

InnoEscuela, una metodología enfocada a la Innovación en la Escuela Secundaria

Manuel Blázquez, Julián Santos

I.E.S. Ramiro de Maeztu
Madrid (España)

manuel.blazquez.merino@gmail.com,

julian.santos.alcon@gmail.com

Manuel Castro, Elio SanCristobal

Departamento de Ingeniería Eléctrica Electrónica y de
Control (DIEEC)

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)
Madrid (España)

mcastro@ieec.uned.es

elio@ieec.uned.es

Pablo Losada, German Carro

Departamento de Ingeniería Eléctrica Electrónica y de
Control (DIEEC)

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)
Madrid (España)

plosada@ieec.uned.es

germancf@ieec.org

Javier Garcia Zubía

Departamento de Tecnologías Industriales
Universidad de Deusto

Bilbao (España)

zubia@deusto.es

InnoEscuela es más que una experiencia de aprendizaje. Se trata de una metodología estructurada especialmente desarrollada para asistir a los profesores y alumnos de las áreas tecnológicas e informáticas en Educación Secundaria, mediante la cual los alumnos trabajan un amplio rango de temáticas enfocadas hacia la Innovación. La metodología se basa en el aprendizaje según el Método de Proyectos siguiendo un planteamiento innovador desde el punto de vista pedagógico. Los estudiantes se organizan por equipos de trabajo o empresas innovadoras y son ellos mismos, quienes crean una solución a un problema social, técnico o de cualquier otra índole que perciban. Esta es la clave por la que los alumnos enfocan su aprendizaje a través de todo el proceso de innovación tecnológica y de resolución de problemas técnicos.

Palabras clave — *InnoEscuela; método del proyecto; aprendizaje basado en proyectos; innovación; tecnología; informática; secundaria; pre-ingeniería; empresa innovadora; enseñanza centrada en el alumno; motivación.*

I. INTRODUCCIÓN

La asignatura de Tecnología es quizá una de las más versátiles y funcionales de todo el currículo de Educación Secundaria Obligatoria. Cualquier profesor de Tecnología ha experimentado en muchas ocasiones cómo nuestra asignatura da respuesta práctica a múltiples contenidos impartidos en otras asignaturas, lo que le da un verdadero carácter transversal.

En los últimos años, las principales organizaciones mundiales han realizado numerosos estudios del estado de la economía y del desarrollo en el mundo, y en la mayoría se apunta a la Innovación como un factor clave en el desarrollo económico duradero de los países.

En InnoEscuela creemos que la Innovación y el espíritu emprendedor deben inculcarse en la sociedad desde edades tempranas para poder dotar a nuestros estudiantes de mayores

recursos con los que enfrentarse mejor a la vida adulta y profesional.

Hoy en día, la gestión del conocimiento es más diversa y compleja, al igual que los procedimientos de mercado económico y financiero, la supervisión de la empresa o la gestión industrial y de la producción y los alumnos de Educación Secundaria, sujetos al currículo encuentran un hueco cada vez más grande entre lo que se les enseña y como se les enseña a lo que se les exige en el mundo profesional.

InnoEscuela pretende rellenar este hueco presentándose como un programa educativo estructurado que reúne en un mismo contexto la disciplina tecnológica, el uso de las TIC, la iniciativa empresarial y la Innovación mediante una sucesión de etapas que conforman un trabajo práctico con base en el mundo real, con las restricciones de que sea técnica viable y económicamente sostenible. Por la novedad que supone reunir a tantos aspectos de educación diferentes, el programa es una verdadera innovación educativa en sí mismo.

Así, con este programa se pretende aplicar una nueva estructura y enfoque a la asignatura de Tecnología en todos los cursos de ESO (de 1º a 4º), con un planteamiento con el que, respetando escrupulosamente el currículo educativo oficial en vigor, el alumno practica la creación de Valor, la generación de Beneficio y experimenta el Espíritu de Empresa, con un objetivo adicional de que lo que aprende tiene una utilidad.

InnoEscuela asume la metodología de aprendizaje basado en proyectos y trata de añadir un nuevo valor a la perspectiva educativa animando a los estudiantes de la asignatura de Tecnología a hacer propios los proyectos que desarrollen, en los que el denominador común es la incorporación de una novedad que resuelva algún problema o cubra una necesidad, es decir, una innovación.

InnoEscuela no pretende sustituir la metodología implementada por los educadores y profesores de Tecnología, sino servir de complemento a la asignatura, asistir al profesor

en la vertiente práctica y servir de elemento de cohesión con los contenidos curriculares especificados en la actual ley de educación y en los decretos de contenidos desarrollados por las diferentes comunidades autónomas.

II. TRASFONDO METODOLÓGICO

Los principios de enseñanza del programa InnoEscuela se basan en el método de proyectos. La idea de basar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la realización de proyectos tiene su origen en el movimiento estadounidense de educación progresista. Aunque algunos autores afirman que originalmente fue introducido en 1908 como un nuevo método de enseñanza de la agricultura, fue el educador Dr. William H. Kilpatrick [1], de la Universidad de Columbia, quien elaboró el concepto y lo popularizó en todo el mundo en su famoso artículo, "El Método de proyecto "en 1918.

Kilpatrick identificó en 1921 el término de proyecto para referirse a "... cualquier unidad de experiencia con un propósito, cualquier ejemplo de actividad con un propósito en el que el objetivo dominante, como un impulso interno, fija el objetivo de la acción, guía en su proceso, y proporciona su propia guía, su motivación interior. ", siendo esta definición desde el punto de vista de la formación y la enseñanza, actualmente, la más aceptada.

De esta manera, al igual que Kilpatrick, muchos autores [2] han contribuido con publicaciones en el ámbito de la Educación para mejorar la ejecución del método de proyectos y las acciones metodológicas consecuentes. Este es el caso de L.J. Waks [3], el autor de una brillante obra referida al método de proyecto desde la perspectiva actualizada de las metodologías de aprendizaje para la era digital.

