



Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA OBLIGATORIA Y
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL
Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS

Especialidad de Tecnología e Informática

**Metodología Scrum adaptada
al entorno educativo.
Aplicación en proyecto de 4^o
de ESO.**

Autor:

D. Luis Víctor Estébanez García

Tutor:

Dr. D. César Chamorro Camazón

Dr. D. Roberto Reinoso Tapia

Valladolid, 13 de julio de 2021

Resumen

La falta de protagonismo de los alumnos en el aula es normalmente la principal causa de desmotivación. Es decir, los alumnos asisten al aula como meros espectadores, esperando escuchar las clases magistrales del profesor y, en las materias más prácticas como Tecnología, seguir religiosamente las pautas que se les marcan.

Este documento hace una toma de contacto con la metodología “*Scrum*”. Esta se enmarca en la filosofía de trabajo “*Agile*” que está arraigada en el ámbito del desarrollo de software. En el trabajo se presenta una adaptación de esta metodología al ámbito educativo con el objetivo de conseguir un mayor protagonismo del alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje, aumentar su motivación y desarrollar las habilidades de autogestión y trabajo en equipo.

Para ejemplificar su aplicación, se realiza una propuesta educativa para la asignatura de Tecnología de 4º de ESO gestionada con metodología *Scrum* adaptada al aula. Se trata de un proyecto de aprendizaje cooperativo que se asemeja a un proyecto de ingeniería. Con el uso de *Scrum* se cede al alumno el mando del proyecto y el docente pasa a desempeñar el rol de cliente. El proyecto consiste en el desarrollo de un panel solar inteligente de bajo coste para calentar piscinas. Se presenta como un hilo conductor que enlaza los contenidos del currículo, y que se lleva a cabo a lo largo de un curso lectivo completo.

Palabras clave

Agile, *Scrum*, propuesta educativa, Tecnología, ESO, Proyecto, Energía solar

Abstract

The lack of leadership of students in the classroom is usually the main cause of demotivation. That is, students attend the classroom as mere spectators, waiting to hear the teacher's master classes and, in the case of more practical subjects as Technology they follow faithfully their teacher guides.

This document makes a contact with the "Scrum" methodology. It is framed in the "Agile" work philosophy that is rooted in the field of software development. The paper presents an adaptation of this methodology to the educational field with the aim of achieving a greater role for the student in the teaching-learning process, boost their motivation and develop self-management and *Teamwork* skills.

To exemplify its application, an educational proposal is made for the subject of Technology of 4^º of ESO. It is managed with Scrum methodology adapted to the educational environment. It is a cooperative learning project that resembles an engineering project. With the use of Scrum, the student is given control of the project and the teacher begins to play the role of client. The project consists of the development of a low-cost smart solar panel to heat swimming pools. It is presented as a common thread that links the contents of the curriculum, and that is carried out throughout a complete school year.

Keywords

Agile, Scrum, Educational Proposal, Technology, Secondary Education, Project, Solar Energy

Índice

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación.....	1
1.2. Objetivos generales y específicos	2
Capítulo 2. Marco teórico	4
2.1. La Metodología <i>Scrum</i>	4
2.1.1. Filosofía <i>Agile</i> en desarrollo de software.....	4
2.1.2. Metodología <i>Scrum</i> para gestión de proyectos	6
2.1.3. <i>Agile</i> en el ámbito educativo.....	8
2.1.4. Adaptación de <i>Scrum</i> a la educación	8
2.1.5. Investigación educativa sobre <i>Scrum</i>	9
2.2. Desarrollo de un proyecto técnico de ingeniería	10
2.3. Panel solar inteligente de bajo coste para calentar piscinas.....	13
Capítulo 3. Propuesta didáctica	20
3.2. Presentación de la propuesta	20
3.2.1. Motivación de los alumnos	20
3.2.2. Inclusión de contenidos	20
3.3. Marco legislativo de aplicación.....	21
3.4. Contexto educativo.....	21
3.4.1. Curso y asignatura.....	21
3.4.2. Los alumnos.....	21
3.4.3. Centro.....	22
3.4.4. Municipio.....	22
3.5. Competencias	22
3.6. Objetivos de la propuesta.....	23
3.6.1. Objetivos de Educación Secundaria Obligatoria	23
3.6.2. Objetivos de la materia de Tecnología.....	23
3.6.3. Objetivos específicos de la propuesta educativa.....	24
3.7. Contenidos	26
3.8. Metodología, <i>Scrum</i> adaptada a educación	27
3.9. Temporalización.....	34

3.10. Recursos.....	40
3.10.1. Recursos informáticos.....	40
3.10.2. Recursos materiales.....	41
3.1. Evaluación del aprendizaje.....	42
3.2. Atención a la diversidad.....	42
3.3. Evaluación de la propuesta.....	43
Capítulo 4. Conclusiones.....	45
4.1. Consecución de objetivos.....	45
4.2. Aprendizaje realizado con el trabajo.....	46
Capítulo 5. Limitaciones y Prospectiva.....	47
5.1. Limitaciones.....	47
5.2. Líneas futuras.....	47
Bibliografía.....	48



Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo titulado “Metodología *Scrum* Adaptada al Entorno Educativo. Aplicación en proyecto de 4º de ESO”, responde a la necesidad de proponer alternativas a la metodología docente en la enseñanza de la materia de Tecnología en el nivel de 4º de ESO. En este caso concreto, se propone un proyecto didáctico con una metodología que fomenta el aprendizaje activo.

La inspiración de la propuesta surge tras la realización del Prácticum que forma parte del Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Personal y Enseñanzas de Idiomas. Dicho Prácticum se realizó impartiendo clase en 4º de ESO en un instituto de enseñanza pública. El conocimiento de ese entorno, propicia la creación del presente trabajo orientado a ese nivel educativo.

