



Proyectos ARDUINO con estrategias de enseñanza soportadas en blended learning

Eje4: El mobil learning y la educación virtual ubicua.

Jesús Francisco Aguirre, Berta Elena García
Departamento de Informática
Universidad Nacional de San Luis
San Luis, Argentina
jaguirre@unsl.edu.ar, bgarcia@unsl.edu.ar

Resumen

Este trabajo describe la metodología y presenta los resultados obtenidos de la experiencia implementada con alumnos de las materias: Programación, Programación I y Electrónica Programable de las carreras: Ingeniería Electrónica con Orientación en Sistemas Digitales, Tecnicatura Universitaria en Redes de Computadoras y Tecnicatura Universitaria en Electrónica. A partir del interés de los alumnos sobre un contenido específico de la materia denominado “programación de microcontroladores”, surgió la posibilidad de desarrollar un taller extracurricular sobre la programación implementado íntegramente con el proyecto Arduino con Hardware Libre (HL) y Software Libre (HL). Siguiendo la misma filosofía, en el taller fueron usados Recursos Educativo Abiertos (REA) y para obtener una mayor flexibilidad se implementó un aula virtual en moodle. En las prácticas y el proyecto final se emplearon componentes electrónicos reusados de equipamientos en desuso de la universidad y módulos electrónicos nuevos compatibles con dicha tecnología, como sensores y actuadores, para ser programados con las placas Arduino.

El objetivo del trabajo fue ofrecer propuestas didácticas que, mediante el uso de proyectos de hardware y software libres y haciendo uso de REA, permitieran a los estudiantes aprender en forma flexible, más allá de los contenidos curriculares obligatorios y de acuerdo a sus propios intereses. Como conclusión puede decirse que: todos los estudiantes lograron finalizar el proyecto, obtuvieron nuevos aprendizajes y consiguieron poner en práctica sus ideas durante la realización del taller. Las estrategias y herramientas seleccionadas permitieron aprender más allá de los límites del aula



presencial, fomentando la innovación y la creatividad en el prototipado de sistemas interactivos.

Palabras Clave: Aprendizaje Basado en Problemas, Software y Hardware Libre, Blended Learning, Sistemas Embebidos, Arduino

1. Introducción

La tecnología actual ha revolucionado el acceso y la distribución de la información. Su desarrollo expansivo en todas las áreas del conocimiento, impacta en la docencia universitaria. El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se visualiza, por ejemplo, en el uso de plataformas para el aprendizaje en la Web y la incorporación de metodologías innovadoras para dar soporte a los procesos de enseñanza basados en experiencias colaborativas.

La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es una estrategia de trabajo grupal en la que un número reducido de estudiantes investigan, elaboran, desarrollan y resuelven en forma independiente un problema seleccionado por el docente o sugerido por el alumno, previa aprobación del tutor.

Los dispositivos electrónicos actuales como celulares, televisores, reproductores de mp3, lavavajillas, microondas, sistemas de alarmas domiciliarias, Sistema de Posicionamiento Global (GPS) usan un microcontrolador como unidad central de proceso. Un microcontrolador es un circuito de alta escala de integración, que está formado por bloques básicos como la Unidad Central de Proceso (UCP), memoria, reloj, puertos de comunicación y diversos módulos para el control de periféricos como temporizador, conversor analógico digital (CAD), conversor digital analógico (CDA), puertos serie y paralelo, etc.

En la actualidad, existen cada día más productos que incorporan un microcontrolador con el fin de mejorar sus funcionalidades, reducir su tamaño, disminuir su precio, mejorar su confiabilidad y reducir el consumo de energía. Es una parte importante de los sistemas embebidos, posee su lenguaje de programación, un Entorno de Desarrollo Integrado (EDI) y un hardware para realizar la transferencia del programa. Existen en el mercado diferentes microcontroladores: 4, 8, 16, 32 y 64 bit; siendo el de 8 bit el más popular y los de mayor prestación son utilizados en sistemas de procesamiento de videos e imágenes. Estas propiedades son tenidas en cuenta en el momento de seleccionar un tipo de microcontrolador. Existen diversos fabricantes de microcontroladores, los más importantes son: Atmel, Microchip, Texas Instrument, Motorola, Cypress, entre otros. Sin embargo, las dos familias de microcontroladores más populares entre los consumidores son: la familia AVR de Atmel [1] y la familia PIC de Microchip [2]. Existen en el mundo varias plataformas físicas y/o virtuales que fomentan la exploración y propician la realización de prácticas enriquecedoras a estudiantes de carreras de ingenierías ó tecnicaturas en la formación integral de la programación de microcontroladores. El Proyecto Arduino [3] es una plataforma de HL y SL que fomenta el desarrollo de tecnología con diseños que son públicos, con el fin de que otras personas hagan uso de estos proyectos y actualicen esa tecnología alineado con la misma filosofía



