lagos 944 - Rosario - Santa Fe).

Estas pruebas tuvieron una duración de aproximadamente tres meses.

### Escenario 1

Al momento de seleccionar el hardware para comunicar el Arduinos con el servidor principal, decidimos utilizar un módulo bluetooth HC05. El cual vía comandos AT, permite configurarse de modo cliente/servidor.

Luego de varias pruebas descubrimos que la comunicación cliente-servidor era solamente punto a punto por lo que no soportaba su instalación en un ambiente multipunto.

Esta realidad nos hizo reflexionar sobre la practicidad del Bluetooth para realizar este tipo de conexiones y nos dimos cuenta que utilizando un módulo WiFi o Ethernet no sólo tendríamos la posibilidad de establecer sesiones multipunto, sino que además tanto los dispositivos de red Ethernet/Wifi son de uso cotidiano/facilita su adaptabilidad. Estas sesiones, son las que finalmente nos permitirían realizar Videoconferencia entre varios participantes.

## **Esenario 2**

En la búsqueda de un medio de conectividad que cumpla con los nuevos requisitos, encontramos dos módulos que nos permitieron lograr tanto la conectividad alámbrica como inalámbrica de manera transparente sin modificar el hardware de base.

Tanto el módulo ENC28J60 (ethernet) como el módulo ESP8266 ESP-01 se comunican con el arduino bajo el mismo estándar y protocolo SPI.

Lo cual nos permite dependiendo el medio, optar por una tecnología u otra, al mismo costo y mínimo impacto

Ambos módulos son autónomos en cuanto a tecnologías de red se refiere, no hay necesidad de estudiar o controlar las capas del modelo OSI a bajo nivel, su chipset se encarga de ello y nos brinda via SPI al arduino el resultado de los eventos .

En lo que a WIFI se refiere, el chip gestiona y controla seguridad, encriptación, frecuencia y control de ruido. Despreocupándonos de todo control del medio .

En esta nueva arquitectura, el servidor tendrá conciencia de que nodos se van suscribiendo al sistema, y comenzará a interactuar con ellos; estando ellos solo escuchando órdenes y brindando resultados de las mismas. Enviará mensajes de Keep Alive para saber si los mismos se encuentran activos y refrescar sus estados.

Para nuestro primer escenario, se desarrolló un código simple en java que envía mensajes http vía puerto 80 a las ips que conoce como nodos.

Del lado del arduino, recibe dichos mensajes, actúa en consecuencia y brinda su respuesta ACK/ NACK

Como se puede notar, en ningún momento lidiamos con el medio físico, ya sea ethernet o wifi en el control. Lo que nos dio la transparencia que buscamos al delegar esto al hardware dedicado.

## **6.3 Beneficios**



Gracias a esta continua interacción entre alumnos, profesores y bedeles sobre el sistema de aulas inteligentes. La información es actualizada y propagada de manera inmediata. Donde casos como por ejemplo, la necesidad de un cambio de aula de manera inesperada se vuelve mucho más simple, ya que el sistema tiene siempre la última información sobre qué aula está desocupada y hasta cuando. A la hora de aplicar el cambio de aula. Tanto Alumnos como profesores pueden chequear la reasignación y remitirse a la nueva aula casi sin pérdida de tiempo. Reduciendo así la pérdida de tiempo de clase ante eventualidades de este estilo.

Por otro lado, aunque parezca ínfimo, la reducción del consumo de un aula por muy cortos periodos de tiempo, este multiplicado por todas las aulas del establecimiento, por todo el año, demuestra una reducción notable del consumo.

Otra gran ventaja es que no se requiere perder tiempo de clases en la toma de asistencia, ni del traslado de responsables al aula, muchas veces interrumpiendo la clase en momentos inapropiados.

Ya no se requiere de un gran personal de bedelía para cubrir todas las aulas, que en edificios grandes, son entre 3 a 6 bedeles para tomar a tiempo todas las asistencias.

## 6 Líneas de Investigación y Desarrollo

El proyecto pertenece a una de las 5 líneas de investigación de **CAETI Rosario**<sup>1</sup> denominada “Sociedad del Conocimiento y Tecnologías aplicadas a la Educación”. Las producciones de esta línea tienen la intención de “...potenciar las sinergias originadas en la vinculación del contenido, el conocimiento y el aprendizaje para lograr que los contenidos y conocimientos sean completos, accesibles, interactivos y utilizables en el tiempo. Se generarán avances en términos de usabilidad, accesibilidad, escalabilidad y costo de los métodos y tecnologías que manejan la creación, distribución y aprehensión del conocimiento...”[12]

## 7 Conclusión

Hemos desarrollado esta propuesta en función a problemáticas que en algún momento tanto nosotros como compañeros y docentes hemos padecido en algún momento. Pensando en el medio ambiente y el ahorro energético, que es un tema que preocupa cada vez más y no esta de mas que la tecnología ayude a las políticas de concientización, que no siempre tienen en la gente el efecto esperado.

Bajo el Concepto de OpenSource, invitamos a cualquier establecimiento ya sea tecnológico o no, que desee implementarlo, tenga las herramientas para enriquecer el mismo o como ejemplo para el estudio y formación de profesionales en el ámbito de la electrónica y sistemas.

---

<sup>1</sup> <http://caeti.uai.edu.ar/lineas.aspx>

## 8 Formación de Recursos Humanos

El presente trabajo, fue realizado por alumnos del Centro de Altos Estudios en Tecnologías Informáticas de la Universidad Abierta Interamericana regional rosario (CAETI Rosario) del último año de la carrera de 5 Ingeniería en Sistemas Informáticos: Luis Mansilla, Fabian Nonino y Federico Spooner.

El mismo cuenta con la dirección del Ing. Pedro López, docente de Universidad Abierta interamericana.

### Bibliografía

- [1] Hernández-Calderón, José-Guillermo, Edgard Benítez-Guerrero, and Carmen Mezura-Godoy. "Ambientes inteligentes en contextos educativos: modelo y arquitectura." *Research in Computing Science* 77 (2014): 55-65.
- [2] Dooley, James, et al. "The Intelligent Classroom: Beyond Four Walls." (2011): 457-468.
- [3] Rosario, Jimmy. "TIC: Su uso como Herramienta para el Fortalecimiento y el Desarrollo de la Educación Virtual." *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia* 8 (2006).
- [4] RIVERA, YAIR ENRIQUE. "ABP (APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS) PARA LA ENSEÑANZA DE PROYECTOS TECNOLOGICOS INTERDISCIPLINARES BASADOS EN ARDUINO." *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2014*. 2014.
- [5] Cabero, Julio, et al. "Nuevas tecnologías aplicadas a la educación." Madrid, Síntesis (2000).
- [6] Introducción a JSON  
<https://json.org/json-es.html>
- [7] Android Things <https://developer.android.com/things/index.html>
- [8] IoT and iOS - Lessons Learned  
<https://www.dotconferences.com/2017/01/hugues-bernet-rollande-iot-and-ios-lessons-learned>
- [9] D. McMaster, K. McCloghrie. "Definitions of Managed Objects for IEEE 802.3 Repeater Devices"  
<https://tools.ietf.org/html/rfc2108>
- [10] P. Calhoun, M. Montemurro, D. Stanley "Control and Provisioning of Wireless Access Points (CAPWAP) Protocol Binding for IEEE 802.11"  
<https://tools.ietf.org/html/rfc5416>