Como complemento a esta experiencia, se encuentra la formación previa en Ingeniería Industrial donde se llevó a cabo el Trabajo de Fin de Master “Panel Solar Inteligente de Bajo Coste Para Calentar Piscinas”. En dicho trabajo, se desarrolla de manera teórica y práctica un proyecto de ingeniería que implica tanto el diseño de un sistema solar térmico como la construcción de un prototipo y su puesta en funcionamiento. El currículo de la asignatura de Tecnología de ESO abarca todos los conocimientos que fueron necesarios para llevar a cabo dicho proyecto. Por ello, la presente propuesta se basa en ese proyecto, que guiado por un profesor con los conocimientos apropiados puede ser interesante para los alumnos.

Como último apunte, durante la realización del Prácticum ya mencionado, se percibió el hecho de que el protagonismo de las clases recae habitualmente en la figura del profesor en vez de en los alumnos. Así pues, se quiere proponer una metodología para gestionar el proyecto del panel solar en la que los alumnos puedan ser principales protagonistas del proceso educativo. Para llevar a cabo este objetivo, se presentará la metodología *Scrum*. Esta metodología nació para su uso en la gestión de proyectos en entornos profesionales y se adaptará al ámbito educativo para llevar a cabo este proyecto y cumplir con los objetivos definidos.

Así, en las siguientes páginas se presentará un marco teórico de la metodología *Scrum* que se va a aplicar y, por otro lado, del proyecto de ingeniería en el que se basa la idea. Posteriormente se pasará a exponer y profundizar en la propuesta didáctica.

1.1. Justificación

A menudo los alumnos perciben los temas de las diferentes asignaturas como compartimentos estancos, perdiendo la concepción de un conocimiento global. Por ello la intención de crear un proyecto que sirva como hilo conductor del curso de la asignatura de Tecnología en 4º de ESO.



La utilización de los aprendizajes de varios temas entrelazados en un mismo proyecto hace que se conviertan en aprendizajes significativos. Es decir, no conceptos y competencias inconexas que se estudian para el examen y se olvidan, si no aprendizajes que se asocian con los que ya se poseen, que cada alumno interrelaciona, y adquiere como una caja de herramientas para enfrentarse a problemas de la vida real.

No es una novedad realizar proyectos en la materia de Tecnología, pero con frecuencia estos proyectos suelen ser excesivamente guiados por el profesor de forma que los alumnos no trabajan con responsabilidad y autonomía para decidir su diseño y su organización. Es decir, los alumnos asisten al aula como meros espectadores, esperando escuchar las clases magistrales del profesor y, en las materias más prácticas como Tecnología, seguir religiosamente las pautas que se les marcan. En algunos casos, esta cesión del protagonismo al profesor, implica una desmotivación generalizada, los alumnos se vuelven apáticos y no se sienten cómodos participando en la clase, saliéndose de las pautas y siendo creativos ya que no es el papel que se espera de ellos. Por esta razón, se plantea introducir una versión de la metodología *Scrum* de gestión de proyectos adaptada a la educación. Esta pretende dar el protagonismo del aprendizaje al alumno, darle autonomía y darle una herramienta para planificar el trabajo en equipo.

También es habitual en la asignatura de Tecnología que se realicen multitud de actividades cooperativas, pero normalmente son independientes y bastante simples (maquetas o pequeños circuitos), de forma que la materia queda para el alumno alejada de la realidad. Sin embargo, la asignatura de Tecnología de 4º da a los alumnos ciertos conocimientos y competencias suficientes para llevar a cabo proyectos reales y útiles.

La ingeniería es una disciplina que queda muy lejos a los alumnos de 4º de ESO, sin embargo, el contenido de la asignatura es una pequeña introducción a la realización de proyectos y diseños eléctricos, mecánicos y electrónicos. Desde 1º de ESO los alumnos comienzan viendo los pasos de cualquier proyecto técnico, viendo las propiedades de los materiales, viendo los sistemas de representación y tomando contacto con los mecanismos y estructuras. El cuarto curso añade contenido de energía, electricidad y electrónica que completan el conocimiento.

1.2. Objetivos generales y específicos

Se establecen dos objetivos generales para la realización de este trabajo, con varios objetivos específicos que subyacen de cada uno:

1. Conocer la metodología *Scrum*: Comprender sus fundamentos y beneficios en la gestión de trabajo en equipo. Conocer las adaptaciones que se han realizado



de esta metodología para el ámbito educativo, analizar los resultados para ver el potencial didáctico.

Para dar cumplimiento a este objetivo general se proponen los siguientes objetivos específicos:

- a) Conocer el origen de la metodología Scrum y sus ámbitos de aplicación en el ámbito profesional. Distinguir las cualidades que lo diferencian de la metodología tradicional para gestión de proyectos.
 - b) Comprender su funcionamiento y los mecanismos necesarios para su implantación en un equipo de trabajo.
 - c) Revisar la bibliografía sobre adaptaciones que se han realizado de *Scrum* al ámbito educativo. Y comprender cómo puede ayudar esta metodología en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos.
 - d) Resumir publicaciones de investigación educativa que se hayan hecho al respecto. Analizando sus resultados para conocer la idoneidad de su aplicación.
2. Presentar una propuesta educativa enmarcada en la metodología *Scrum*: Un proyecto para la asignatura de Tecnología de 4º de ESO que se desarrolle a lo largo de un curso sirviendo como hilo conductor de los contenidos.

Para dar cumplimiento a este objetivo general se proponen los siguientes objetivos específicos:

- a) Revisar el contenido del currículo oficial según la Orden EDU/362/2015 de 4 de mayo para elegir una temática y envergadura de la propuesta que se adapte a lo exigido en la ley.
- b) Concretar, basada en la bibliografía, una adaptación de Scrum orientada a la propuesta educativa que se presenta.
- c) Justificar la adecuación de la propuesta al contexto educativo que se presenta.
- d) Planificar de forma somera el desarrollo de la propuesta a lo largo de un curso lectivo teniendo en cuenta la utilización de la metodología Scrum.