de trabajo. Arduino es un proyecto de libre distribución de muy bajo costo. Consta de tres pilares: una placa con un microcontrolador AVR [1], un EDI propio de una interfaz sencilla y una comunidad en Internet muy activa que da soporte técnico, comparten proyectos tecnológicos y crean un aprendizaje colaborativo que está en constante retroalimentación y evolución [3]. Esta tecnología permite integrarla a los procesos formativos de los alumnos de carreras afines a la electrónica para dar impulso a la resolución de problemas reales. Desde su concepción, Arduino pertenece al mundo del HL y SL, lo que permite estudiar su documentación para entender cómo funciona, poder realizar actualizaciones y compartirlas con la comunidad de desarrolladores y usuarios. Los alumnos y docentes pueden crear nuevos proyectos interdisciplinarios, publicar sus especificaciones técnicas, diagramas esquemáticos, código fuente, librerías, librerías con nuevas funcionalidades adicionales.

La computación física es el campo de la computación que estudia la relación y conexión entre el mundo físico y las computadoras. En esta relación bidireccional se pueden utilizar diferentes tipos de módulos: sensores (de gas, humedad, temperatura, luminosidad, color, etc.) para obtener información del entorno y enviarla a la placa para su procesamiento, ó enviar la información para controlar diferente tipos de actuadores (motores paso a paso, motores de corriente continua, servos, sirenas, luces, entre otros) capaces de actuar sobre el entorno. Esta metodología de trabajo colaborativo es interesante de aplicar en disciplinas como la robótica, domótica, control automático y computación vestible [4].

Este trabajo se organiza en su presentación según la siguiente estructura: comienza explicitando el marco teórico, continúa describiendo el contexto de aplicación de la experiencia. En el apartado desarrollo de la propuesta se expone la experiencia y las metodologías utilizadas en el taller. Por último, en las secciones evaluación de la experiencia y conclusiones se establecen puntos favorables, posibles derivaciones y trabajos a futuro.

2. Marco Teórico

En los contextos actuales, integrar las TIC a los procesos de enseñanza resulta conveniente y necesario. Las demandas de los estudiantes giran en torno a la posibilidad de independizarse del espacio y tiempo del aula tradicional, debido principalmente a la dificultad de quienes tienen sobrecarga horaria, por la cantidad de materias a cursar. El escenario típico, es decir un docente en el pizarrón dando la clase, no resuelve este problema. Por parte de los equipos de cátedra se estudian nuevas estrategias y se elaboran nuevas propuestas de enseñanza con la intención de dar respuesta a estos requerimientos.

El modelo que ha despertado interés por su potencial es el Aprendizaje invertido (o Flipped Classroom en su idioma original). Es un modelo pedagógico centrado en el estudiante, formalizado por Jonathan Bergmann y Aaron Sams, docentes que aplicaron el concepto de la clases “al revés” en las aulas de química de secundaria con muy buenos resultados. En un esfuerzo para ayudar a los alumnos que perdían alguna clase, impulsaron la grabación y distribución de video, pero se dieron cuenta que esto permitía



al profesor centrar la atención en las necesidades individuales de aprendizaje de cada estudiante. Mediante esta estrategia de enseñanza se privilegia el tiempo del aula para realizar las prácticas asistidas por el docente experto, y se transfieren ciertos procesos más teóricos fuera del aula, de modo que el estudiante encuentre los materiales que necesita y pueda verlos, leerlos o escucharlos cada vez que lo decida. Esto permite aprovechar el tiempo en clase, maximizando las interacciones uno a uno entre profesor y estudiante.

Los materiales que quedan a disposición de los alumnos, para que sean consultados cada vez que lo requieran, pueden ser diseñados según filosofía de los Recursos Educativos Abiertos (REA). Dentro de los recursos libres para enseñar, los REA son utilizados en contextos educativos con una finalidad didáctica para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Un REA debe reunir características como: estar a libre disposición de cualquiera que tenga acceso a la Web, tener un objetivo educativo claramente especificado, ser editable, estar hecho con herramientas que permiten un libre acceso para su modificación y tener un autor individual o institucional reconocible. Lo destacable de este tipo de recursos es que pueden ser modificados y re-creados para adaptarlos a una situación didáctica particular. Sólo es necesario considerar en esta instancia los derechos de autor y la propiedad intelectual del REA original.

