

## Propuesta de un modelo de U-Colaboración basado en el desarrollo experimental de un Collaboratory en ambientes de U-learning

Proposal for a model of U-Collaboration based on the experimental development of a Collaboratory environments in U-learning

Hipólito Rodríguez Casavilca  
[hrodriguez@continental.edu.pe](mailto:hrodriguez@continental.edu.pe)  
Rolando Ticona Clemente  
[rticona@continental.edu.pe](mailto:rticona@continental.edu.pe)  
Universidad Continental - UC Virtual  
Miraflores. Lima. Perú

**Resumen—** Este trabajo pretende lograr la convergencia entre la innovación del Colaboratorio (Collaboratory) y una educación superior virtual de calidad en ambientes de aprendizaje ubicuos (U-learning). Se desarrolla una herramienta tecnológica piloto al integrar las nuevas tecnologías de la información y la comunicación al proceso educativo, propiciando objetos de aprendizaje con contenidos, actividades y contextualización, basados en una propuesta tecnológica, pedagógica y cultural. El desarrollo experimental integra diversos recursos y actividades en Internet, y una metodología que reconoce las competencias prácticas en la formación académica de los alumnos. Se presenta el desarrollo de un modelo de U-Colaboración basado en recursos con laboratorios remotos y simulaciones en campus virtuales, para la realización de actividades formativas y de entrenamiento semipresencial, virtual y sobre móviles,  $u-c = c + u$ .

La presente experiencia universitaria se enmarca en la sociedad del conocimiento y en el área de modelos, recursos tecnológicos y mecanismos de gestión del conocimiento. Esta innovación educativa se limita en esta etapa, a laboratorios remotos de ciencias experimentales, tal como el colaboratorio de física.

**Abstract—** This work expects to achieve convergence between the innovation of the Collaboratory (Collaboratory) and a virtual higher education of quality learning environments in ubiquitous (U-learning). Develops a technological tool pilot to integrate the new information and communication technologies in educational process by fostering learning objects with content activities and contextualization based on a technology proposal pedagogical and cultural. Experimental development integrates various resources and pilot activities in Internet and a methodology that recognizes the practical skills in the academic training of the students. Presents the development of a model of U-collaboration based on resources with remote labs and simulations in virtual campuses for the implementation of training activities and blended learning training and on mobile virtual,  $u-c = c + u$ .

The present university experience is part of the knowledge society and in the area of models technological resources and mechanisms for knowledge management. This educational innovation is limited at this stage to remote laboratories in experimental sciences such as the collaboratory of physics.

**Palabras clave**— Colaboratorio, Colaboración, aprendizaje ubicuo y colaboración ubicua, experimentación remota, educación virtual, aprendizaje en red.

**Keywords**— Collaboratory, Collaboration, u-learning y u-Collaboration, remote experimentation, virtual education, learning network.

## I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta el desarrollo piloto de un Colaboratorio mediante una interfaz de control de remoto, novísimo en nuestro medio. Esta es una nueva herramienta tecnológica que aplica las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTICs) para optimizar la autoformación y la competitividad académica en la modalidad virtual. Para ello este Collaboratory es un recurso para la experimentación remota en cursos de ciencias soportado en una plataforma virtual para el aprendizaje de grupos en red. El docente del curso complementa una metodología a fin de lograr las competencias académicas en los estudiantes.

El Collaboratory, es un laboratorio para la colaboración distribuida y desarrollo de proyectos de investigación remota que facilitan la interacción con el ámbito global. Todo ello se complementa con el entorno u-learning, donde los estudiantes e investigadores pueden compartir en forma remota e interactuar con los recursos que permitan la colaboración interactiva en tiempo real. Los estudiantes ubicados en diversos lugares, pueden acceder, ver, manipular (“tocar” remotamente), y realizar las discusiones técnicas de un trabajo conjunto en un mismo proyecto todo ello sobre la plataforma tecnológica de Internet y sobre LMS estándar.

Una revisión bibliográfica determinó que el término “Collaboratory” fue acuñado por William Wulf (Kouzes, 1996) mientras trabajaba para National Research Council de los EE.UU. Wulf fusionó los términos colaboración y laboratorio, definiendo un collaboratory como un laboratorio en el ciberespacio, en el que los investigadores realizan un trabajo en red y puede realizar sus investigaciones sin el obstáculo de la ubicación geográfica, interactuar entre colegas con acceso a la manipulación de la instrumentación, y compartir los datos, recursos e información digital.

Como es evidente la idea innovadora de Wulf no prosperó en su momento ni tomó una verdadera dimensión, dada que las NTICs y el ancho de banda de Internet no tenía el suficiente rendimiento. Las primeras experiencias no contaban con toda la disponibilidad y variedad de aplicaciones, y las computadoras tenían capacidad limitada. Trascurrido varios años este término es nuevamente utilizado, y su concepto desarrollado por el ex director general de la UNESCO Koichirō Matsuura (Bindé, 2005), al presentar el Informe mundial: “Hacia las sociedades del conocimiento”. Define colaboratorio como un “centro sin paredes”, un punto de encuentro para la interacción remota; abierto a académicos, investigadores y estudiantes interesados en la conformación de espacios de aprendizaje en red, flexible y participativo.

## II. FUNDAMENTOS

Hoy la evolución tecnológica, ha transformado todos los sistemas de enseñanza existentes, desde el sistema tradicional basado en metodologías de enseñanza y el trabajo docente y los que consideran hoy al alumno, el centro del proceso. Este paradigma ha cambiado con la aplicación de las NTICs las cuales han permitido el surgimiento de novedosos y diferentes medios de transmitir, generar e innovar conocimientos. Usando una línea de tiempo se puede señalar el surgimiento del e-learning (2002), el b-learning (2006), y el m-learning (2008), donde estos recursos tecnológicos son herramientas de apoyo que se incorporan a la educación. Todas estas formas de aprendizaje no reemplazan el rol docente durante el proceso de enseñanza. Hoy la evolución de estos sistemas se integran dentro del nuevo sistema denominado u-learning (2010), y la plataforma de este proyecto es parte de la investigación y aplicación de este nuevo entorno educativo omnipresente.

Se considera pertinente establecer las definiciones para la comprensión adecuada de los términos aplicados, a fin de establecer con suficiente claridad la terminología empleada. Definiendo e-Learning.

**El e-Learning**, integra tres elementos: comunicación, conocimiento y tecnología, empleada en procesos de formación virtual. Se refiere a la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) con un propósito de aprendizaje. La plataforma tecnológica de Internet permite la adaptación de contenidos a plataformas de aprendizaje como el LMS Moodle, pero también podrían incluirse las tecnologías multimedia (audio- video) y simuladores (González, 2007). El e-Learning consiste en la utilización y aprovechamiento de Internet para desarrollar programas de formación virtual. Permite el acceso a una red de conocimiento dinámico que facilita a las personas un aprendizaje de manera personalizada y flexible. Esta nueva forma de aprender establece una nueva relación alumno/profesor que hace desaparecer la jerarquía existente entre ambos.