Capítulo 2. Marco teórico

2.1. La Metodología *Scrum*

2.1.1. Filosofía *Agile* en desarrollo de software

Antes de hablar de *Scrum* es preciso hablar de la filosofía dentro de la cual se enmarca. Esta filosofía es llamada *Agile* de “ágil” en inglés, y nace a finales del siglo XX.

En las primeras etapas de la historia del software se seguía un ciclo de vida de proyecto tradicional. En este los requisitos finales están establecidos desde el inicio, el proyecto se planifica rígidamente, se lleva a cabo el desarrollo controlando que se siguiera la planificación y finalmente se entrega al cliente. Este modelo presentaba varios inconvenientes (Trigas Gallego & Domingo Troncho, 2012). En este modelo es necesario conocer desde el inicio lo que desea el cliente. Cualquier cambio en los requisitos implica un cambio en la planificación total, implicando tiempo y burocracia que recae sobre los costes del proyecto. Además, el proyecto se encuentra con las dificultades al final, cuando se entrega. En definitiva, falta de flexibilidad y agilidad para adaptarse, que son necesarias especialmente en el desarrollo de software en que el entorno es cambiante y presenta incertidumbre.

Como explica Cockburn (2002), el cambio de filosofía se fue produciendo en las principales empresas de software de Estados Unidos en la década de los 90 hasta que en 2001 se reunieron los principales precursores enunciando el “Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software”. Esto quedó plasmado en una página web (<http://agilemanifesto.org/>) de la cual se ha extraído la siguiente captura.



Figura 1 Captura de la página web oficial <http://agilemanifesto.org/>

El manifiesto incluye además 12 principios del desarrollo Ágil de Software:

“Seguimos estos principios:

1. Nuestra mayor prioridad es satisfacer al cliente mediante la entrega temprana y continua de software con valor.
2. Aceptamos que los requisitos cambien, incluso en etapas tardías del desarrollo. Los procesos Ágiles aprovechan el cambio para proporcionar ventaja competitiva al cliente.
3. Entregamos software funcional frecuentemente, entre dos semanas y dos meses, con preferencia al periodo de tiempo más corto posible.
4. Los responsables de negocio y los desarrolladores trabajamos juntos de forma cotidiana durante todo el proyecto.
5. Los proyectos se desarrollan en torno a individuos motivados. Hay que darles el entorno y el apoyo que necesitan, y confiarles la ejecución del trabajo.
6. El método más eficiente y efectivo de comunicar información al equipo de desarrollo y entre sus miembros es la conversación cara a cara.
7. El software funcionando es la medida principal de progreso.



8. Los procesos Ágiles promueven el desarrollo sostenible. Los promotores, desarrolladores y usuarios debemos ser capaces de mantener un ritmo constante de forma indefinida.
9. La atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño mejora la Agilidad.
10. La simplicidad, o el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado, es esencial.
11. Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños emergen de equipos autoorganizados.
12. A intervalos regulares el equipo reflexiona sobre cómo ser más efectivo para a continuación ajustar y perfeccionar su comportamiento en consecuencia.”

Esta nueva filosofía fue cristalizando en varias metodologías concretas que se han expandido hacia ámbitos fuera del mundo del desarrollo de software. Algunas de ellas son: *Scrum*, *Adaptive Software Development (ASD)*, *PMI Agile* u *Open Unified Process (OpenUP)* entre otras.

2.1.2. Metodología *Scrum* para gestión de proyectos

Scrum es un marco de trabajo que se enmarca en la filosofía *Agile*. Se comenzó a utilizar en las principales empresas tecnológicas de Japón en los 80 (Nonaka & Takeuchi, 1986). Se presenta como una metodología adecuada para la gestión de proyectos con requerimientos inestables en que es necesaria flexibilidad y rapidez para adaptarse. Por ello, aunque en un inicio se utilizó sobre todo en desarrollo de software, en la actualidad se utiliza en muchos otros entornos.

Los creadores de este método lo compararon con la melé del *rugby*, que en inglés se llama *Scrum*, de ahí viene el nombre. Como lo hace una melé, esta metodología pretende que el equipo avance poco a poco de forma incremental.

Scrum define un conjunto de roles que deben cumplir algunas personas, unos eventos que ocurrirán a lo largo del desarrollo del proyecto, unas herramientas que facilitan la gestión visual de las tareas y unos fundamentos que deben seguirse para garantizar un buen funcionamiento del método. Se presentan a continuación:

2.1.2.1. Roles

Scrum Master: la persona que apoya el uso correcto de la metodología *Scrum* y gestiona los cambios.

Product Owner: la persona que representa al cliente y lucha por los intereses del cliente.

Team o Equipo: son los que desarrollan propiamente el proyecto. Debe ser pequeño, entre 3 y 9 personas. Realizan los análisis, pruebas, desarrollos y la documentación.

2.1.2.2. Eventos

Sprint: son los periodos de tiempo que van marcando el ritmo del proyecto. En cada *Sprint* se alcanza un hito entregable. Este tiempo debe ser definido por el equipo y debe ser lo más corto posible.

Sprint Planning o Reunión de Sprint: es una reunión que se lleva a cabo al principio de cada *Sprint*. En ella se establece el *Sprint Backlog* que es el conjunto de requisitos que se plantean para ese *Sprint*. El *Product Owner* forma parte de esa reunión, manifestando sus requisitos y negociando cuál es la magnitud que se plantea alcanzar en el *Sprint*. Este *Product Backlog* queda inamovible durante el *Sprint*.