En su obra, Waks reinventa el método de proyecto, abordando su alcance a través de seis elementos que, de acuerdo a una secuencia, va a crear una línea de tiempo de las acciones a considerar en la aplicación. Waks explica estos elementos derivados de la secuencia de la siguiente manera:

- i. Primer acercamiento del proyecto al grupo de trabajo
- ii. Determinación de la situación del proyecto en un contexto social
- iii. Evaluación de la incidencia potencial de aprendizaje en relación a las necesidades de los alumnos
- iv. Necesidades de evaluación de conocimientos previos
- v. Programación de las tareas del proyecto
- vi. Evaluación e integración del aprendizaje de forma continuada del proyecto

El primer y segundo elementos secuenciales determinan la importancia de la participación de los alumnos en los que el docente no tiene por qué intervenir, mientras que los otros cuatro muestran al profesor como el factor determinante al tomar un papel nuclear e integrador entre el proyecto y los alumnos, ampliando su participación desde la identificación de las necesidades de los alumnos a la enseñanza de habilidades necesarias para facilitar las tareas para lograr la realización del proyecto. De esta forma, el docente es el encargado de proporcionar o al menos, guiar hacia el conocimiento y

entrenar en el desarrollo de habilidades y destrezas a modo de tareas hasta que los alumnos completen el proyecto.

III. EL ESPÍRITU Y OBJETIVOS DE INNOESCUELA

Como característica básica, InnoEscuela se adecúa perfectamente a los contenidos curriculares de las asignaturas de corte tecnológico e informático, independientemente de su desarrollo según los diferentes currículos autonómicos, ya que precisamente se ha concebido desde el currículo propuesto por el Ministerio de Educación [13]. Al basar su desarrollo metodológico en el aprendizaje basado en proyectos, sigue las etapas propuestas por la metodología de resolución de problemas técnicos.

Por lo tanto, no requiere de especial adaptación didáctica. Sin embargo InnoEscuela trata de contribuir a la mejora educativa a través de la innovación ya que los estudiantes son los propietarios y responsables de su proyecto, recibiendo así valores adicionales a los que se espera de la educación convencional. Dentro de las consideraciones establecidas como prioritarias, destaca la del trabajo desde la innovación tecnológica como una especificación obligatoria fundamental para los alumnos en el diseño de su proyecto, pudiendo enfocar la cuestión formal y organizativa bajo el aspecto de una entidad social o de una empresa. La forma de trabajar será conceptualmente similar a la manera en la que las empresas se organizan.

Además, la forma en que el programa ha sido concebido propone que los alumnos trabajen siguiendo un modelo combinado de empleo de recursos educativos múltiples, carácter interdisciplinario o incluso transversal, aprendizaje auto-dirigido, etc.

IV. EL ROL DEL PROFESOR EN EL PROGRAMA

Como se ha mencionado anteriormente, la forma en que el programa gestiona la forma de enseñar a los alumnos no sigue la trayectoria pedagógica tradicional, en la cual el contenido prima sobre el resto del desarrollo de habilidades y destrezas. Por el contrario, en InnoEscuela, se requiere que el profesor que lleve a cabo el programa deje de ser el principal punto de acceso al conocimiento y la información. Así, los docentes jugarán un papel importante como administradores y conductores de conocimiento. Mientras los alumnos se ocupan de adquirir y administrar la información desde las diversas fuentes, el profesor actuará como guía que proporciona las adecuadas observaciones a fin de conducir a los estudiantes a través de las mejores fuentes de datos y asesorarles con la mejores manera de utilizarlos. Esto no quiere decir que los profesores interactúen con los alumnos de forma pasiva como meros espectadores, sino que dejarán que éstos alcancen los objetivos con la realización de todas las actividades, con un cercano seguimiento de la planificación del trabajo.

Como guías, los profesores establecerán y contemporizarán lo que se denominan como "momentos de aprendizaje", es decir, los tiempos discretos en los que los alumnos trabajarán en equipo para llevar a cabo lecturas, selección de información, cálculos, realización de un diseño, etc. Con el fin de determinar la estructura funcional del

proceso de enseñanza-aprendizaje, los profesores tendrán en cuenta cinco tipos de momentos de aprendizaje [4]. Según su naturaleza y características, y de acuerdo con modelo propuesto por Mosher y Gottfredson, se establecen los siguientes:

1. Momento de aprendizaje # 1, el conocimiento nuevo: Cada vez que se da un nuevo conocimiento el profesor actuará como instructor. Las instrucciones se pueden ofrecer como explicación de nuevos contenidos o podrían aparecer cuando los estudiantes llevan a cabo la búsqueda de información. Este último es más difícil de detectar, excepto si el profesor ha dado a los estudiantes la orientación adecuada para encontrar la información.

2. Momento de aprendizaje # 2, la profundización del aprendizaje. La primera aproximación al conocimiento se ha completado y el canal de comprensión de un contenido específico está abierto. Este es el momento en el que los estudiantes son capaces de desarrollar nuevas estrategias, una vez que se ha interiorizado un nuevo esquema conceptual.

3. Momento de aprendizaje # 3, el aprendizaje por aplicación. El esquema de aprendizaje se pone en práctica ya que el concepto ha sido adquirido. Los contenidos están disponibles y los alumnos reconocen el significado de los mismos y son capaces de aplicarlos y reproducirlos.

4. Momento de aprendizaje # 4, el aprendizaje ante el cambio. El cambio es algo que a la mente humana está acostumbrada. De hecho, para hacer frente a los cambios, la naturaleza nos ha provisto de mecanismos de adaptación para afrontarlos. En el momento que se produce un cambio, el profesor observará la respuesta de los equipos. Este tipo de aprendizajes vienen de la mano del perfeccionamiento o de la consolidación.

5. Momento de aprendizaje # 5, aprendizaje del error. Aprendizaje cuando las cosas no van como uno espera. Suele aparecer cuando algo sale mal en la etapa de puesta en práctica del objeto o sistema que se está construyendo. Suele significar que algunos aspectos no se han considerado en absoluto en el proceso de definición previa. Esto implica la corrección de errores, y en el seno del trabajo por proyectos, suele apuntar a la necesidad de un recálculo, un rediseño o una nueva planificación en las etapas productivas. En este caso, el aprendizaje se divide en dos fases. En primer lugar, el alumno y el equipo tratarán de averiguar la causa que indujo un trabajo no apropiado sopesando varias alternativas. En una segunda fase, se produce la aplicación de la corrección o la retroalimentación de solución.