La capacidad de resolver problemas de forma creativa, formularse preguntas, buscar información relevante y usarla de manera eficaz, mantener instancias de reflexión, desarrollar el pensamiento crítico y lograr el aprendizaje autónomo, son competencias que deberían promoverse en las aulas universitarias.

Bruner sugiere seis eventos pedagógicos para llevar el aprendizaje humano hacia los objetivos de aprender a aprender y a resolver problemas [5]:

- Usar los modelos que cada quien uno prefiera,
- Relacionar lo nuevo con lo ya dominado o construir puentes de mediación cognitiva,
- Categorizar,
- Comunicarse con claridad
- Contrastar y comparar,
- Formular hipótesis y tratar de probarlas, para hallar nuevo conocimiento o confirmar lo conocido.

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) [5], es una metodología centrada en el aprendizaje, la reflexión y la investigación. Aplica estos eventos sugeridos por Bruner: permite que un grupo pequeño de alumnos se reúnan para analizar y resolver un problema seleccionado o diseñado especialmente para el logro de ciertos objetivos de aprendizaje, acompañados por un tutor. Como el Aula Invertida, permite romper con el modelo de la clase tradicional, mediante la construcción del aprendizaje a través del descubrimiento y asumiendo la responsabilidad de ser parte activa del propio aprendizaje.

Todas las estrategias mencionadas se inscriben dentro del modelo constructivista, y promueven la colaboración.

Los principales beneficios que el aprendizaje colaborativo aportan a los estudiantes se agrupan en:

- Académicos: enfatiza la participación y construcción activa de conocimiento, promoviendo habilidades de pensamiento de orden superior.



- Sociales: fomenta la creación de una atmósfera positiva para el aprendizaje a la vez que permite desarrollar un sistema de apoyo social entre los estudiantes.
- Psicológicos: desarrolla actitudes positivas hacia los profesores y puede incrementar la autoestima de los estudiantes.

Para dar soporte a estas estrategias se adopta la metodología Blended Learning, entendida como el modo de aprender que combina la enseñanza presencial con la tecnología no presencial [6], también denominada por Pascual como “formación mixta” [7] o “Enseñanza semipresencial” [8], es un modo de enseñar y aprender que debe ser considerado en la oferta académico de las universidades, para la formación de profesionales capaces de desempeñarse, desarrollarse como sujeto de transformación social.

En este sentido el uso de Sistemas de Gestión de Aprendizaje, en particular, la plataforma Moodle y las herramientas que ofrece, proveen un complemento a las clases presenciales y permite implementar este tipo de propuestas.

La reflexión sistematizada acerca de las propias prácticas permite a los docentes introducir mejoras progresivas a los procesos de enseñanza.

Desde esta perspectiva, denominada investigación acción, la enseñanza íntegra en forma continua la reflexión y el trabajo intelectual en el análisis de las experiencias, constituyéndose en el elemento esencial de la propia actividad educativa.

Si bien el término investigación acción es acuñado por Kurt Lewin en los años 40, John Elliot y Lawrence Stenhouse son los principales representantes de la investigación acción desde un enfoque interpretativo. En los ´70 estos investigadores británicos expresaban la convicción de que las ideas educativas sólo pueden expresar su auténtico valor cuando se intenta traducirlas a la práctica, y esto sólo pueden hacerlo los propios educadores, investigando. A partir de los 80 Stephen Kemmis y Wilfred Carr, en Australia, reconceptualizan la investigación - acción como un proceso de cambio social que se emprende colectivamente. [9]

En el marco de esta perspectiva teórica, el docente adopta una visión transformadora de la sociedad en la que se inserta. Desde su propia institución educativa se constituye en un instrumento para mejorar la calidad de la educación.