Reunión Scrum: es una reunión diaria muy breve (entre 5 y 15 minutos) de los miembros del equipo en el que se revisa qué trabajo se ha realizado, cuál queda por hacer y que dificultades aparecen.

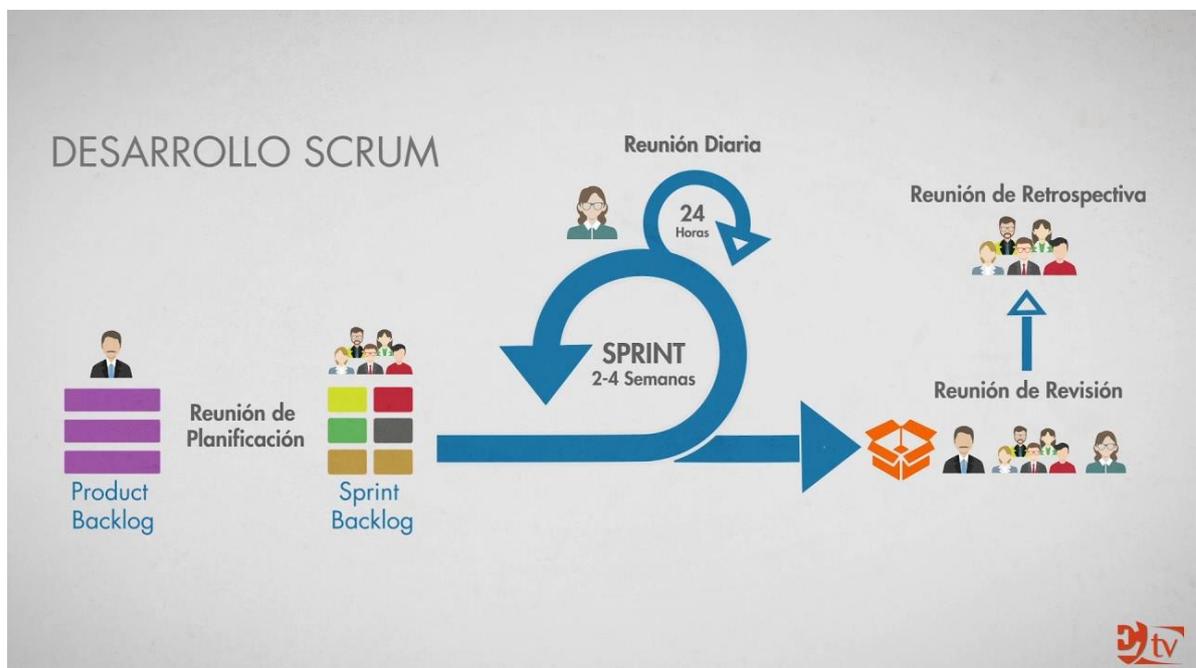


Figura 2 Diagrama representativo de la dinámica Scrum.

Captura de video en canal de Exceltic (<https://www.youtube.com>)

2.1.2.3. Gestión visual

La forma tradicional es utilizar post-it sobre una pizarra, pero con más frecuencia se usan programas informáticos.

Consiste en un cuadro con tres columnas: Una de *Backlog* con post-it sobre el trabajo pendiente, una de “In Progress” con el trabajo que se está realizando y otra de “Done” con lo que está hecho. Los post-it van pasando de una columna a otra según están llevándose a cabo o completados.



De esta manera es muy sencillo para un miembro del equipo lo que están haciendo los demás, lo que queda por hacer y lo que ya está hecho.

2.1.2.4. Fundamentos

Se realiza un desarrollo incremental de los requisitos en periodos cortos, dando prioridad a los que más valor tiene para el cliente.

Tras cada ciclo se muestra al cliente el resultado obtenido, y este decide para seguir marcando requisitos en próximos ciclos.

El equipo debe ser pequeño y tiene la autonomía de tomar decisiones para cumplir los requisitos.

2.1.3. Agile en el ámbito educativo

La adaptación de esta filosofía de trabajo al ámbito educativo no es una novedad. Desde principios de siglo XXI se han realizado investigaciones educativas, y se ha implementado en centros alrededor del mundo. Los didactas estudiosos de *Agile* han querido seguir los pasos de quienes fueron precursores en el ámbito del desarrollo de software. Como explica Jana Pócsová (2020) de forma análoga al previamente mencionado “Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software” (2001) han surgido dos en el ámbito educativo, como el “*Agile Manifesto in Education*” de Kamat (2012) y el “*Agile Schools Manifesto*” de Peha (2011).

El primero que es el de mayor reconocimiento, se forma de 4 principios:

- **Docentes y estudiantes** sobre administración e infraestructura
- **Competencia y colaboración** sobre obediencia y competición
- **Empleabilidad y comerciabilidad** sobre programa de estudios y calificaciones
- **Actitud y habilidades de aprendizaje** sobre aptitud y graduación

El autor argumenta que la educación debe dar valor a los elementos de la izquierda por delante de los de la derecha para conseguir una mayor calidad educativa y *Productividad*. Además, menciona que estos valores son los que buscan las empresas de forma que la educación debe tenerlos como referencia en su orientación hacia el mundo laboral.

2.1.4. Adaptación de Scrum a la educación

Existe una extensa bibliografía de adaptaciones que se han realizado de esta metodología al ámbito educativo. Sin embargo, es en Países Bajos donde *Scrum* tiene una mayor penetración en el sistema educativo. Algunos centros como el instituto Alphen ann den Rijn de Ámsterdam utiliza *Scrum* en todas las materias. El docente Willy Wijnands, que fue uno de los primeros en experimentar con *Scrum* en sus clases de secundaria, fue mejorando su modelo junto con otros docentes para formar la



llamada eduScrum. Las características de esta adaptación que quedaron resumidas en una guía de la metodología llamada “Las reglas del juego” (Delhij, 2015). Esa guía ha sido validada por uno de los creadores de *Scrum* que es Jeff Sutherland, de forma que *eduScrum* se ha convertido en el modelo de referencia. De hecho, *eduScrum* en la actualidad es una institución que da formación y certificaciones a docentes y centros para utilizar su metodología.