**El m-Learning**, es la nueva generación del e-Learning. Se introdujo al mundo académico con la implementación de la tecnología wireless (Internet inalámbrico). Representa el siguiente paso en el desarrollo del aprendizaje virtual. Una aproximación al concepto de m-learning, “aprendizaje móvil” o “mLearning” tiene distintos significados según el contexto (González, 2007):

- Aprendizaje usando como tecnología de acceso el aula o campus virtual mediante dispositivos portátiles: smartphones, tablet, los dispositivos asistentes personales (Personal Digital Assistant PDA, entre ellos los computadores de mano o handheld, y los Tablet PC) y los teléfonos móviles.
- Aprendizaje en contextos, donde los contenidos interactúan adaptándose a la movilidad de los estudiantes, mediante tecnología de acceso portátil o fija.
- **El m-Learning** es el intercambio y envío de contenidos de aprendizaje a los estudiantes utilizando servicios móviles. Es e-Learning a través de dispositivos móviles: para producir la experiencia de aprendizaje en cualquier momento y lugar, incorporando las ventajas proporcionadas por las tecnologías móviles.

**El u-Learning** es el concepto integrador (ver Fig. 1) de las diferentes evoluciones del proceso de aprendizaje virtual. Emplea las nuevas tendencias tecnológicas existentes, que permiten al usuario final del conocimiento, poder adquirir y modelarlas en cualquier momento, lugar y situación.

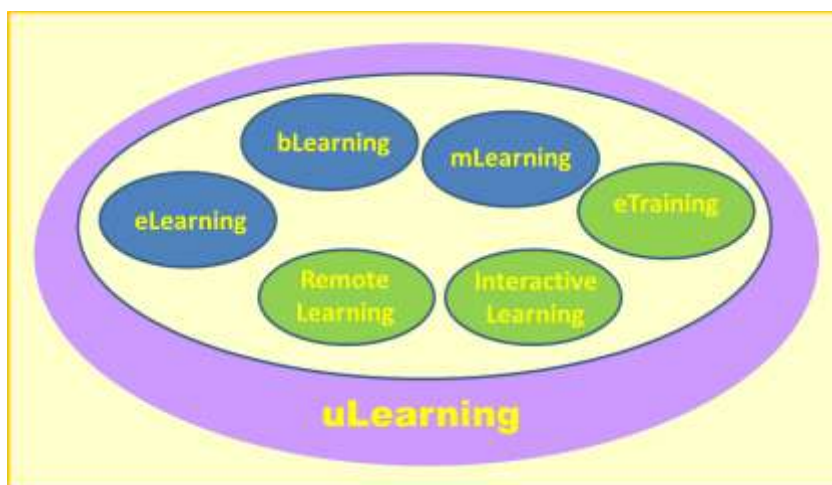


Fig. 1. Modelos de aprendizaje componentes del u-Learning. Fuente: Elaboración propia

El u-Learning o formación ubicua (disponible en distintos canales al mismo tiempo) sirve para describir el conjunto de actividades formativas apoyadas en la tecnología, con el requisito de que puedan ser accesibles en cualquier lugar, por tanto, este término debe incorporar cualquier medio tecnológico que permita recibir información, y facilite la asimilación e incorporación al saber personal de cada individuo.

El concepto surge como respuesta a las necesidades propias de la evolución de mundo académico, permitiendo ampliar el significado del método de enseñanza-aprendizaje que hace uso de un amplio abanico de herramientas tecnológicas, y de aplicaciones basado en plataforma wireless.

Ahora son diversos los medios que en la actualidad permiten el intercambio de conocimientos en Internet y con tecnología móvil 4G. Esta disponibilidad tecnológica aporta la posibilidad de que los estudiantes aprendan de forma efectiva en cualquier momento y lugar. La innovación tecnológica está llegando a una evolución que se integra en los procesos educativos para posibilitar el desarrollo e implementación gradual del modelo ubiquitous learning o u-Learning en Perú. Consideramos que la tecnología proporciona la posibilidad de llegar a esos niveles de aprendizaje, para lo cual es necesaria una adecuación pedagógica y tecnológica de los contenidos. Es por ello que nuestro desarrollo piloto es evaluado y validado durante la etapa experimental, primero por los docentes y luego por los alumnos.

Los nuevos avances en los métodos u-Colaborativos, incluyen los servicios de colaboración (Jeschke, 2011), como base para una plataforma de educación ubicua, a partir de la infraestructura tecnológica disponible. El objetivo final del modelo u-Colaboración consiste en integrar una serie de herramientas web para realizar un trabajo experimental remoto e interactivo que permita desde cualquier punto

geográfico tele-manipular o tele-operar remotamente un equipo real de laboratorio y ejecutar un experimento que está dentro del entorno de un Collaboratory.

El colaboratorio ha facilitado la aceleración de investigaciones que, si se hubieran efectuado por separado, habrían hecho perder un tiempo precioso a la comunidad científica y ocasionado duplicaciones estériles de tareas. Esta forma de organización ha permitido lograr éxitos espectaculares en lapsos de tiempo inesperados.

Un Collaboratory, es el conjunto de equipos, dispositivos, instrumentos y accesorios reales que se pueden operar y controlar remotamente, utilizando una interfaz específica (Zamora, 2012). Estos equipos pueden ser módulos didácticos de laboratorio o módulos de procesos industriales reales en miniatura, tal como los bancos de pruebas de cualquier planta industrial. Estos laboratorios requieren recursos de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para gestionar tanto el acceso a los usuarios del sistema como a los equipos integrados en dichos sistemas (Isidro et al, 2013).

Los laboratorios remotos que usan control o mando a distancia comenzaron a utilizarse a finales de la década de los 90 en las principales universidades dedicadas a la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) a nivel mundial. Se iniciaba la investigación remota y su integración con los procesos colaborativos. Se desarrollaron para tratar con la mayor parte de los problemas de la universidad moderna tal como la capacidad limitada y el logro de laboratorios rentables. Utilizados bien, serían capaces de proveer a los estudiantes el acceso adecuado al funcionamiento y, si procede, a la repetición de los experimentos (Rodríguez & Urquiza, 2013). Ante estas limitaciones de disponibilidad, número de equipos y evaluación, que generan inconvenientes a la educación orientada a la práctica tradicional, surge como alternativa interesante el uso de los laboratorios remotos a través de Internet así como su complemento con laboratorios virtuales basados en simulaciones.