3. Contexto del Trabajo

Las asignaturas Programación, Programación I y Electrónica Programable forman parte del plan de estudios de las carreras Ingeniería Electrónica con orientación en Sistemas Digitales, Tecnicatura Universitaria en Redes de Computadoras y Tecnicatura Universitaria en Electrónica. Dichas asignaturas, se encuentran en el segundo año de la carrera y tienen como uno de los objetivos proporcionar al alumno herramientas de programación de SL que le permitan resolver problemas de cálculo numérico. Es la segunda asignatura con contenidos sobre programación en el marco de las 3 carreras mencionadas. Está estructurada en dos partes: la primera de ellas tiene como objetivo el aprendizaje del sistema operativo GNU/Linux: distribuciones, comandos, consola de texto, interfaz gráfica y aplicaciones. La segunda parte tiene como objetivo profundizar el uso del lenguaje de programación C para la resolución de problemas reales, trabajando con



variables punteros, estructuras de datos y manejo de archivos. A partir de la formulación de problemas, los alumnos deben pensar soluciones de una forma creativa y expresarlas de una manera precisa, utilizando las herramientas adecuadas y buenas prácticas de programación.

La materia Electrónica Programable posee al final de la currícula el contenido denominado “programación de microcontroladores”, con una duración de una semana en el cuatrimestre. Debido al interés manifestado por los alumnos en dicha temática, se decidió implementar un curso extracurricular para profundizar dicho contenido y poder potenciar el aprendizaje de la programación en microcontroladores usando Arduino. Esta iniciativa permitió a los alumnos desarrollar habilidades técnicas y fomentar la creatividad con una tecnología abierta, robusta e innovadora usando una metodología colaborativa. La resolución de problemas interdisciplinarios en la plataforma Arduino permitió experimentar, desarrollar y compartir proyectos con grupos colaborativos que comparten vivencias y conocimientos similares.

El EDI , el lenguaje de programación Arduino y las herramientas para diseño de los circuitos electrónicos utilizados en el curso son SL. Como el lenguaje de programación está basado en C, los alumnos logran reducir el tiempo de aprendizaje debido a que no se requiere incorporar recursos adicionales de programación a los utilizados en la materia cursada.

El HL o de código abierto tiene los mismos principios que el SL, forman parte de la cultura libre. Esta cultura consiste en liberar toda la información a la comunidad de desarrolladores bajo una licencia libre. Está comprobado que esta filosofía de trabajo es altamente positiva en el proceso de enseñanza y aprendizaje: reduce los costos, desarrolla el sentido crítico, ofrece libertad de elegir lo que mejor se adapte a las necesidades y documentación completa siempre disponible. El HL consiste en poder ver y estudiar el hardware, comprender su funcionamiento para luego liberar las especificaciones y diagramas esquemáticos para que sean de acceso público. Esto implica que todos los archivos de diseño del hardware deben ser compartidos: esquemas, diseños lógicos, código fuente HDL, archivos de planos CAD, archivos de diseño PCB, materiales y documentación. Los beneficios del HL son: independencia tecnológica, favorece el trabajo colaborativo, disminuye tiempo y costo de diseño, se libera a productores de las alianzas empresariales, calidad en el hardware y utilización de estándares abiertos [10]. Sin embargo, el HL no tiene una identidad única, los proyectos no son iguales a los de la filosofía del SL dada su diferente naturaleza. Una de las iniciativas de este concepto es el Proyecto Arduino [3].

4. Desarrollo de la Experiencia

En el comienzo del desarrollo del taller extracurricular, el docente imparte los contenidos básicos del funcionamiento de los componentes de la electrónica utilizados para el diseño de los circuitos, los conceptos asociados con el proyecto Arduino, otros proyectos similares [11,12] y las herramientas informáticas asociadas al diseño y programación usadas[3, 13]. Es oportuno mencionar que todo el material RAE queda a disposición de los estudiantes en el aula virtual creada para dar soporte al taller: teorías, prácticos, esquemas y videos utilizados.

Posteriormente se enseña a programar los microcontroladores Atmega que poseen dichas placas con el lenguaje Arduino usando el EDI sugerido por el proyecto en cuestión [3]. Luego se realizan las prácticas de programación en el laboratorio con diferentes circuitos electrónicos elaborados por los docentes y alumnos para la adquisición de conceptos relacionados a la programación de diferentes sensores y actuadores.

La estrategia utilizada en esta etapa es la de la clase invertida, ya que permite optimizar los encuentros presenciales para avanzar en el desarrollo del proyecto, dejando los conceptos teóricos a disposición de los alumnos, como REA en el aula virtual del curso. Durante las prácticas de laboratorio la colaboración es fundamental, ya que los estudiantes deben compartir los componentes electrónicos y trabajar en equipo para optimizar tiempo y recursos.

Si bien se trabaja fundamentalmente con el modelo de placa más difundido en la comunidad de Arduino, se muestra otros tipos de placas del proyecto y otras placas compatibles con el mismo [11, 12]. Esta metodología sirve para ampliar el rango de posibilidades que surgen cuando un modelo básico de placa queda inútil ante la posibilidad de seguir extendiendo el circuito electrónico programado.