Estas últimas circunstancias no aparece una sola vez en todo el proceso de la elaboración del proyecto. Lo más probable es que aparezcan bastante a menudo. Ahora es cuando el perfil del profesor como guía se hace más necesario. Gallagher et al [14] definen el papel del profesor en un entorno de proyecto como que *"en lugar de ser expertos o instructores didácticos, se convierten en entrenadores metacognitivos"*, en estrecha relación con el papel de guía. Como facilitadores del conocimiento, los profesores inducen a

los estudiantes a enfrentarse al problema empleando sus propios recursos.

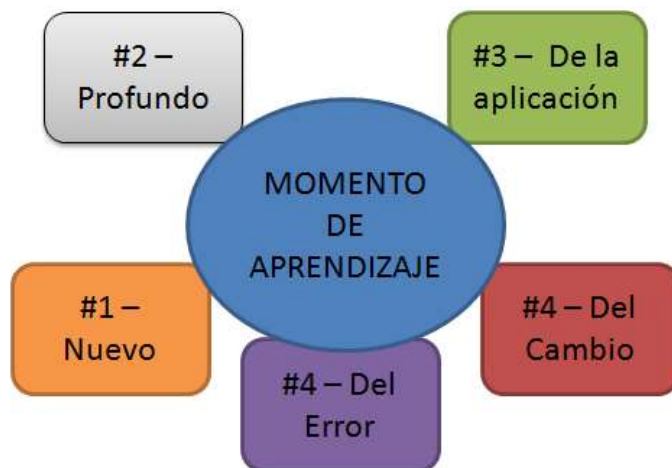


Fig. 1. Modelo de los 5 momentos de aprendizaje de Mosher y Gottfredson

Desde el punto de vista de los alumnos, las instrucciones se reciben del profesor cuando aparece un momento de aprendizaje y esto puede ser considerado como un tipo de aprendizaje discreto dirigido. De hecho, los estudiantes participan en todas las etapas del proceso de trabajo, asumiendo cualquier problema técnico, dando soluciones, seleccionando las apropiadas y generando la documentación adecuada para convertir la idea en un desarrollo planificado, ya que la idea será discutida y mejorada para finalmente ser implementada.

Esta simple propuesta permite obtener algún otro beneficio más allá del mero trabajo en equipo, como por ejemplo, la destrucción de las barreras que la sociedad trata de imponer sobre el género. Desde un punto de vista tradicional, algunas tareas se asocian a los hombres y algunas otras a las mujeres. En InnoEscuela, esta separación no existirá dado que el punto de partida es la igualdad de capacidades sin importar el género, dejando de lado cualquier tipo de prejuicio.

V. ORGANIZACIÓN Y PUESTA EN PRÁCTICA

InnoEscuela se ha diseñado como un programa para asignaturas del ámbito de la Tecnología y la Computación y está dividido para su implementación en cada uno de los cursos: un primer programa para alumnos de entre 12 y 14 años matriculados en los cursos de 1º y 2º de Educación Secundaria Obligatoria, un segundo curso para alumnos de 14 a 15 años de edad, en coincidencia con 3º de Secundaria y un curso final para los estudiantes de 4º de ESO en el curso anterior de su acceso a la etapa de Bachillerato. Independientemente del diferente enfoque y el nivel de dificultad de cada curso, existen cuatro enfoques comunes en todos los cursos y que están representados en la Figura 2.

El primer aspecto es el del diseño de una idea innovadora. Para ello se constituyen los equipos o empresas innovadoras. Cada equipo configura la idea con la que trabajará todo el curso, inspirándose en las necesidades que se perciben desde

el entorno que les rodea. Los aspectos segundo y tercero se trabaja la planificación para la realización práctica del objeto o sistema innovador como prototipo, asumiendo políticas de garantía de calidad y teniendo en cuenta a los potenciales clientes / usuarios del producto final. Por último, los cuarto y quinto aspectos hacen que los estudiantes preparen la promoción y lanzamiento del producto, mediante el diseño de campañas de publicidad, creación de páginas web que les de visibilidad en la red y otras acciones para mostrar a otras personas de su producto y convencerlos para usarlo. Se incluye en este aspecto la creación de un documento de patente, con el cual se busca dar valor a la autoría de las innovaciones.



Fig. 2. Bloques básicos aplicados a lo largo del programa en los cursos de aplicación de InnoEscuela

En este sentido, se quiere remarcar que el programa InnoEscuela es sensible a las ideas propias y genuinas de los jóvenes estudiantes. Así se pretende que los alumnos conozcan la cultura de protección de las innovaciones mediante el trabajo directo mediante un taller específico de Propiedad Industrial y la redacción de un documento de solicitud simulada de patente. El programa ha recibido el apoyo de la Oficina Española de Patentes y Marcas [12], quien ha colaborando con InnoEscuela en el desarrollo y diseño de recursos y materiales de protección industrial e intelectual adaptada a las diferentes edades de nuestros alumnos.

VI. LOS RECURSOS DE INNOESCUELA: LA INTERACCIÓN ENTRE ESTUDIANTES Y PROFESORES

En cada curso, InnoEscuela ofrece una serie de recursos digitales y de materiales educativos disponibles en una plataforma digital. Estos recursos son de uso abierto para ser reproducidos, utilizados, impresos y utilizados. Los materiales educativos disponibles son:

1. Cuaderno del alumno para cada curso de Educación Secundaria Obligatoria, tanto en español como en inglés. En la figura 3 se muestran las portadas de cada cuaderno.
2. Programación didáctica para el profesor en cada uno de los cursos, en la que se incluye explicaciones didácticas, recomendaciones pedagógicas y técnicas y descripciones de los recursos externos.
3. Talleres didácticos de cada curso, en formato de píldoras específicas de conocimiento, en el formato de presentaciones electrónicas, con los que se introducirán nuevos conocimientos útiles para abordar los

proyectos, tales como el taller de innovación, el taller de organización empresarial, el taller de la Propiedad Industrial, el taller de programación Web, el taller de Arduino, etc.