Esta modalidad, que en los últimos años viene tomando fuerza por el avance de las TIC, y por el abaratamiento del equipamiento necesario, aporta los siguientes aspectos positivos: Mejora la disponibilidad de los equipos de laboratorio, proporcionando horarios fuera de las horas de clase para experimentación no presencial. Incrementa el número de tareas o prácticas de laboratorio, el estudiante tiene la posibilidad de hacer más ejercicios de los que tendría acceso en forma presencial. Brinda horarios de acceso más amplios y flexibles, si no hay limitaciones de tiempo, el estudiante puede permanecer interactuando con los laboratorios remotos. Mejora el proceso de aprendizaje, la experimentación no presencial ayuda a fijar los conocimientos teóricos.

Los laboratorios remotos son tema de interés actual para muchas prestigiosas instituciones educativas, sobre todo aquellas que tienen programas de formación costosos en campo o a distancia, donde constituyen un complemento ideal a la formación del campus virtual y permite complementar de manera eficiente la formación presencial. El estado actual del conocimiento internacional está ligado a la estructuración de la información mediante hipermedia, multimedia e Internet, como una herramienta valiosa y muy utilizada (tutoriales, e-cursos, e-training, u-learning) en la creación de sistemas de apoyo al aprendizaje y de experiencias educativas que no

incluyen una componente práctica importante. De igual forma, los sistemas de enseñanza basada en Internet o e-learning, trasladan el entorno de enseñanza a espacios virtuales donde se puede enriquecer el proceso de autoaprendizaje. Pero para los casos en donde es necesaria la realización de actividades prácticas en laboratorios convencionales, las universidades se enfrentan a dificultades que incluyen la carencia de recursos en personas, espacios y problemas presupuestarios para la adquisición de equipo.

Una solución a estos problemas se puede encontrar en la aplicación de los avances tecnológicos a la docencia e investigación, mediante la creación de laboratorios virtuales. Un laboratorio de este tipo puede facilitar la realización de prácticas o experiencias a un mayor número de estudiantes, aunque alumnos y laboratorios no coincidan en un espacio físico. Permite además simular muchos fenómenos físicos y modelar sistemas, conceptos abstractos, situaciones hipotéticas, controlando la escala de tiempo, la frecuencia, etc., ocultando si así se requiere el modelo matemático y mostrando solo el fenómeno simulado, e inclusive de forma interactiva, llevando el laboratorio a la casa de los alumnos. A medida que el costo de los laboratorios convencionales aumenta tanto por la actualización y la complejidad de sus actividades, las tecnologías de información y comunicación y la computación han hecho que los laboratorios virtuales evolucionen, transformándose en laboratorios remotos en los que con el software y el hardware adecuados el estudiante puede usar y controlar los recursos físicos de un laboratorio convencional a través de una intranet e Internet, permitiendo una aportación didáctica a la docencia nunca antes vista.

En asignaturas técnicas la realización de experimentos con plantas reales es fundamental para consolidar los conceptos adquiridos en las clases teóricas. Sin embargo, debido a diferentes razones los laboratorios reales no siempre están disponibles, lo cual impone restricciones en el aprendizaje. Estas nuevas tecnologías pueden ser utilizadas para mejorar la accesibilidad a los experimentos. Aspectos novedosos incluyen el trabajo no solamente con equipos de laboratorio, sino con tableros y plantas, utilizando una propia plataforma a escala piloto, validada con un número de estudiantes del mercado objetivo. Diversos estudios de psicología cognitiva e ingenieril demuestran que las personas adquieren mejor el conocimiento haciendo cosas y reflexionando sobre las consecuencias de sus acciones que mirando o escuchando a alguien que les cuenta lo que deben aprender. Esta experimentación obliga a implicarse en el proceso formativo en la mayoría de las ramas tecnológicas del futuro ingeniero y los técnicos industriales que nuestro país necesita (Rodríguez & Urquiza, 2013).

El objetivo de un LR, es hacer prácticas, capacitación y entrenamiento en tecnologías de automatización y control en la modalidad a distancia, es una alternativa viable para las poblaciones de jóvenes y adultos que se encuentran alejadas de los centros de entrenamiento especializado.

Los Colaboratory, permiten la realización de experiencias de aprendizaje semejantes a las que se logran bajo la modalidad presencial. Esta modalidad también denominada de telepresencia, utiliza los recursos e infraestructura de los laboratorios reales que se utilizan en la capacitación presencial. Mediante las TIC lo ponen a



disposición de los estudiantes de los lugares remotos. En la Fig. 2, mostramos uno de los primeros módulos mecatrónicos que trabajan diversos temas de Física I y II.



Fig. 2. Mecánica del Laboratorio Remoto.

### III. Estructura del Collaboratory propuesto Entorno Colaborativo del prototipo

Durante el desarrollo se probaron diferentes versiones del prototipo tratando de satisfacer las características de un entorno de compatibilidad de los modelos de u-Learning y u-collaboration, centrándose en recursos accedidos y/o manejados mediante flujos de trabajo remoto. Dentro de las principales características empleadas para el desarrollo del prototipo se implementó en una arquitectura sobre la experiencia basada en el diseño de laboratorios remotos que conjuga recursos digitales físicos y/o dispositivos electrónicos reales y aplicaciones para crear el entorno de virtualidad. Durante el proceso de diseño del prototipo se consideró la interactividad del sistema a través de pruebas experimentales donde se hizo visible la necesidad la u-Colaboracion (trabajo de equipos de trabajo en red) que haga posible contar con un mayor grado de interacción remota entre los usuarios (alumnos, docentes y facilitadores). Esto motivó la evolución de dicho entorno a un modelo de trabajo colaborativo. Conceptualmente las aplicaciones u-colaborativas se caracterizan por:

- **Entorno de telepresencia:** El sistema lograr la sensación de presencialidad remota entre los participantes a través de audio, video, además de aplicaciones específicas u otros medios de colaboración.
- **Espacio de trabajo compartido:** Un espacio compartido que permita a los usuarios lograr una vista común y comprensión de los objetos o ideas, involucrados en la colaboración.

- **Control de interacción:** El diseño de la interfaz es el medio por el cual se logra la colaboración remota ordenada entre los participantes (estudiantes y docentes) remotos. Esto se consigue a través de la funcionalidad de administración del ambiente que tiene control total de los elementos que la aplicación necesita utilizar.

Para las distintas etapas de implementación, se hizo uso de las aplicaciones propietario y open source GNU Screen, la cual permite replicar la salida de un programa hacia varias conexiones, y a la vez capturar entrada colocarlas en la entrada estándar de dicho programa. Los participantes del Colaboratorio pueden ver en forma grupal la salida de texto, imagen, audio o video de una o más aplicaciones, e incluso introducir comandos que modifiquen su estado. Mediante una herramienta de administración, el facilitador o el docente, puede modificar dinámicamente la forma en que interactúan los alumnos con cada recurso, autorizando o denegando la escritura y/o lectura sobre dicho recurso.