Una vez elegido el problema al que se dará solución, se comienza a desarrollar el proyecto. En esta etapa se utilizan estrategias correspondientes al ABP.

Por otra parte, el estudio de la implementación del curso con las estrategias seleccionadas, se realiza siguiendo los principios de la investigación-acción. Esto permite obtener conocimiento de las propias prácticas docentes y aplicarlo en nuevas experiencias.

1. Hardware Arduino

La placa Arduino utilizada para realizar las prácticas en computación física durante el curso es el Arduino UNO Rev3. Posee varios beneficios: es la más sencilla, económica, más vendida, la más aconsejable para la mayoría de los proyectos iniciales y popular del mercado. La Figura 1 muestra la estructura de la placa Arduino UNO Rev3.

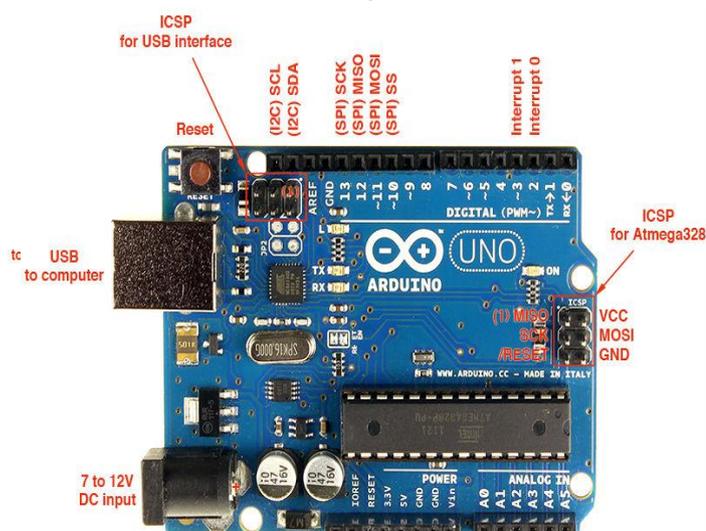


Figura 1: estructura de la placa Arduino UNO Rev3



El proyecto Arduino posee diferentes modelos oficiales de placas: principiantes, avanzado, Internet de las Cosas (o en su idioma original “Internet of Things”), educación, vestimentas, impresora 3D. La Tabla 1 muestra las especificaciones técnicas de algunas de ellas (ver Tabla 1).

Nombre	Procesador	Voltaje	Veloc. CPU	Anal. In/Out	Digital IO/PWM	EEPROM [kB]	SRAM [kB]	Flash [kB]
101	Intel® Curie	3.3 V/7-12V	32 MHz	6/0	14/4	-	24	196
LilyPad	ATmega168V ATmega328P	2.7-5.5 V/ 2.7-5.5V	8 MHz	6/0	14/6	0.512	1	16
Mega 2560	ATmega2560	5V/7-12V	16 MHz	16/0	54/15	4	8	256
Micro	ATmega32U4	5V/7-12V	16 MHz	12/0	20/7	1	2.5	32
Uno	ATmega328P	5V/7-12V	16 MHz	6/0	14/6	1	2	32
Due	ATSAM3X8E	3.3V/7-12V	84 MHz	12/2	54/12	-	96	512
Ethernet	ATmega328P	5V/7-12V	16 MHz	6/0	14/4	1	2	32
Leonardo	ATmega32U4	5V/7-12V	16 MHz	12/0	20/7	1	2.5	32
Mega ADK	ATmega2560	5V/7-12V	16 MHz	16/0	54/15	4	8	256
Mini	ATmega328P	5V/7-9V	16 MHz	8/0	14/6	1	2	32
Nano	ATmega168 ATmega328P	5V/7-9V	16 MHz	8/0	14/6	0.512 1	1 2	16 32
Yùn	ATmega32U4 AR9331 Linux	5 V	16 MHz 400MHz	12/0	20/7	1	2.5 16MB	32 64MB

Tabla 1: especificaciones técnicas de placas del proyecto Arduino

Sin embargo, se muestran, analizan e investigan las propiedades de otros modelos de placas existentes como alternativas superadoras para prototipar experiencias más avanzadas como por ejemplo la robótica [3, 11, 12].