4. Actividades de autoevaluación de los talleres.



Fig. 3. Portadas de los cuadernos del alumno

Para acceder a los recursos digitales, se ha creado una página web en la dirección <http://www.innoescuela.org>, también disponible en los dominios .com y .es. La web (representada en la figura 4) pretende ser el centro del acceso tanto a la información genérica para padres y profesores, como a la plataforma digital, que permite a los alumnos:

- Descargar los materiales de trabajo de los equipos innovadores
- Servir de medio de comunicación entre los equipos innovadores y el profesor.
- Servir de herramienta de control y evaluación del profesor desde la que podrá realizar el seguimiento y progreso de cada uno de sus equipos innovadores.



Fig. 4. Aspecto de la página web de InnoEscuela (<http://www.innoescuela.org>)

Una de las principales características del programa InnoEscuela es la progresión en la que se muestran los contenidos a lo largo de los cursos de Educación Secundaria, de forma paralela a como avanzan los contenidos curriculares de asignaturas relacionadas con la Tecnología, la programación, la robótica y en general el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. El

escenario ideal sería comenzar a trabajar en el programa InnoEscuela desde el primer curso de ESO, aunque la metodología se presenta con tal grado de flexibilidad que permite iniciarlo de forma retardada e incluso intermitente, a discreción del profesor.

Los espacios físicos utilizados en el programa son los mismos que se emplean para impartir las asignaturas de corte tecnológico e informático. Al estar enfocado hacia el trabajo en equipo, los lugares preferidos para desarrollar el programa son el taller de Tecnología y la sala de ordenadores. Los profesores son libres de emplear estos espacios en función de sus criterios, de las necesidades del departamento tecnológico y de las restricciones debidas al reparto temporal de los espacios dado el horario de los grupos.

VII. ¿CÓMO EVOLUCIONA INNOESCUELA LO LARGO DEL CURSO ESCOLAR? LAS ETAPAS DESDE LA IDEA HASTA SU PUESTA EN PRÁCTICA

Los alumnos comienzan a trabajar InnoEscuela en el primer curso de ESO, lo cual ya de por sí es todo un cambio en sus vidas. Para ellos, todo es nuevo y desconocido: nuevas asignaturas, nuevos profesores, nuevos compañeros y nuevo centro de enseñanza en la mayoría de los casos, y lo que más les suele impactar, las nuevas metodología que les exigen ser competentes tanto en contenidos, como en habilidades y destrezas en una multiplicidad de áreas de conocimiento.

A la hora de diseñar InnoEscuela, los creadores hemos tenido en cuenta estos extremos y se ha querido guiar a los alumnos en la adquisición de habilidades, principalmente técnicas, y en otras áreas como la economía, la organización de una empresa, la innovación, la comunicación escrita, las matemáticas, el diseño e incluso el marketing.

InnoEscuela pretende transmitir a los alumnos la curiosidad de averiguar cómo funcionan las cosas a través de la observación del entorno que les rodea, qué necesidades encuentran y de qué forma pueden contribuir a paliarlas.

Sus observaciones y las ideas deben ser, sin embargo, guiadas y asistidas por el profesor, ya que es muy posible que los equipos se bloqueen en la búsqueda de soluciones o propongan soluciones poco viables o poco factibles.

Los equipos de alumnos, constituidos como empresas innovadoras, comienzan adquiriendo los primeros conceptos sobre Innovación y Organización empresarial, con la finalidad de que les pueda servir de ayuda en el proceso de resolución de problemas aplicable a la búsqueda de las necesidades de su entorno. InnoEscuela los guiará en todo el proceso para incluir cualquier tipo de idea innovadora en su proyecto de construcción del prototipo.

Los contenidos para el programa en los dos primeros cursos de ESO (alumnos de 12-14 años de edad) guiarán a los estudiantes a través de los siguientes pasos o capítulos:

1. *La empresa innovadora*
2. *Nuestra Innovación*
3. *Seleccionamos y desarrollamos la idea innovadora*
4. *Fabricamos nuestro proyecto innovador*
5. *Promovemos nuestra innovación*
6. *Protegemos nuestra idea innovadora*

Los alumnos de 3º de ESO (14-15 años de edad) se caracterizan por haber desarrollado en gran medida las habilidades correspondientes a competencias básicas y por haber adquirido los conocimientos suficientes para afrontar proyectos electromecánicos. Además, sus habilidades motrices y destrezas cognitivas han madurado suficientemente como para hacer frente a proyectos que requieran tanto esfuerzo intelectual como aplicación práctica.

Por lo tanto, el programa InnoEscuela propone un nuevo reto al incorporar la electrónica como base de desarrollo de sus proyectos innovadores. En este tercer curso, se aprenden nuevos talleres didácticos y se aplica un enfoque más profesional ya que se proporciona nuevos conocimientos como la planificación de la construcción del proyecto y la promoción de su idea innovadora mediante la programación de un sitio web. Los alumnos desarrollan el trabajo en equipo mediante la siguiente secuencia de etapas:

1. *La empresa innovadora*
2. *Nuestro Innovación*
3. *Selección y desarrollo de la idea innovadora*
4. *Planificamos nuestro proyecto innovador*
5. *Implementamos el control de calidad*
6. *Diseñamos nuestra página web corporativa*
7. *Protegemos nuestra idea*

La metodología prevista por InnoEscuela puede aplicarse en un solo curso o puede ser extendida a los cuatro cursos de Educación Secundaria Obligatoria. No obstante, esta última es la opción recomendada ya que propone un trabajo continuo durante varios años, que se refleja en la mejora de sus capacidades y en un conocimiento más profundo de lo que significa innovación y emprendimiento, alcanzando su nivel más alto en 4º de ESO (15-16 años de edad). El enfoque de este curso mantiene el trabajo simulado de empresa, pero modifica ligeramente la forma de aplicar la innovación.