El fundamento central de un colaboratorio (Ver Fig. 3) es que cualquiera que esté el alumno interesado puede aportar e intercambiar sus conocimientos, experiencias o puntos de vista, ya que lo que interesa es la construcción de mapas de conocimiento colectivo en permanente desarrollo.

Se plantea como una manera de aprovechar las tecnologías interactivas para generar y compartir el conocimiento sin las restricciones geográficas y temporales. Ya que la posibilidad de dar o recibir datos, información y conocimiento es permanente, a cualquier hora y desde cualquier lugar que exista conexión a la red.

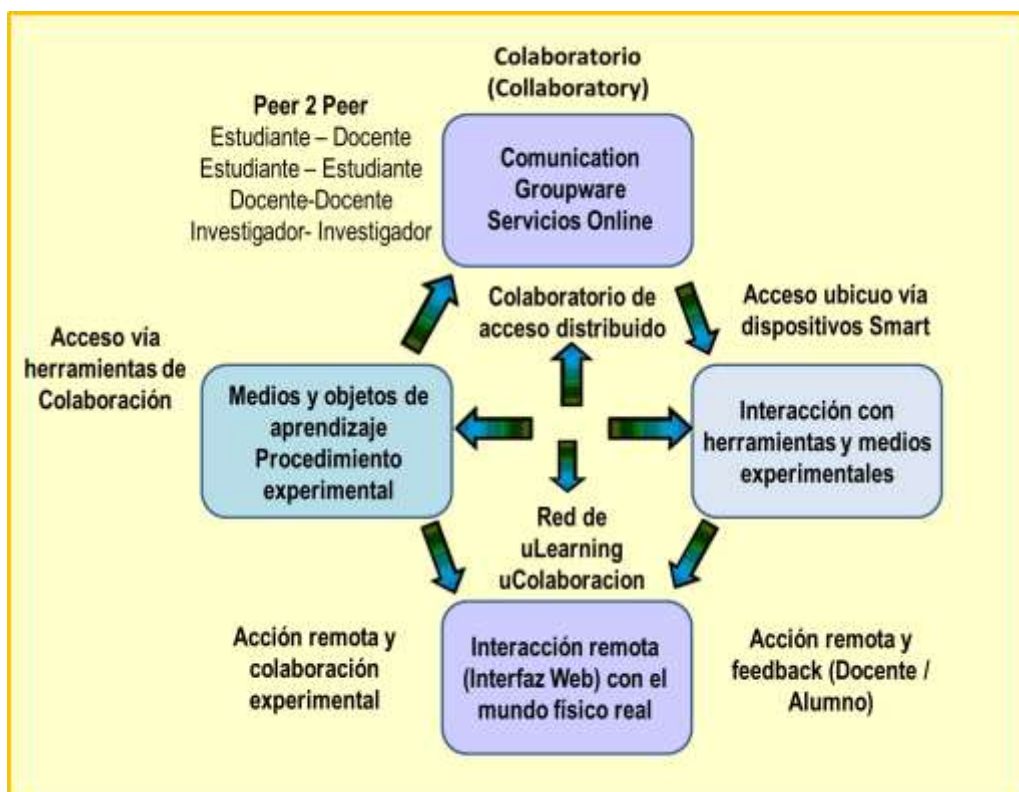


Fig. 3. Configuración propuesta del Colaboratorio. Fuente: Elaboración propia



Basándonos en un conjunto de experiencias europeas y del mercado de laboratorios didácticos basados en sensores (Pasco, Vernier, LeyBold, Diploma IB), hemos diseñado la siguiente estructura para la interfaz web. En la Fig. 4 se muestran los resultados de una tarea académica cuya corrida experimental se da desde la Internet.

- Introducción.
- Pre-Lab Investigación.
- Objetivos.
- Materiales.
- Arreglo Experimental.
- Requerimientos Complementarios.
- Calibración.
- Procedimiento.
- Experimento Remoto.
- Corrida Experimental.
- Evaluación de Datos.
- Asignación de Tareas.



Fig. 4. Plataforma web que aloja la estructura de los laboratorios remotos, Caso: "Experimento Movimiento en un Plano Inclinado"

#### IV. Interfaz, acceso y control del Collaboratory

El objeto de este laboratorio es que el alumno desarrolle vivencias con los experimentos remotos, teniendo que verlos y controlarlos. La obtención de datos y representación de los mismos en gráfica(s) y/o tabla(s) son implementadas a partir de las APIS Google (Google, 2013). A partir del diseño de una aplicación cliente, el equipo de desarrollo de este centro I+D, prevé lograr un módulo para la educación inclusiva que se integre al laboratorio remoto antes de finalizar el año.

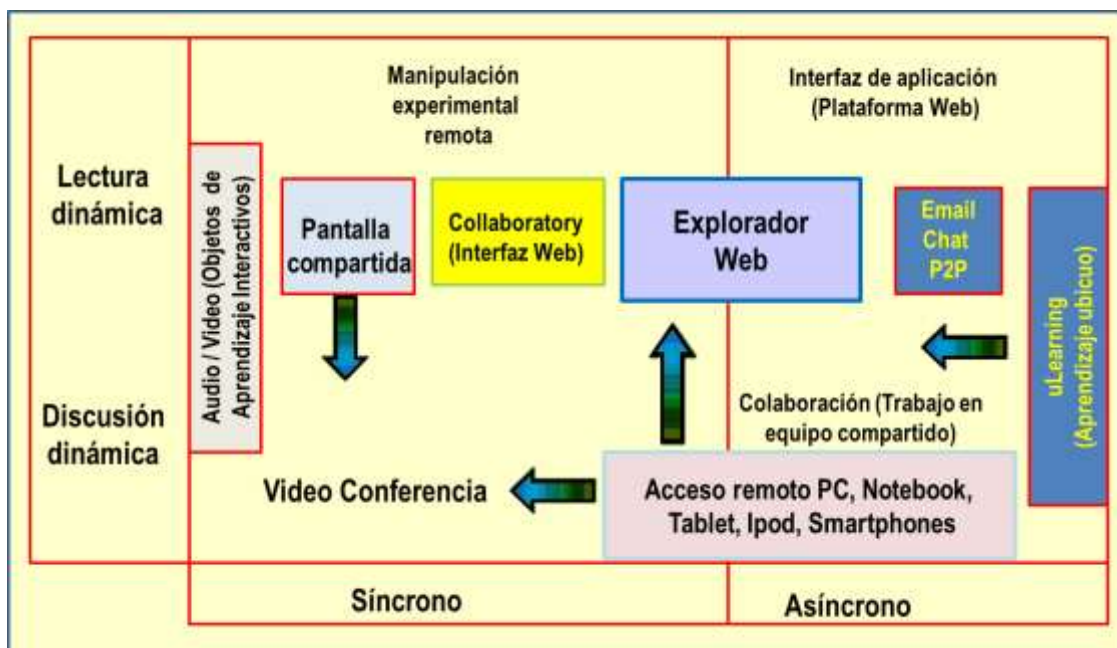


Fig. 5. Estructura del Collaboratory Integración de Aplicaciones Web y herramientas remotas.