2. Software usado

El SL utilizado para diseñar los circuitos electrónicos se denomina Fritzing [13]. Este software permite a los diseñadores realizar prototipos electrónicos basados en Arduino y otros modelos de placas, documentarlos, elaborar un diseño funcional a partir del esquema electrónico para posteriormente compartirlo con la comunidad. También provee la posibilidad de incorporar librerías que permitan incluir nuevas placas y componentes electrónicos. La herramienta posee tres vistas para construir el circuito: prototipo (permite construir el circuito virtual igual al circuito real), esquema (muestra el circuito como un diagrama electrónico) y PCB (permite diseñar y exportar la documentación necesaria para construir una placa del circuito impreso diseñado). Los pasos para realizar el diseño del circuito son: creación, edición, actualización de las propiedades de los componentes a los valores que nos interesan, documentación del proyecto, impresión del circuito diseñado en PCB y compartir el circuito con otros diseñadores de la comunidad (ver Figura 2).

El EDI oficial del proyecto Arduino [3] fue el SL seleccionado por ser un entorno de programación sencillo de instalar, usar, de código libre, con soporte para todas las placas

de Arduino oficiales y con disponibilidad para varios sistemas operativos (Windows, GNU/Linux y Mac OS).

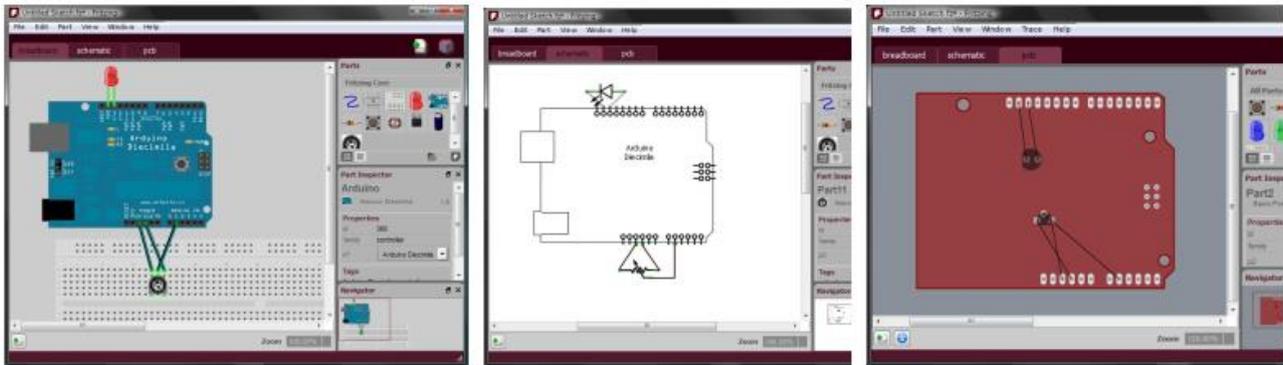


Figura 2: vistas sincronizadas del Fritzing: protoboard, esquema y PCB

Los alumnos no sólo aprenden conceptos relacionados a la programación de alguna placa, sino también que también están aplicando conceptos básicos de electrónica y electricidad. En la evaluación final del curso, los alumnos deben desarrollar un proyecto tecnológico interactivo y multidisciplinar en Arduino que resuelva algún problema en particular. Esto requiere búsqueda, investigación, creatividad y procesamiento de toda la información requerida para crear un prototipo del proyecto seleccionado. El sistema embebido desarrollado, la documentación elaborada y los resultados generados se deberán difundir a través de REA. La propuesta metodológica implementada para la elaboración del proyecto tecnológico consta de un ciclo de 4 etapas de retroalimentación:

1. **Análisis e investigación:** se realiza la recolección por parte de los estudiantes para recopilar toda la información en comunidades oficiales, los recursos y herramientas necesarias dependerá del tipo de proyecto elegido,
2. **Diseño:** bosquejar el prototipo en Fritzing y las guías que se necesitan para llevar adelante su desarrollo, los recursos generados serán del tipo REA,
3. **Desarrollo:** proceso completo de la construcción del proyecto a partir de las guías elaboradas por el propio alumno y la realización de una documentación completa con las especificaciones técnicas del trabajo,
4. **Evaluación:** el alumno expondrá el trabajo realizado haciendo uso de las guías elaboradas, herramientas utilizadas con los REA creados y mostrando el funcionamiento del proyecto que motivó su desarrollo.