2.1.5. Investigación educativa sobre Scrum

Existen varias publicaciones de investigación educativa sobre la introducción de *Scrum* en el ámbito educativo. A continuación, se presentan dos que han experimentado en dos niveles educativos y con materias diferentes:

2.1.5.1. Impacto de *Scrum* en la alfabetización científica de estudiantes de secundaria:

Este estudio de Johannes Vogelzang (2020) pretendía poner a prueba la eficacia de esta metodología de forma cuasiexperimental. Para ello se realizó un experimento con 198 alumnos de un nivel equivalente en España de 4º de ESO. Los alumnos pertenecían a 8 clases diferentes. Se impartió el mismo módulo sobre química sostenible a todos ellos, pero a 4 clases (99 alumnos) se les impartió utilizando *Scrum*, y a las otras 4 clases (99 alumnos) se les impartió de la manera tradicional. Se realizó un pretest, un postest sobre conocimientos de química sostenible. También se pidió una redacción escrita que se evaluó siguiendo un estándar llamado “*Standard Observed Learning Outcomes*”.

Los estudiantes que recibieron las clases con metodología *Scrum* superaron a los del grupo de control en esas pruebas. Esto sólo prueba que la impartición de las clases con *Scrum* consigue unos mejores resultados académicos, pero no se analizan otros beneficios que presumiblemente puede tener esta metodología, por ejemplo, los alumnos pueden haber ganado competencias relacionales, de trabajo en equipo, etc.

2.1.5.2. *Scrum* como Herramienta Metodológica para el Aprendizaje de la Programación

Otro estudio en este caso de Nicolás Tymkiw, Juan Manuel Bournissen y Marisa Cecilia Tumino (2020), investiga sobre el impacto de introducir *Scrum* en la impartición de Programación II en educación superior. En este caso no se utilizó un grupo de control si no que se utilizó un análisis estadístico de los resultados académicos.

Se muestra a continuación una tabla extraída de este estudio que muestra los mismos datos académicos al largo de 10 años en esa asignatura, siendo el 2018 el año en que se realiza el estudio. Aunque la muestra puede no ser suficientemente extensa, los resultados presumen grandes beneficios de la utilización de *Scrum* en procesos de enseñanza de la programación.

Año	Promoción Directa	Promoción Indirecta	Pierde la Materia	Abandona
2009	30,0%	30,0%	30,0%	10,0%
2010	11,8%	41,2%	35,3%	11,8%
2011	33,3%	40,0%	26,7%	0%
2012	20,8%	37,5%	33,3%	8,3%
2013	10,0%	50,0%	40,0%	0%
2014	29,4%	23,5%	41,2%	5,9%
2015	28,6%	28,6%	42,9%	0,0%
2016	9%	18,2%	54,6%	18,2%
2017	28,5%	52,4%	19,1%	0%
2018	66,7%	33,3%	0%	0%

Figura 3 Datos académicos de Programación II a lo largo de 10 años. Adaptado de artículo de Timkyw (2020)

2.2. Desarrollo de un proyecto técnico de ingeniería

Como se ha introducido la propuesta didáctica que se diseña en este trabajo tiene una ambición de asemejarse a un proyecto de ingeniería. Para su comprensión es preciso dedicar un apartado a explicar cómo se estructura un proyecto técnico genérico. El desarrollo de un proyecto técnico es el objeto de estudio del primer bloque temático de la asignatura de Tecnología en primero de ESO.

Comprender las etapas del proyecto es necesario antes de diseñar la propuesta didáctica y planificar cómo encajarlo en el calendario escolar y en el aula.

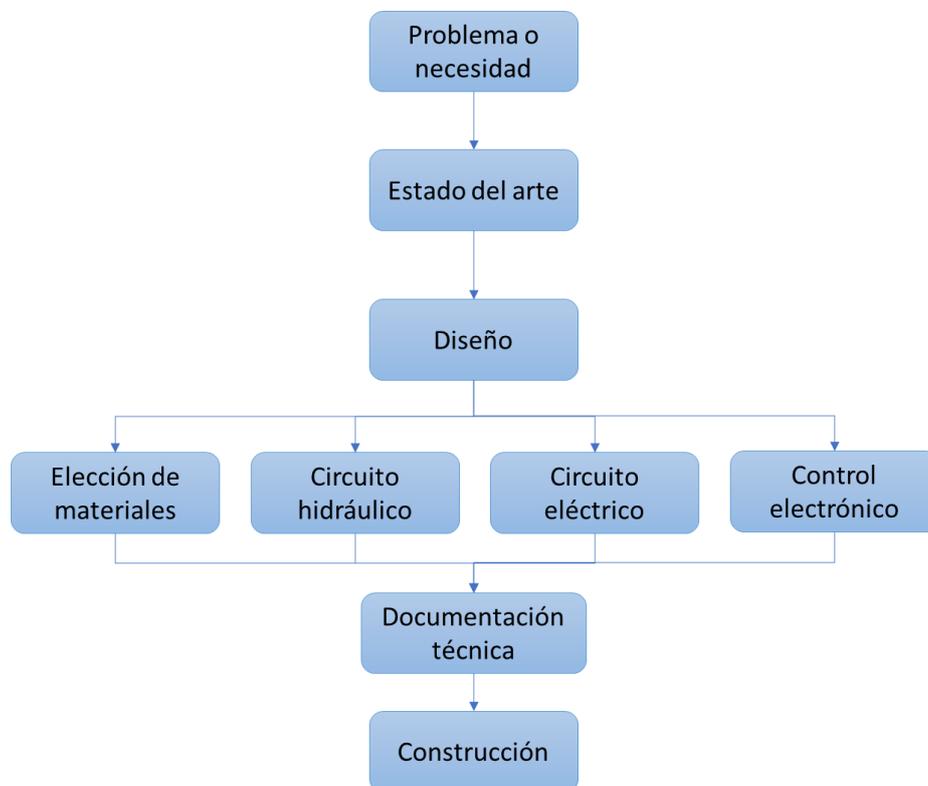


Figura 4 Esquema de desarrollo del proyecto



Etapa 1. Presentación del proyecto y del problema o reto

El cliente presenta el problema y los requisitos que debe cumplir la solución que está buscando.