En el nivel de 4º de ESO se trabaja la Tecnología desde un enfoque multidisciplinar que promueve la acción empresarial hacia la investigación y desarrollo de productos innovadores que contengan un sistema de control programado. En este caso, en el plano de desarrollo técnico, se incluye Arduino, por su versatilidad como elemento esencial y central del sistema de control y se complementa con el trabajo de investigación sobre laboratorios remotos con el fin de experimentar

simulaciones de investigación. Desde el plano de la empresa, se conmina al alumno en la preparación de un plan de negocios para hacer frente a la producción serie del sistema innovador y la profundización de conocimientos de herramientas informáticas. Por consiguiente, las etapas que los alumnos tendrán que cubrir a lo largo de este 4º de ESO serán:

1. *Introducción a la investigación*
2. *Creamos nuestra empresa innovadora*
3. *Nos formamos como investigadores, nos capacitamos para la investigación*
4. *Desarrollamos el diseño de nuestro producto innovador con Arduino*
5. *Construimos el sistema innovador diseñado*
6. *Difundimos nuestro producto innovador en la web*
7. *Hacemos nuestro plan de negocio*
8. *¿Podemos proteger nuestro producto innovador?*

Como se puede observar, el curso comenzará con los trabajos relacionados con las actividades de investigación como una nueva forma de aplicar el formato de enseñanza de "Aprender haciendo" antes de la realización del proyecto innovador. Una vez que el producto o sistema basado en Arduino ha sido diseñado, el equipo de alumnos tiene que asignar responsabilidades a los miembros con el fin de trabajar simultáneamente con la fabricación del aspecto físico y la programación del dispositivo de acuerdo con las especificaciones de diseño.

A modo de ejemplo, en las figura 5 y 7 se muestran sendas fotografías de dos momentos de trabajo, donde en el primer caso, una parte del equipo está trabajando en la elaboración del aspecto externo de la innovación, mientras que en el segundo se observa como otros miembros del equipo están programando una placa Arduino utilizando cualquiera de las herramientas de desarrollo de programación de Arduino como Arduino IDE, Scratch para Arduino (S4A) [7], Bitbloq o Visualino [8].



Fig. 5. Uno de los momentos del montaje de uno de los proyectos innovadores en el taller de Tecnología A moment of the hardware implementation of a team project

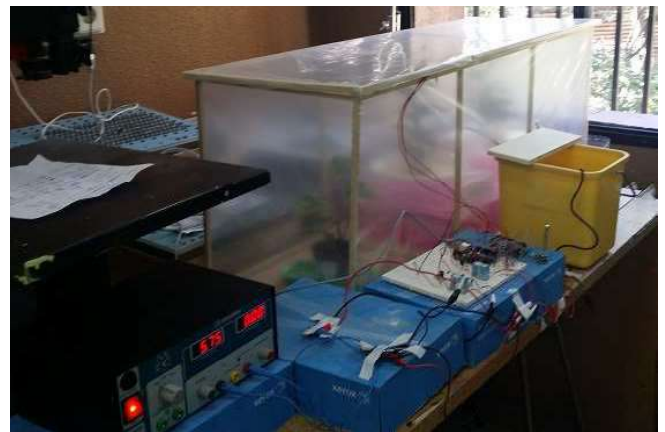


Fig. 6. Sistema de monitorización de crecimiento de plantas controlado por Arduino



Fig. 7. A team programming and setting up Arduino firmware

VIII. LA PLATAFORMA DIGITAL INNOESCUELA

Se ha comentado anteriormente de la disponibilidad de un cuaderno de equipo para anotar el desarrollo del proyecto para cada equipo, pero es posible que el docente prefiera interactuar con sus alumnos empleando medios electrónicos. En este caso, se ha desarrollado la plataforma digital InnoEscuela (PDI), donde se encuentran los materiales en formato electrónico. El uso de la PDI trae consigo diversas ventajas, como son la reducción drástica en el empleo de papel, la disminución de los tiempos de creación de la documentación y la inclusión de un elemento de comunicación directa con sus equipos innovadores.

Mediante la PDI, los equipos podrán descargar el capítulo del cuaderno que corresponda a la etapa en la que estén trabajando. El cuaderno InnoEscuela en formato electrónico, se ha dividido en capítulos independientes y es posible editarlo mediante Adobe Reader e incluir la información documental del proyecto. Una vez que la documentación está rellena en el capítulo correspondiente, el equipo procede a subirlo de nuevo

a la plataforma mediante la herramienta prevista para ello. El profesor, que dispone de un rol dotado de mayores permisos que el asignado a los equipos, recibe en su correo electrónico la notificación de la entrega del capítulo por parte del equipo innovador.

A todos los usuarios, profesores y equipos, se les ha entregado sus usuarios y contraseñas para poder acceder a la plataforma. Mientras que el rol del profesor tiene acceso a todos sus cursos, el rol de equipo innovador sólo tiene acceso a su curso específico. No obstante, existen una serie de utilidades y servicios implementados en la PDI que mejoran la experiencia de interacción entre profesor y equipos y entre los mismos equipos innovadores del nivel. En la figura 8 se ha provisto de un esquema en el que se muestran estas y otras características y utilidades incluidas en la plataforma.

La PDI se ha desarrollado en el entorno Moodle, dotado también de todas las utilidades de la versión estándar del LMS, que incluyen las herramientas de evaluación y calificación de cada uno de los equipos. En la figura 9 se puede observar el aspecto de uno de los cursos en el entorno de la plataforma.

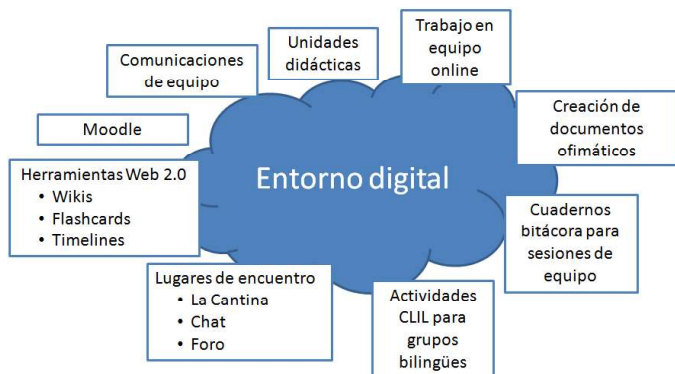


Fig. 8. Principales características del entorno digital de la plataforma digital de InnoEscuela

Para comprender mejor y familiarizarse con el empleo de la PDI, se ha creado una guía de usuario que están totalmente accesible a todo el mundo que quiera descargarla de la Web de InnoEscuela, tanto profesores adheridos al programa como interesados en participar en él.