5. Evaluación de la Experiencia

La evaluación del taller está centrada fundamentalmente en el proyecto tecnológico desarrollado. Los criterios para la evaluación fueron los siguientes:

- grado de concreción del proyecto,
- creatividad y originalidad de la propuesta,
- el aprendizaje significativo logrado por el alumno durante la implementación de su propio proyecto,
- precisión y rigurosidad en la definición de las diferentes etapas,



- documentación generada en cada etapa del proyecto,
- evaluación de sus pares y por parte de los docentes.

Los principales beneficios que se encontraron con respecto a los alumnos fueron los siguientes:

- atiende las necesidades específicas de cada uno,
- promueve un alto nivel de motivación y participación,
- el aprendizaje basado en proyectos desarrolla competencias de trabajo colaborativas,
- favorece el pensamiento crítico y la capacidad de aprender a pensar.

6. Conclusiones

Uno de los objetivos principales de este trabajo consistía en determinar las características de la plataforma ARDUINO para realizar las prácticas de programación de microcontroladores. Luego de realizada la experiencia se encontraron los siguientes beneficios con respecto al proyecto Arduino:

- bajo costo de las placas Arduino para la realización de las prácticas de prototipado para la resolución de problemas,
- fáciles de usar en comparación con otras del mercado,
- muy atractivo debido a la utilización de la filosofía de HL y SL,
- robustas herramientas de SL para diseño, prototipado, programación y simulación de sistemas embebidos,
- comunidad de desarrolladores en línea muy activa que aporta documentación, proyectos y códigos de ejemplos,
- muy utilizado en la educación por la generación constante y de calidad de REA,
- soporte multiplataforma para el EDI de Arduino funciona en los sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y GNU/Linux.

Entre los objetivos iniciales planteados en el curso extracurricular fueron determinar si plataforma Arduino era eficiente y robusta para la realización de las prácticas de programación de microcontroladores. Los principales beneficios que se encontraron con respecto a los alumnos fueron los siguientes:

- reduce el tiempo de aprendizaje y programación de las prácticas al usarse un entorno de trabajo familiar,
- el ABP desarrolla competencias de trabajo colaborativas y en forma autónoma,
- alto nivel de motivación y participación de docentes y alumnos,
- provee al alumno de herramientas para poder replicar en su casa proyectos debido al bajo costo en los equipos de práctica,
- diversidad de posibilidades de aplicación de este entorno de trabajo en diferentes disciplinas: domótica, robótica, sistemas de control, etc.,
- favorece la creatividad y el pensamiento computacional.



La disponibilidad en la cantidad y tipos de los recursos necesarios para realizar las prácticas de laboratorio (sensores y actuadores) es primordial para la optimización de la experiencia. Algunos de los sensores como los altavoces, led, motor paso a paso, motor corriente continua, diferentes tipos de puertos USB, entre otros, son reutilizados de equipamiento en desuso de la universidad y adaptados como módulos compatibles para la plataforma de trabajo¹.

Para la creación de proyectos tecnológicos interdisciplinarios a través del uso del ABP se propuso la incorporación de diferentes SL para diseñar prototipos basados en Arduino. Uno de ellos es la plataforma integrada en línea denominada Arduino Create, que consta de un EDI en la nube para escribir códigos, acceder a contenidos, comunicarse con la comunidad y compartir proyectos [15]. Otra opción es la incorporación de SL con EDI gráficos de programación, estas interesantes herramientas traducen los bloques gráficos a código Arduino, permitiendo programar fácilmente la interacción con el mundo real [16, 17, 18].

Finalmente, puede decirse que las estrategias elegidas permiten desarrollar competencias que constituyen aprendizajes clave para el futuro profesional de los estudiantes. La modalidad taller facilita el aprendizaje activo y motiva a los alumnos a concretar un desafío, posible de aplicarse en un escenario real.

7. Bibliografía

A continuación se lista la bibliografía utilizada:

- [1] Atmel, Sitio web <http://www.atmel.com/products/microcontrollers/default.aspx>, [Fecha de consulta: febrero 2017]
- [2] Microchip, Sitio web <http://www.microchip.com/products>, [Fecha de consulta: febrero 2017]
- [3] Proyecto ARDUINO, Sitio web <http://www.arduino.cc>, [Fecha de consulta: marzo 2017]
- [4] O'Sullivan, D., Igoe T., "Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World with Computers.", Premier Press. ISBN 1-59200-346-X, 2004
- [5] Restrepo Gómez, B.: Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria Educación y Educadores. Revista Redalyc ISSN 0123-1294 (2005), [Fecha de consulta: 11 de agosto de 2016] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83400803>
- [6] Wing, J. M., "Computational thinking and thinking about computing", in Philosophical Transactions of the Royal Society A, 31 July 2008, pp. 3717-3725.
- [7] Guitert, M.; Giménez, F.: El trabajo cooperativo en entornos virtuales de aprendizaje. En: Duart, J.M.;

¹ Se agradece la colaboración de la oficina de Patrimonio de la UNSL en la donación de partes de equipamiento en desuso.