En este caso será el profesor el que hace de cliente y especificará a los alumnos el reto que deben lograr.

Etapa 2. Estado del arte, búsqueda de información

Una vez el equipo de proyectistas ha recibido la misión el primer paso siempre es buscar información para saber qué soluciones existen ya en el mercado. A esto se le llama realizar el estado del arte. Es de vital importancia porque va a condicionar mucho la planificación del proyecto.

En algunos casos nos encontraremos con que no hay otras soluciones previas, pero si podemos encontrar información que por ejemplo contextualice mejor el problema. En otros casos se encontrarán soluciones que ya existen para el problema planteado, pero que no cumplen las condiciones que ha solicitado el cliente.

Los grupos realizarán esta investigación tanto en el aula como fuera de horas lectivas con medios informáticos, revistas, entrevistas a personas, etc. El resultado de esta investigación puede tomar forma de poster o presentación que cada equipo realizará a la clase. Para adquirir una mayor profundidad en la investigación cada grupo se puede centrar en un aspecto o tecnología concreta.

Etapa 3. Decidir una vía de avance, los recursos son limitados

La información recabada junto con los requisitos del cliente permite establecer posibles vías para solucionar el problema. En esta fase hay que adentrarse ligeramente en cada una para decidir aquella por la que se apuesta.

Basándose en los resultados de la investigación realizada y presentada, los alumnos pueden ir sacando conclusiones sobre qué vía de avance tomar. Es decir, hacerse una idea groso modo de la tecnología, las dimensiones, la localización, ... Hay unos requisitos que pone el profesor, potencia, precio, herramientas, etc. de forma que las posibilidades no son tantas y el profesor puede guiar a los alumnos hacia una opción factible.

Etapa 4. Conceptualización ¿qué partes debe tener?

Cuando la solución elegida es ligeramente compleja, puede que tenga diferentes subsistemas o elementos que desarrollar. Por ejemplo, elementos eléctricos, elementos mecánicos, programación, etc.

Los alumnos deben ver qué diferentes partes tiene la idea elegida, incluso formar una lista de las cosas que tienen que aprender en los meses próximos para poder construir su proyecto. Esto puede implicar una pequeña investigación adicional de los equipos



para la idea elegida. Algunas partes básicas de un sistema solar térmico pueden ser: panel para captar la energía, bomba de agua, tuberías, circuito eléctrico de la bomba, etc.

Etapa 5. Diseño

Esta etapa es la más larga. Consiste en desarrollar cada una de las partes definidas en la anterior etapa, y además conseguir que funcionen en conjunto.

Aunque el proyecto quede dividido en partes (energía, hidráulica, electrónica, robótica, ...) que coinciden aproximadamente con los bloques temáticos del currículo, no será posible hacer coincidir el diseño de cada parte con su tema. Esto se debe a que hay partes que requieren mucho más tiempo que otras. Eso sí, hay determinados contenidos que se deben haber impartido antes de la realización de una determinada parte del proyecto. Todo eso se deberá tener en cuenta en la temporización.

Etapa 6. Documentación técnica

En todo proyecto técnico debe quedar documentado y justificado el resultado obtenido, la elección de cada material, de cada circuito, ... La documentación técnica incluye también los planos y el manual de usuario. Es vital para poder realizar modificaciones en el futuro si fuera necesario. Sobre todo, si otras personas se incorporan al equipo. Esta documentación es el elemento más valioso para el cliente.

Para esta etapa son importantes los contenidos de sistemas de representación de la asignatura de Tecnología de 1º y 3º de ESO, y los contenidos de diseño asistido por ordenador CAD que se imparte en 4º en el bloque de Tecnologías de la Información y la Comunicación. De esta forma los alumnos cuentan con capacidades para realizar primero bocetos a mano, y posteriormente dibujos con ordenador, realizando las correspondientes acotaciones de medidas, unidades, normas, etc.

Etapa 7. Prototipo

Igual que un proyecto educativo, un proyecto tecnológico medianamente complejo no puede idearse y entregarse de forma puramente teórica, ya que los problemas reales surgen a la hora de llevarlo al terreno. Normalmente es necesario construir un prototipo y someterlo a las pruebas pertinentes para demostrar que cumple los requisitos del cliente. En esta etapa suele ser necesario con frecuencia realizar rediseños de algunas partes del sistema.

Como se ha dicho en la introducción se están asumiendo un contexto que tiene los medios y condiciones para que los alumnos puedan participar en la construcción de un prototipo real del sistema diseñado.



Etapa 8. Evaluación de los objetivos

Cuando el equipo da el proyecto por terminado se reúne con el cliente. Se presentan los resultados y la demostración de que se cumplen los requisitos, dando por cerrado el proyecto y recibiendo la recompensa.

Los alumnos evalúan si se han cumplido los objetivos, esto son: objetivos económicos, técnicos, de calendario de entrega, ... Esto no tiene nada que ver con la evaluación del alumno, sino que es una etapa del proyecto.