Con estas premisas, uno de los colaboradores en el desarrollo de InnoEscuela, el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Control de la Universidad Española de Educación a Distancia - UNED, ha desarrollado la PDI como una aplicación de e-learning, que responde a las necesidades descritas anteriormente. En definitiva, con todas las características de un sistema de gestión de aprendizaje (LMS).

Para llevar a cabo la PDI, se realizó en primera estancia una revisión de las plataformas de e-learning existentes. En una primera fase se quiso conocer qué tipo encajaría mejor en las necesidades de programa InnoEscuela.

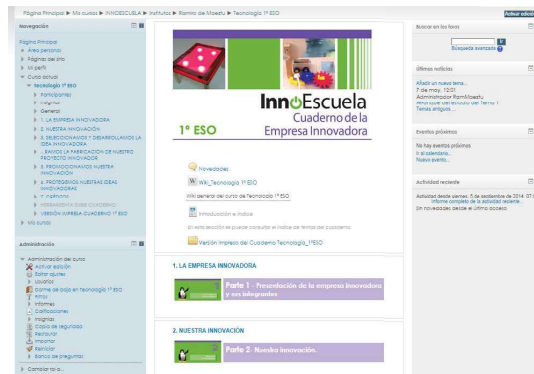


Fig. 9. Aspecto del interfaz de la PDI para los primeros cursos de ESO

Como resultado final, el sistema LMS se ha desarrollado como una plataforma de e-learning cuyas principales características se describen a continuación:

- Tipo de entorno: Moodle version 2.6
- Sistema operativo: Windows Server 2008
- Soporte web y sistema de administración de base de datos: Suite Wamp 2.4

La máquina Windows Server 2008 se ha implantado sobre un servidor virtual con tecnología VMware. La razón principal de esta decisión está motivada por varios aspectos:

- El variable número de institutos y colegios que se pueden acoger al uso de la plataforma
- El gran número de usuarios que pueden usarla con periodos marcados de mayor uso de la plataforma

Por estas razones está indicado el uso de una máquina virtual que permite variar sus principales características (Procesadores, RAM, disco duro, etc.) en caliente sin tener que parar el servicio y adaptándose a los diversos periodos de uso de la plataforma. A continuación en las figuras 10 y 11 se muestran las gráficas de rendimiento de la máquina virtual en un día medio de trabajo que permiten comprobar que se encuentra funcionando con características adecuadas para su función sin que el hardware suponga un problema de rendimiento. Hay que indicar que los porcentajes indicados en las gráficas se elevan durante las horas lectivas del día.

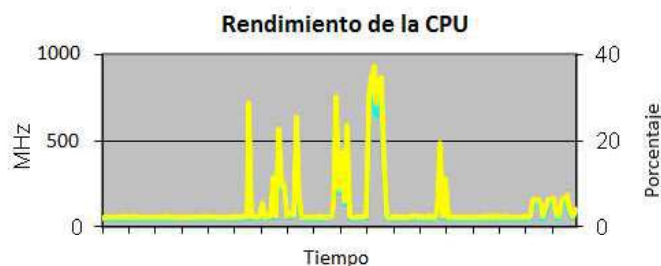


Fig. 10. Rendimiento de la CPU de la máquina virtual que soporta la aplicación en un día medio

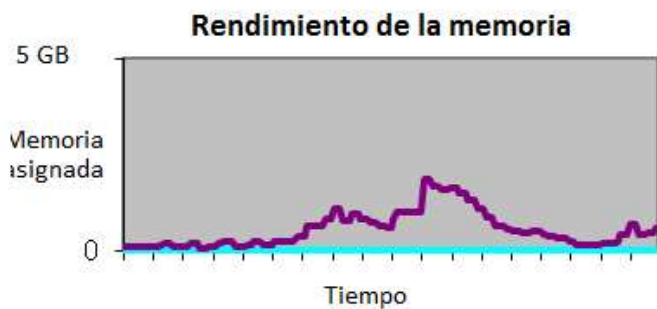


Fig. 11. Rendimiento de la memoria de la máquina virtual que soporta la aplicación en un día medio

En el momento de escribir este documento, la etapa de producción de la PDI estaba trabajando con las siguientes cifras:

- Número de cursos = 54
- Número de usuarios = 159
- Número de asignaciones de roles = 155
- Número de mensajes = 29
- Número de preguntas entre usuarios = 53
- Número de recursos disponibles = 364
- Número promedio de participantes = 2,71

Se ha configurado un sistema de plantillas para crear nuevos cursos y nuevas categorías en función de las necesidades. Se han creado inicialmente cuatro categorías de perfil en la PDI, tal y como se representa en la figura 12. En lo alto de la gestión se encuentra el perfil de Gestor, la mayor categoría asimilable en la PDI, que es capaz de controlar cualquier aspecto del entorno Moodle que soporta la aplicación. El perfil de segundo nivel es el de profesor con totales capacidades para editar cursos. El profesor como perfil está autorizado para trabajar y crear nuevos cursos dentro de la categoría.



Fig. 12. Perfiles existentes en la aplicación

Por último los niveles de autorización de menor entidad son profesor sin derecho a edición (No usado hasta ahora en la aplicación) y los equipos o empresas de innovación cuyos derechos dentro de la plataforma se restringen al acceso a los cursos en modo usuario para hacer uso de todas las actividades incluidas en ellos y la visualización de sus calificaciones

Se han desarrollado cursos para cada una de las asignaturas y se ha elegido el formato “Por temas” que variara su número según el curso. Cada uno de los temas conformará una sección que serán mostradas de forma individual por página.