- [6] COATEN, NEIL (2003). Blended e-learning. Educaweb, 69. 6 de octubre de 2003. [Fecha de consulta: 10 de marzo de 2017] Disponible en <http://www.educaweb.com/esp/servicios/monografico/formacionvirtual/1181076.asp>
- [7] PASCUAL, M^a PAU (2003). El Blended learning reduce el ahorro de la formación on-line pero gana en calidad. Educaweb, 69. 6 de octubre de 2003. [Fecha de consulta: 8 de Marzo de 2017] Disponible en <http://www.educaweb.com/esp/servicios/monografico/formacionvirtual/1181108.asp>
- [8] BARTOLOME, ANTONIO (2001). Universidades en la Red. ¿Universidad presencial o virtual? En Crítica, LII (num. 896) pp. 34-38. [Fecha de consulta: 8 de Marzo de 2017] Disponible en: <http://www.lmi.ub.es/personal/bartolome/articuloshtml/bartolomeSPcritica02.pdf>
- Sangra, A. (Ed.) Aprender en la virtualidad, pp. 113 -134. Barcelona: Gedisa. (2000)
- [9] Bausela Herreras, E. (2004) La docencia a través de la Investigación–Acción. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653) sección "De los lectores", [Fecha de consulta: 8 de agosto de 2016] Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/682Bausela.PDF>
- [10] OSHWA, "Open Source Hardware Association", Sitio Web <http://www.oshwa.org>, [Fecha de consulta: julio marzo 2017]
- [11] Raspberry Pi Foundation, Sitio Web <http://www.raspberrypi.org>, [Fecha de consulta: julio 2016]
- [12] BELL, CHARLES, "Beginning Sensor Networks with Arduino and Raspberry Pi", Apress (2013), ISBN: 978-1-4302-5824-7
- [13] Fritzing, "Open-source software for documenting prototypes, learning interactive electronics and PCB production", Sitio web <http://www.fritzing.com>, [Fecha de consulta: julio 2016]
- [14] TORRENTE ARTERO, ÓSCAR, "ARDUINO Curso práctico de formación", Alfaomega Grupo Editor (2013), ISBN 978-607-707-648-3
- [15] Arduino Create, Sitio Web <https://create.arduino.cc/>, [Fecha de consulta: febrero 2017]
- [16] Minibloq, Sitio Web <http://blog.minibloq.org/>, [Fecha de consulta: febrero 2017]
- [17] S4A, Sitio Web <http://s4a.cat/>, [Fecha de consulta: febrero 2017]
- [18] Ardublok, Sitio Web <http://blog.ardublock.com/>, [Fecha de consulta: febrero 2017]



Profesor Adjunto Exclusivo del Departamento de Informática de la Universidad Nacional de San Luis, Docente de las materias: “Programación”, “Electrónica Programable” y “Programación I” de las carreras “Ingeniería Electrónica con orientación en Sistemas Digitales”, “Tecnicatura Universitaria en Electrónica” y “Tecnicatura Universitaria en Redes de Computadoras”. Docente responsable de “Introducción a la Informática” para la “Tecnicatura Universitaria en Fotografía”. Ha participado en la elaboración y dictado cursos sobre Programación en C, Arduino y Scratch, y en administración y configuración de sistema operativo GNU/Linux.



Berta Elena Garcia: es Especialista en Educación Superior y Profesora en Enseñanza Media y Superior en Computación, egresada de la Universidad Nacional de San Luis. Se desempeña actualmente como Profesora Responsable de las cátedras Problemática Pedagógica Fundamental, Formación Docente Currículum e Investigación, Práctica Educativa I y II de las carreras Profesorado en Computación y Profesorado en Tecnología de la UNSL. Integra el proyecto de Extensión “Puertas a la Cultura Digital” y el proyecto de Investigación Herramientas Informáticas Avanzadas para la Gestión de Contenidos Digitales para Educación que está en la línea del e-learning, uso de TIC’s en Educación e incorporación de TIC’s en la formación docente. Ha colaborado en diversas publicaciones, y es autora de artículos acerca de Diseño Instruccional para e-learning, BLearning y Learning Design