2.3. Panel solar inteligente de bajo coste para calentar piscinas

Como se ha mencionado en la introducción, la propuesta educativa que se quiere diseñar se inspira en un proyecto de fin de Máster de Ingeniería Industrial titulado “Panel Solar Inteligente de Bajo Coste Para Calentar Piscinas” de Luis Víctor Estébanez García (2017). Este apartado pretende explicar brevemente el proceso de diseño de ese proyecto, ya que se prevé que siga un camino similar durante la implantación en el aula.

2.3.1.1. El problema

El proyecto parte del problema: idear una solución calentar el agua de una piscina con un presupuesto limitado de 800€, además debe de autorregularse de forma autónoma inteligente y poder controlarse por internet. Deberá ser un sistema sostenible, es decir aportar más energía que la que consume.

2.3.1.2. Estado del arte

Se realiza un estudio exhaustivo de todas las soluciones comerciales que hay para calentamiento de agua, sus ventajas, sus desventajas, su coste, su consumo, etc. Se analizan las siguientes soluciones:

- Calentador de gas.
- Calentador eléctrico.
- Bomba de calor.
- Paneles solares de tubos de vacío.
- Paneles solares de concentradores parabólicos compuestos.
- Paneles planos sin cubierta.
- Paneles planos con cubierta.

Esa información se compara de forma crítica para proponer la opción con más probabilidades de solucionar el problema propuesto y sus limitaciones. De entre estas opciones quedan descartadas las que no son sistemas solares ya que no permiten cumplir con la sostenibilidad o con el presupuesto en el caso de la bomba de calor.

De las opciones solares se recaba información de las características que importan a la hora de satisfacer el problema y sus limitaciones, viendo:

- Capacidad de captar energía del sol
- Pérdidas de energía
- Temperaturas que el agua puede alcanzar
- Precios
- Consumo de energía eléctrica

2.3.1.3. Elección de la vía de avance

El análisis, que se puede consultar en el documento original, indica que la solución que más se acerca al problema planteado es la última de la lista, es decir, un panel plano con cubierta como el que se muestra a continuación.



Figura 5 Panel plano con cubierta. Solución comercial.

Esta solución es la más utilizada a nivel doméstico a la hora de calentar agua con una eficiencia aceptable, alcanzando el agua temperaturas de hasta 70°C, que puede servir tanto para calefacción como para aseo. Las soluciones comerciales no satisfacen el problema, tienen un coste de varios miles de euros, no se pueden controlar por internet etc., pero se presenta como la vía más apropiada para inspirar el diseño.

2.3.1.4. Conceptualización

Se planifica conceptualmente el proyecto. Esto es, establecer cuál será su funcionamiento a grandes rasgos y que partes es necesario desarrollar en la parte de diseño en detalle:

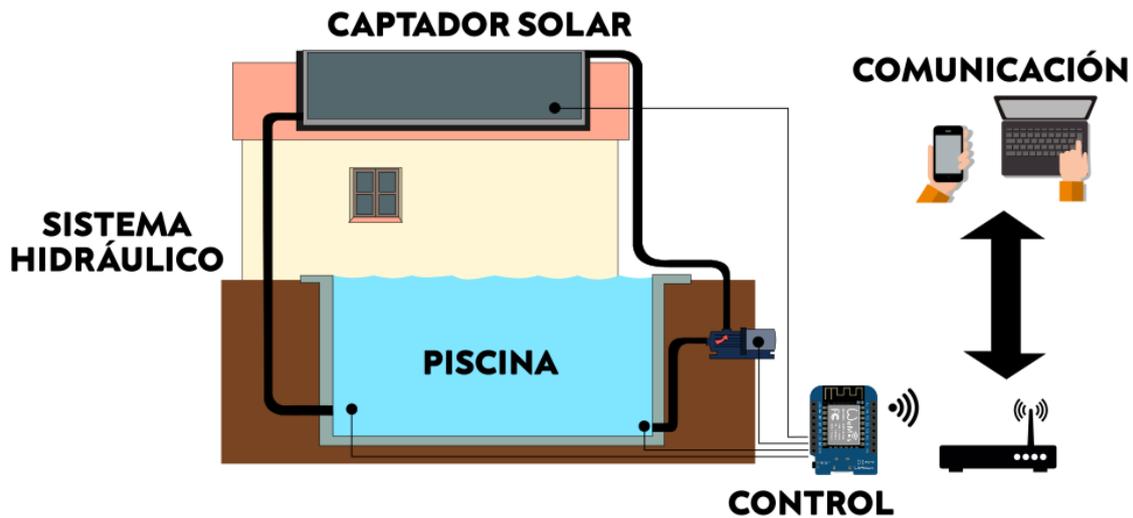


Figura 6 Diagrama conceptual de las partes que se deben desarrollar en el diseño.

- Captador solar: El panel plano con cubierta que captará la energía del sol, y por el cual circulará el agua.
- Sistema hidráulico: Para hacer que el agua salga de la piscina, circule por el colector, y regrese a la piscina más caliente.
- Sistema de control: Un sistema que controle cuándo se propulsa el agua, a qué velocidad, etc. Además, debe cumplir el requisito de que el sistema se regule de forma inteligente y autónoma. Es decir, que maximice su eficiencia en cada momento. Esto tiene dos fundamentos, que no consuma energía cuando no haga sol, y que capte la mayor cantidad de energía solar por unidad de energía eléctrica consumida cuando sí haga sol.
- Comunicación: Un sistema que permita al usuario controlar el sistema. Además debe cumplir el requisito de que el usuario pueda controlarlo por internet.

2.3.1.5. Diseño en detalle

Una vez realizada la conceptualización, se realizó el diseño, que se dividió en varias partes como se resume a continuación:

Parte mecánica:

- Se diseña el panel:
Esta parte se fundamenta principalmente en la transmisión de calor.



Figura 7 Diagrama ilustrativo del modelo de transmisión de calor de una piscina.