##### A. Antecedentes

Haciendo uso de la telemática educativa, hemos definido las características para la implementación del laboratorio remoto: portabilidad, compatibilidad, flexibilidad, y fiabilidad.

La arquitectura del laboratorio remoto es la siguiente:

- **Servidor de aplicaciones.** Permite la administración del acceso y la ejecución del experimento remoto (aplicación a nivel local).
- **Plataforma web.** Permite el acceso de computadoras o dispositivos móviles para controlar la plataforma mecánica (aplicación a nivel web). Ver Fig. 6.
- **Plataformas mecánicas.** Son el conjunto de dispositivos, instrumentos y accesorios, que cumplen una tarea experimental específica.

Las principales tareas de un experimento remoto son:

- **Acceso/Control.** Podemos acceder con una interfaz en PHP y Ajax. El acceso puede ser gestionado con interrupciones de sockets y base de datos o con una cola de acceso/registro en la plataforma web con PHP y Ajax. Algunas experiencias usan directamente el Acceso/Control a través de una IP Pública.
- **Ejecución/Lectura.** Podemos implementarlas con lenguajes/herramientas de programación: Dev-C++ (Librería LnxCOMM.1.06) [5], PHP, Java o .NET.

- En la práctica las acciones de escritura y lectura (Ejecución/Lectura) en la plataforma mecánica, dependen directamente de las capacidades del microcontrolador.
- Video streaming. Podemos implementar los protocolos HTTP o RTMP con compresión MPEG, H.263 o H.264, actualmente en uso tenemos una aplicación de Java JMStudio desarrollada por Sun con RTPM.

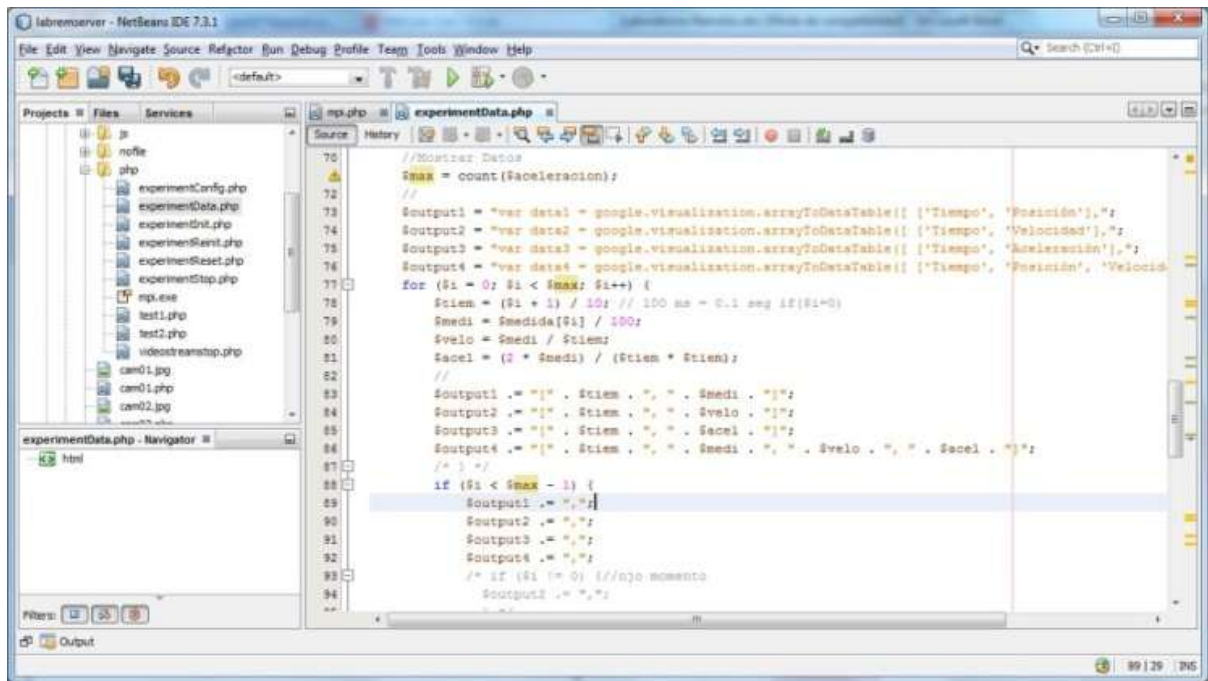


Fig. 6. Programación del Servidor de Aplicaciones.

### B. Principales actividades del servidor de aplicaciones

- Control/Registro de Acceso.
- Tiempo de Ejecución del Experimento.
- Ejecución del Experimento.
- Lectura/Envío de Datos.
- Video Streaming.

### C. Principales actividades de la plataforma web

- Control de Acceso.
- Tiempo de Ejecución del Experimento.
- Ejecución del Experimento.
- Recepción de Datos/Gráficas y Tabla de Datos.
- Video Streaming.

## V. METODOLOGÍA

### A. Parámetros de diseño de la plataforma mecánica RCL

En el ejemplo mostrado se ha diseñado un módulo, que permite interpretar y comprobar las leyes físicas del MRUV, movimiento en un plano inclinado, Fig. 7. Dicho módulo es controlado electrónicamente y de forma remota.

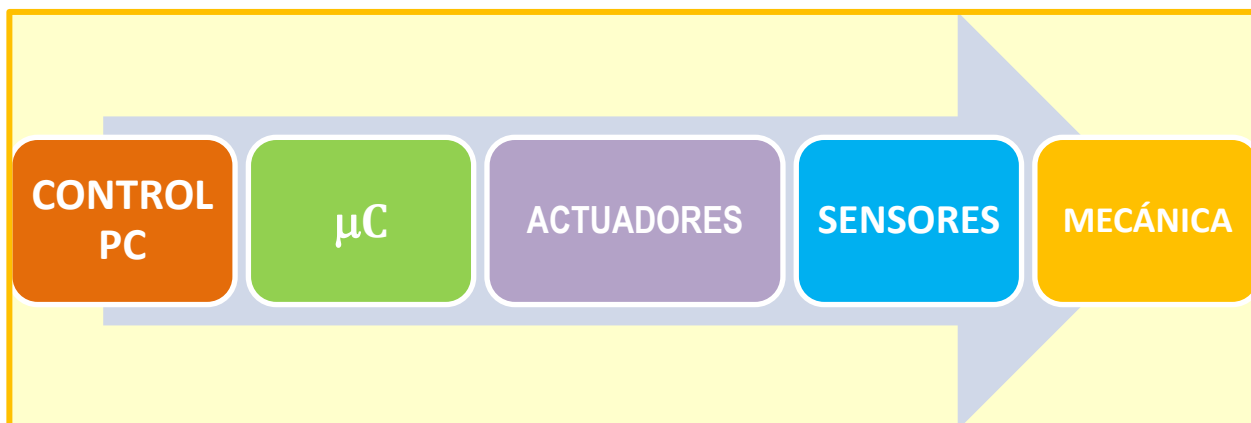


Fig. 7. Diagrama en bloques del hardware utilizado.