Se ha creado una estructura jerarquizada de categorías tal y como se muestra en el siguiente esquema, desde una primera división en dos grandes categorías, Institutos y Colegios concertados hasta el ítem de menor entidad que son las actividades de cada curso, tal y como se ha representado en la figura 13.

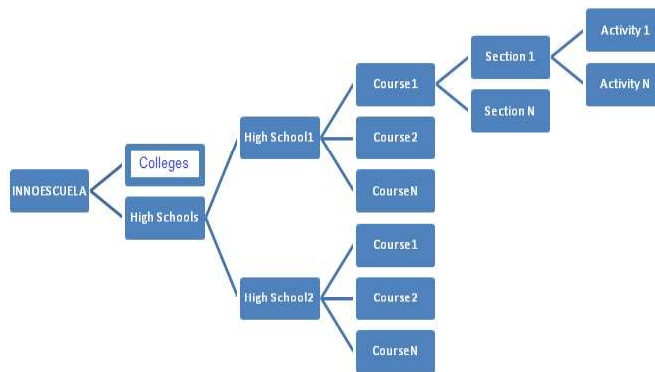


Fig. 13. Estructura y categorías en la aplicación de InnoEscuela

La aplicación InnoEscuela permite diversas habilidades según el perfil con el que se entra. Se pueden destacar las siguientes para las empresas innovadoras:

- Acceso a las actividades de contenidos descargables en cada sección de los cursos (Cuadernos de Trabajo y Talleres)
- Acceso a las actividades de entrega de cuadernos de trabajo ya rellenos
- Acceso a aplicaciones de test de conocimientos
- Acceso a Foros generales y por sección
- Acceso a Blogs y Wiki por curso
- Área de notificaciones , calendario por curso e informes de actividad
- Sistema de mensajería interna, sistema de aviso de eventos
- Acceso al Área de ajustes de perfil para particularizar su aspecto y funcionamiento en la plataforma
- Acceso al informe de calificaciones de los cursos en los que participe

Por otro lado, para el perfil de profesores:

- Acceso a las actividades de contenidos descargables en cada sección de los cursos (Cuadernos de Trabajo y Talleres) en modo edición para ajustar su aspecto y contenidos
- Creación de nuevos temas en el sistema de eventos y carga del calendario de actividades
- Control del Wiki del curso
- Control y calificación de entregas
- Edición del sistema de calificaciones de cada curso

- Control del proceso de matriculación de usuarios y sistemas de matriculación
- Control de grupos de usuarios
- Visualización de permisos y control de permisos de grupos dependientes
- Subida de cursos nuevos, copias de seguridad y restauración de cursos

IX. LA EVALUACIÓN DEL ALUMNADO EN EL ENTORNO INNOESCUELA

InnoEscuela es un programa concebido bajo la premisa de la realización activa y permanente de actividades y tareas con un diseño metodológico que se basa en la realización de cada etapa tras la superación de la anterior. Por tanto, tiene carácter de evaluación continua.

La evaluación se aplicará en dos ámbitos:

- **Ámbito de empresa innovadora.** Se recomienda utilizar el plan de evaluación en el que se identifican los criterios de evaluación y los métodos de evaluación aplicables a cada una de las etapas del Programa InnoEscuela.
- **Ámbito personal del alumno.** El profesor podrá utilizar cuantas herramientas considere oportunas para evaluar el progreso del/ de la estudiante en cada una de las etapas según su alcance en cada uno de los trimestres. Se recomienda la evaluación personal de cada alumno en función de su progresión según las competencias básicas, para lo cual se ha proporcionado una rúbrica donde se contemplan todos los aspectos básicos de cada competencia, dividida en sub-competencias y éstas en descriptores, que proporcionan el elemento a evaluar y calificar.

Respecto a las calificaciones, cada profesor podrá decidir el peso de las calificaciones de cada ámbito si bien se recomienda aplicar una ponderación del 60% de la calificación a la nota del ámbito de la empresa innovadora y un 40% de la calificación a la nota del ámbito personal.

La calificación final del programa InnoEscuela se deja a criterio del profesor por su alto grado de relación con la asignatura. Esto significa que el profesor, en el conjunto de calificaciones de la asignatura podrá determinar qué grado de calificación asignará a cada aspecto de InnoEscuela como complemento a la impartición de contenidos propios de tecnología, la elaboración de actividades prácticas, el empleo de las tecnologías de la Información y de la Comunicación y otras cuestiones como la valoración de la actitud de cada alumno en clase o el empleo del idioma inglés para grupos de sección bilingüe. Sin embargo, se han aplicado pesos por defecto para cada elemento evaluable. En la figura 12 se ha representado un esquema del proceso de calificación.

Otra cuestión importante sobre las características de la PDI, es que la aplicación incluye un sistema de administración para permitir que los estudiantes suban las partes de la

documentación para el profesor pueda de corregir y calificar los contenidos.

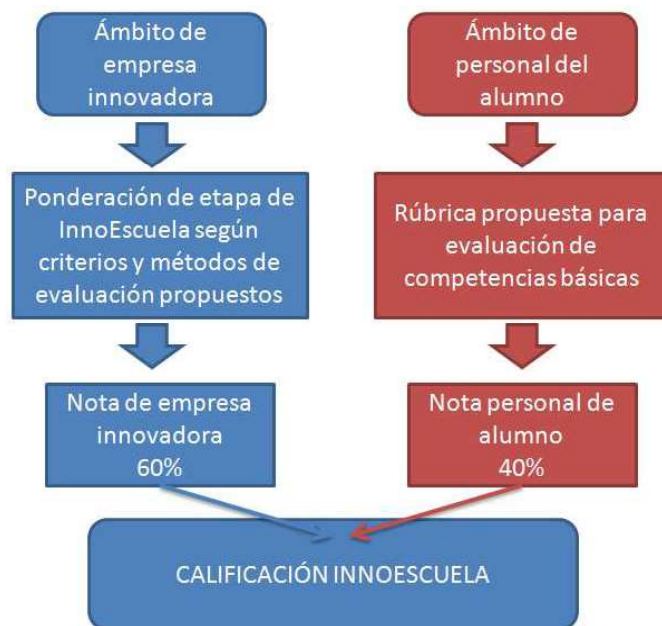


Fig. 14. Esquema de la organización en el proceso de evaluación y calificación

X. DATOS ADICIONALES DE LA APLICACIÓN DE INNOESCUELA EN EL ÁMBITO EDUCATIVO

Si bien InnoEscuela se ha aplicado con esta denominación y estructura por primera vez en el curso 2014-2015, ha sido validado y trabajado como experiencia piloto a lo largo de cuatro cursos anteriores. En el citado pasado curso 20 profesores de diversos centros del territorio nacional han estado involucrados en la aplicación parcial o completa del programa, trabajando en el ámbito de InnoEscuela con más de 500 alumnos de edades comprendidas entre 12 y 16 años de edad.