### B. Control PC: estándar RS232

Gracias a este protocolo, obtenemos el control sobre el hardware (microcontrolador de gama alta programable Microchip). En un inicio el software recomendado para hacer las pruebas con la data escrita y leída sobre el puerto serial desde la PC hacia el hardware, fue el Hyperterminal de Windows (Pujaico, 2007). Este software fue reemplazado posteriormente por una consola desarrollada en Dev-C++ sobre el servidor de aplicaciones Apache Friends Xampp.

### C. Microcontrolador

El PIC 18F4550, pertenece a los microcontroladores PIC18 de gama alta. Posee una arquitectura RISC (reduced instruction set computer) de 16 bits longitud de instrucciones y 8 bits de datos. La Fig. 8 muestra este microcontrolador ( $\mu\text{C}$  o MCU), capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria (Microchip, 2006). Características adicionales empleadas son (Ruge, 2008):

- 24KB de memoria flash para programación
- RAM de 2KB
- Velocidad: 48MHz
- 35 puertos de entrada/salida, Interfaz: SCI, UART RS232.



Fig. 8. Microcontrolador utilizado. Fuente: microembebidos.wordpress.com

## VI. RESULTADOS

Existiendo diferentes formas de programar un microcontrolador bajo lenguajes de programación como BASIC, C y ASSEMBLER, se ha elegido el lenguaje C bajo CCS PCWH Compiler (Manzanares, 2008); compilador que nos permite escribir los programas en C en vez de assembler, con lo que se logra un menor tiempo de desarrollo y mucha versatilidad en la programación (Aedo, 2012).

En la Fig. 9 se observa el uso del software PICC-CCS, utilizado en el desarrollo de forma práctica y rápida para aplicaciones electrónicas avanzadas.

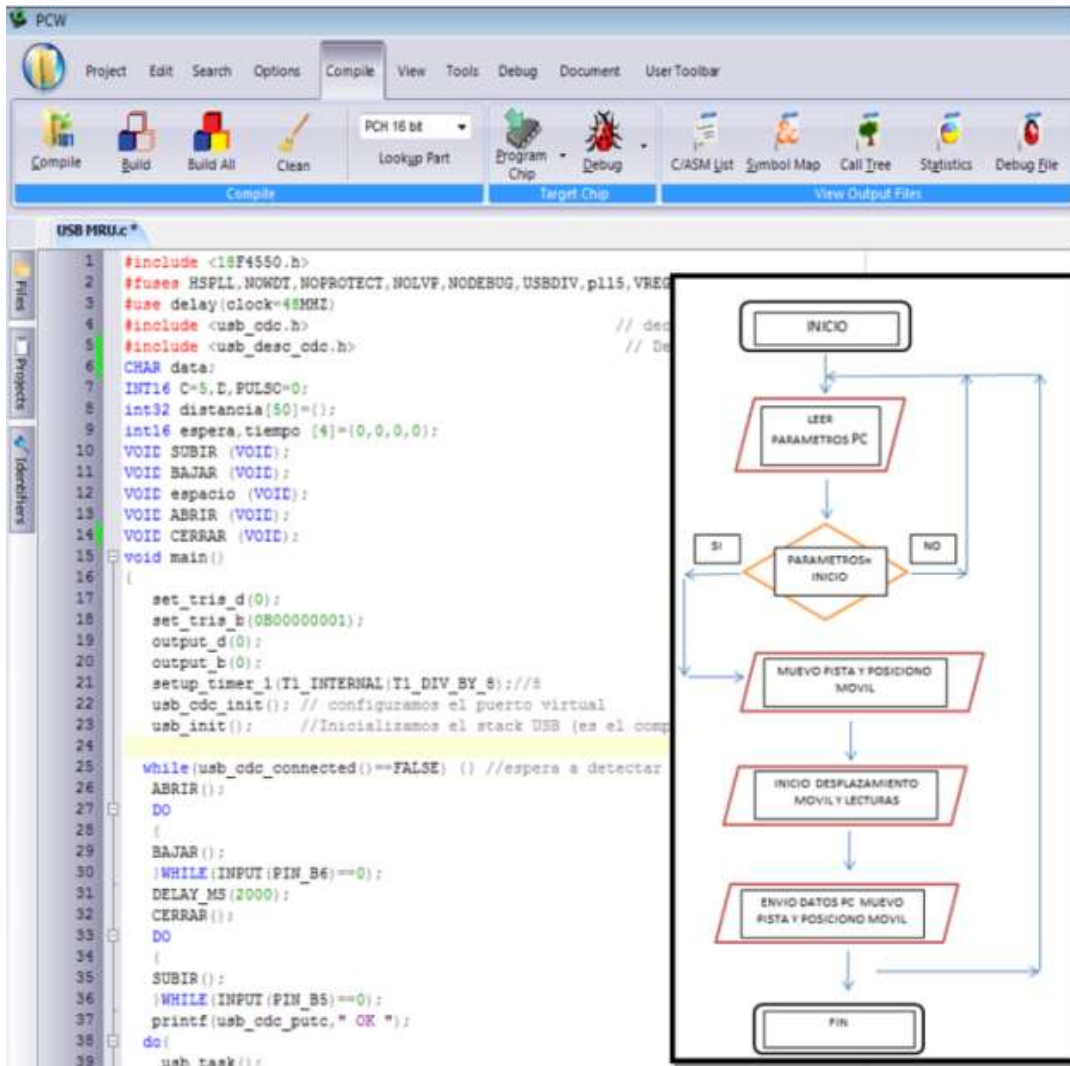


Fig. 9. Programación y bloques del  $\mu$ C PIC 18F4550



### A. Actuadores

El PIC controla un motor paso a paso utilizando el driver L298 sobre el UC3717 (Stepper Motor Drive Circuit), un circuito integrado de Texas Instruments. El servomotor de Shenzhen Instar Electromechanical Technical Development, así configurado, no afectará la eficiencia del microcontrolador.

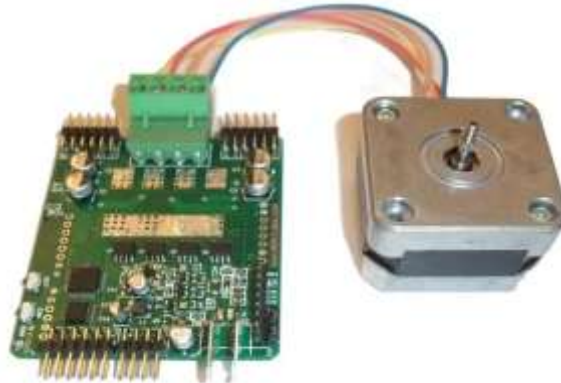


Fig. 10. Motor paso a paso para control de pista.

### B. Sensores

En el caso de la experiencia tomada como prototipo, usamos sensores de ultrasonido. Tienen la función de detectar un objeto a distancia, a través de un sistema de ondas sonoras en la cual se mide el tiempo que transcurre desde la emisión de dicho sonido y la percepción del eco correspondiente, determinándose la distancia a que hay entre el sensor y el objeto. Ver Figs. 10 y 11 (Parallax, 2013).

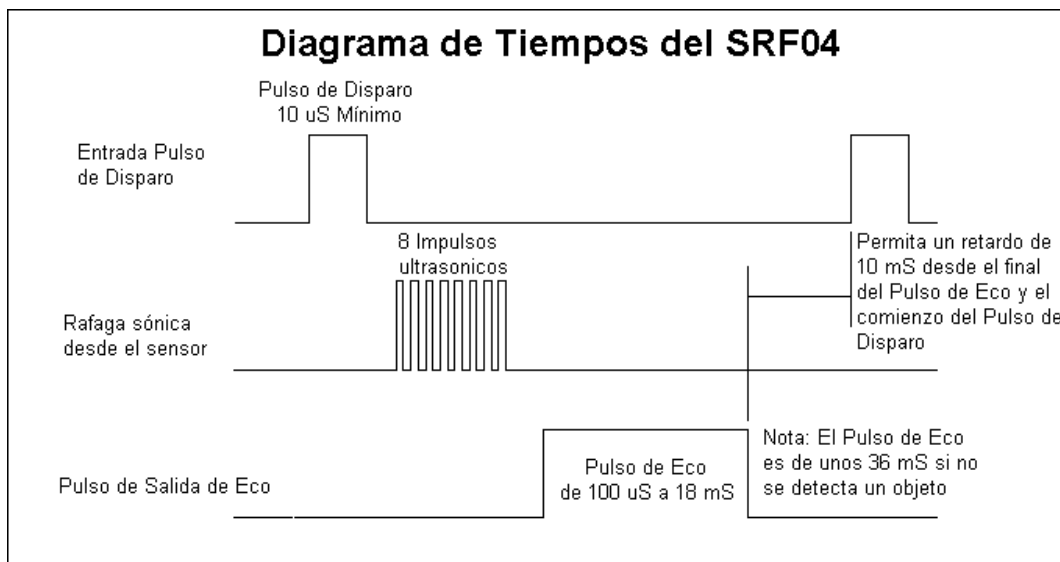


Fig. 11. Señales de respuesta de un sensor de ultrasonido.



Fig. 12. Sensor de ultrasonido.

### C. Mecánica

Para la experiencia de MRUV, el móvil tiene que desplazarse a lo largo de una pista. Se debe dar solución al desplazamiento del móvil a lo largo de la pista y luego retornar al punto de inicio, de manera controlada (Navas, 2006). Se ha logrado calibrar una pista sobre una plataforma móvil, con mecanismos de elevación y descenso (Gonzales, 2007). Ver Fig. 13. El control está a cargo de moto reductores, que logran que el móvil se desplace por acción de la gravedad.

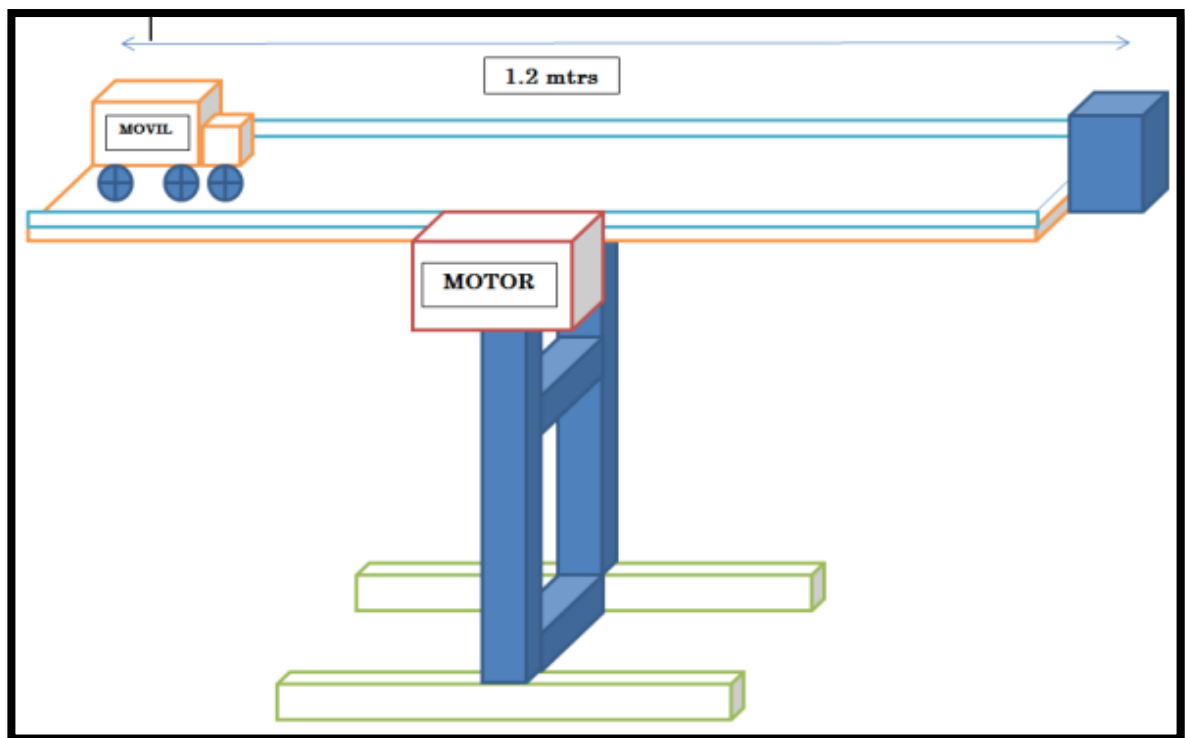


Fig. 13. Diseño mecánico para el laboratorio MRUV sobre plano inclinado

## VII. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Un Collaboratory es una nueva alternativa tecnológica que permite trabajar en tiempo real y realizar investigación remota mediante la tele-operación directa de un equipo que está dentro del entorno del Colaboratorio de estudiantes que participan en el proyecto online, independiente de la ubicación geográfica y de los dispositivos inteligentes que empleen para el acceso.