Los niveles de satisfacción por la aplicación del programa han sido elevados, tanto en su valoración docente como metodología innovadora, como en la valoración de los alumnos que han aportado testimonios realmente positivos a la experiencia. Entre algunas razones han indicado el alto valor que dan al hecho de poder desarrollar algo tangible, real y útil. La motivación es una de las grandes claves del éxito del programa y se puede observar una mejora en las calificaciones medias de cursos en los que se ha aplicado InnoEscuela en la asignatura de Tecnología de entre 1 y 2 puntos, si bien es cierto que el contraste han sido llevado a cabo con referencia a otros grupos de alumnos cuyo profesor no estaba involucrado en InnoEscuela.

XI. CONCLUSIONES

En esta publicación se ha presentado InnoEscuela, que más que un programa se puede considerar una metodología docente innovadora complementaria al proceso convencional

de enseñanza de la Tecnología y la Informática. InnoEscuela tiene la intención de contribuir en la innovación tecnológica a través de una metodología específica que se centra en el aprendizaje basado en proyectos y el trabajo de equipo. Los estudiantes están organizados en equipos innovadores, han de aportar una solución a una desventaja social, a un problema técnico o a cualquier otro tipo de necesidad, con una única restricción: las ideas que se materialicen han de contener una innovación.

Nosotros, los creadores InnoEscuela, estamos muy orgullosos del producto final y de los resultados obtenidos respecto a la adquisición de conocimiento y a la mejora en las capacidades y habilidades de nuestros alumnos. Los alumnos reconocen que aprenden con mayor motivación y valoran el hecho de que aquello que desarrollan ha salido de su diseño, es algo tangible y sobre todo que le encuentran una utilidad. Entre otro de los objetivos cumplidos destaca cómo ha cambiado el papel que juega el docente frente a los equipos como guía y facilitador del conocimiento.

De este cambio del rol tradicional del docente instructor se ha podido constatar la liberación del tiempo del profesor en clase que puede dedicar más tiempo a la atención de sus alumnos. Si pudiera haber una medida de la productividad en términos académicos, los resultados obtenidos en cuanto a la satisfacción del profesorado podrían significar un aumento significativo de su productividad y eficacia frente a sus alumnos. En definitiva, InnoEscuela aporta un plus en la racionalización del tiempo de clase, en la organización de los contenidos, en la aportación de nuevos conocimientos y en una mejor asimilación de estos por medio de la propia experiencia del alumno.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, en especial al Centro Nacional de Investigación e Innovación Educativa, así como a la Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica y a la Oficina Española de Patentes y Marcas el apoyo institucional y por su colaboración en el desarrollo del programa InnoEscuela.

REFERENCES

- [1] Beyer, Landon E. “*William H. Kilpatrick (1871–1965)*”. PROSPECTS: the quarterly review of comparative education (Paris, UNESCO: International Bureau of Education), vol. XXVII, no. 3, September 1997 p.470-85. Última visita: 4 Enero 2016. Available in: http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/archive/publications/TinkersPdf/kilpatricke.pdf
- [2] Knoll, Michael. 1997 “*The Project Method: Its Vocational Education Origin and International Development*”. Journal of Industrial Teacher Education 34, 59-80. Available in: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v34n3/Knoll.html>. Última visita: 24 Enero, 2016.
- [3] Waks, L. J. (1997). “*The project method in postindustrial education.*” Journal of Curriculum Studies, 29, (4), 391-406.
- [4] Mosher, Bob and Gottfredson, Conrad (2012). “Are you meeting all five moments of learning need?” Learning Solutions magazine. June 18th, 2012. Available in: <http://www.learningsolutionsmag.com/articles/949/>. Última visita: 14 Enero 2016
- [5] Página Web de InnoEscuela <http://www.innoescuela.org>. Última visita: 10 Febrero 2016
- [6] Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica. <http://www.cotec.es>. Última visita: 24 Enero, 2016.
- [7] Scratch for Arduino development tools Disponible online en <http://www.s4a.cat> Última visita:3 Febrero 2016.
- [8] Visual programming environment for Arduino Disponible online en <http://www.visualino.net/> Última visita: 4 Febrero 2016
- [9] UNESCO Education: Desired outcomes by competencies. Disponible online en <http://www.unesco.org/new/en/education/themes/strengthening-education-systems/quality-framework/desired-outcomes/competencies/>
- [10] European Comission web site. Education and Training: supporting education and training in Europe and beyond. Disponible online en: http://ec.europa.eu/education/policy/school/competences_en.htm. Última visita: 2 Febrero, 2016.
- [11] Key competences for lifelong learning. Recommendation 2006/962/EC of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. Disponible online en <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=URISERV:c11090>. Última visita: 2 Febrero, 2016.
- [12] Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) Disponible online en: http://www.oepm.es/es/sobre_oepm/educacion_formacion/educacion_y_formacion_pi/Ensenanza_PI_secundaria_InnoEscuela/InnoEscuela.html Última visita:4 Febrero, 2016
- [13] Currículos oficiales del Ministerio de Educación. Disponibles online a través de la URL <http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/mc/lomce/el-curriculo/curriculo-primaria-eso-bachillerato.html>. Ultima visita: 8 de Marzo de 2016
- [14] Gallagher, S.A., Stephen, W.J., Sher, B.T. and Workman, D. (1995). “*Implementing problem based learning in science classrooms.*” School of Science and Mathematics 95, p.136-146