La aplicación del entrenamiento remoto es una nueva opción para contribuir a optimizar el aprendizaje de los estudiantes y futuros profesionales. Aplicar las NTICs para la mejora de la competitividad académica necesita ahondar la investigación aplicada y desarrollar una plataforma versátil con diversos recursos y actividades, así como una metodología educativa que logre mejorar las competencias experimentales de su formación vía Internet.

El proceso de aprendizaje se da en un entorno de cambios continuos, debido a la evolución en las nuevas necesidades formativas en los centros académicos. Internet aceleró el desarrollo de plataformas de aprendizaje virtual. El uso de los dispositivos móviles posibilita optimizar el proceso formativo (m-Learning). Se pretende con ello lograr que el usuario acceda a actividades experimentales de las asignaturas de ciencias, en cualquier momento y lugar, sin la restricción del tipo de dispositivo smart empleado por el estudiante.

La implementación del proyecto pretende lograr las competencias y habilidades técnicas en la formación experimental de alumnos en cursos de ciencias. Sus contribuciones más significativas son la disminución de costos por la utilización de medios remotos, ahorrando tiempo y desplazamiento, mejorando las capacidades técnicas y de gestión de la Universidad Continental, la formación de investigadores jóvenes en las ramas de ciencias e ingeniería, la integración y consolidación a redes temáticas para investigación, el acceso a servicios especializados de capacitación para el sector industrial, el diseño y publicación de artículos en revistas indexadas, el apoyo a tesis de pregrado y postgrado, y la producción de nuevas tecnologías en el acceso remoto.

Se vienen evidenciando los primeros impactos en ciencia y tecnología, resultado de este proyecto, tal como la generación de derechos de autor y patentes. La publicación en base de datos académicas y la realización de consultas, será un referente del estado de la técnica, para continuar investigando e innovando, permitiendo la mejora en el sistema educativo peruano. El modelo educativo, la técnica utilizada y la metodología de la autoformación sustentada en protocolos, permite mejorar y generar nuevo conocimiento técnico y tecnológico entre los alumnos y docentes de las carreras de la modalidad virtual, con criterio de ecoeficiencia.

## REFERENCIAS

- Aedo Cobo, J. E., Álvarez Mesa, M., & Giraldo Arboleda, H.: Implementación de una tecnología para la construcción de laboratorios remotos para la enseñanza de electrónica usando Internet. En 6° Congreso Iberoamericano [Archivo de ordenador]: IE-2002: Vigo, 20, 21, 22 de Noviembre de 2002 (p. 118). Servicio de Publicaciones (2002).
- Bindé, J. (2005). Hacia las sociedades del conocimiento: informe mundial de la UNESCO. Recuperado Enero 2014.

- <http://dide.minedu.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/123456789/1449/hacia%20las%20sociedades%20del%20conocimiento.pdf?sequence=1>
- Conde González, M. Á. (2007). mLearning, de camino hacia el uLearning. Recuperado Enero. 2014. [http://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/21829/1/TM\\_mLearning\\_camino.pdf](http://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/21829/1/TM_mLearning_camino.pdf)
- Gonzales Sanchez, J.: Laboratorios de física I y II Universidad de Puerto Rico en Humacao (2007). Recuperado el Agosto de 2013, de <http://www1.uprh.edu/labfisi/>.
- Google Inc.: Code Playground. Recuperado el 26 Julio de 2013, de [https://code.google.com/apis/ajax/playground/?type=visualization#line\\_chart](https://code.google.com/apis/ajax/playground/?type=visualization#line_chart).
- Isidro Calvo, I., Zulueta, E., Gangoití, U., López, J. (2013). Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas. Recuperado marzo 2014: <http://www.ehu.es/p200-home/es>.
- Jeschke, S., Gramatke, A., Pfeiffer, O., Thomsen, C., & Richter, T. (2011). Networked virtual and remote laboratories for research collaboration in natural sciences and engineering. In: Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2009/2010 (pp. 259-269). Springer Berlin Heidelberg.
- Kouzes, R. T., Myers, J. D., & Wulf, W. A. (1996). Collaboratories: Doing science on the Internet. Computer, 29(8), 40-46. Recuperado Enero 2014 <http://www.cs.virginia.edu/people/faculty/pdfs/Collaboratories.pdf>
- Manzanares, R., Vázquez, J., Martínez, R.: Sistema de Entrada/Salida para Didáctica de Microcontroladores y Sistema de Control Remoto Asociado. En VIII Congreso TAAE, Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (Julio del 2008). Recuperado el 05 de Septiembre de 2013, de <http://taee2008.unizar.es/papers/p11.pdf>.
- Microchip: PIC18F2455/2550/4455/4550 Data Sheet. 28/40/44-Pin, High-Performance, Enhanced Flash, USB Microcontrollers with nanoWatt Technology (2006). Recuperado el 30 de agosto del 2013, de <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf>.
- Navas, M.: Movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV). (Julio de 2006). Recuperado el Junio de 2013, de <http://www.monografias.com/trabajos37/movimiento-rectilineo/movimiento-rectilineo2.shtml>.
- Parallax Inc.: Ultrasonic Distance Sensor. Recuperado el Agosto de 2013, de <http://www.parallax.com/product/28015>.
- Pujaico Rivera, F.: Linux Communication (08 de Junio de 2007). Recuperado el 14 de Junio de 2013, de <http://sourceforge.net/projects/lnxcomm/>.
- Rodríguez Casavilca, H., Gómez Urquiza, A. (2013). Desarrollo experimental de un laboratorio virtual de acceso remoto para la mejora de la formación de técnicos y profesionales del sector eléctrico industrial del ámbito nacional. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Proyecto FINCyT – CONCYTEC PIAP-1-P-296-13.
- Ruge Ruge, I.: Método básico para implementar un controlador digital pid en un microcontrolador pic para desarrollo de aplicaciones a bajo costo. GITEINCO Fusagasuga–Colombia (2008). Recuperado el 31 de agosto del 2013, de [http://www.edutecne.utn.edu.ar/microcontrol\\_congr/industria/mtodob~1.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/microcontrol_congr/industria/mtodob~1.pdf).
- Zamora Musa, R. (2012). Laboratorios Remotos: Actualidad y Tendencias Futuras. Publicado en: Scientia et Technical Año XVII, No. 51. Universidad Tecnológica de Pereira.