Basado en ese problema se eligen los materiales, las dimensiones, los sistemas de fijación de las piezas, el plan de montaje, ...

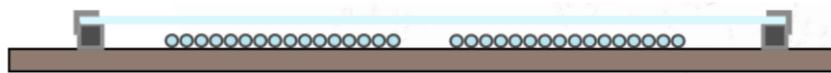


Figura 8 Diagrama de sección del panel.

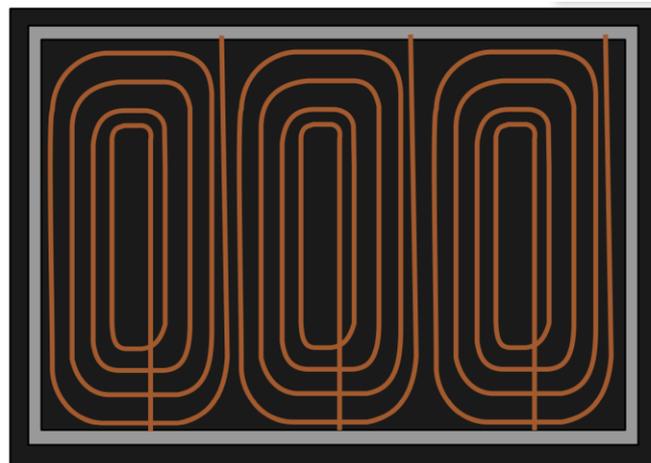


Figura 9 Diagrama de disposición de tubos de cobre en captador.

- Se diseña el circuito hidráulico, sus materiales, sus elementos, la bomba que propulsará el agua.

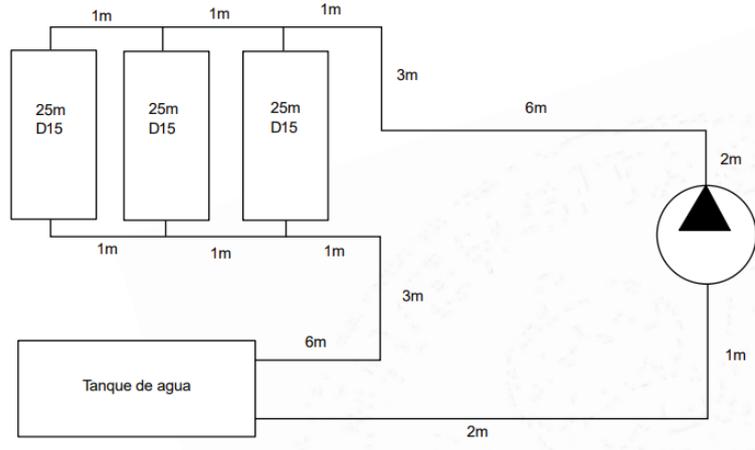


Figura 10 Diagrama hidráulico del sistema.

Parte eléctrica:

- Se diseña el circuito de control para pilotar la bomba. Se elige un microcontrolador (Arduino) y se concreta un circuito con sensores y actuadores.

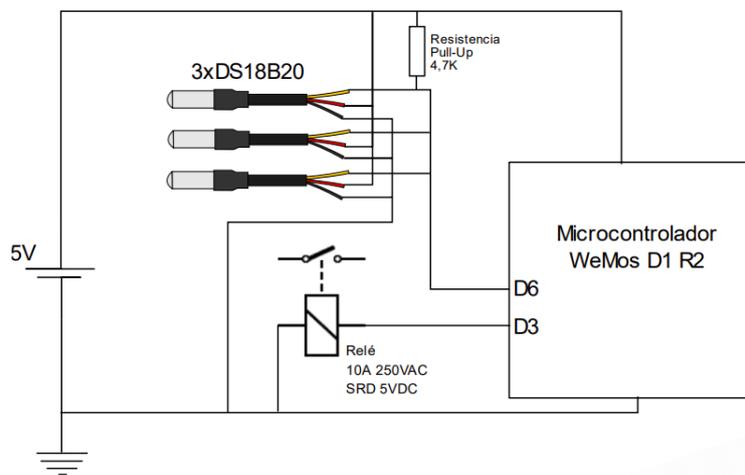


Figura 11 Diagrama electrónico del controlador.

- Programación del Arduino para que el control sea inteligente y para que el usuario pueda controlarlo por internet.

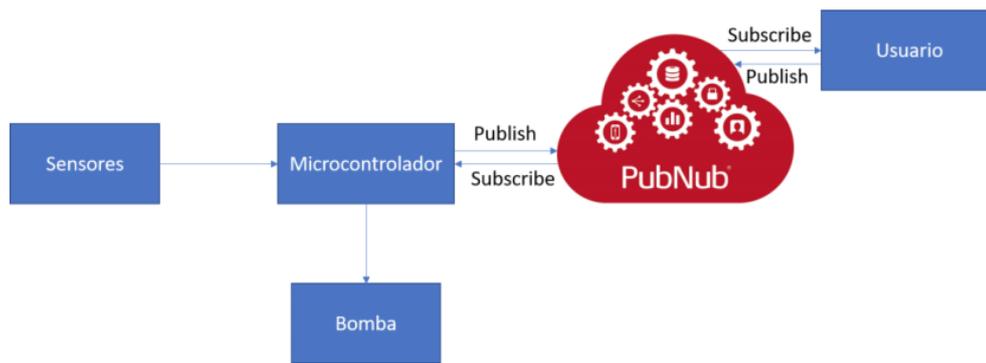


Figura 12 Esquema de controlador y comunicaciones.

- Programación web para que el usuario pueda controlar el sistema a través del Arduino.



Figura 13 Página web con la que el usuario puede controlar el sistema

2.3.1.6. Documentación técnica

El diseño queda concretado en una lista de materiales, planos mecánicos, esquemas eléctricos, código de programación, manual de montaje y manual de usuario.

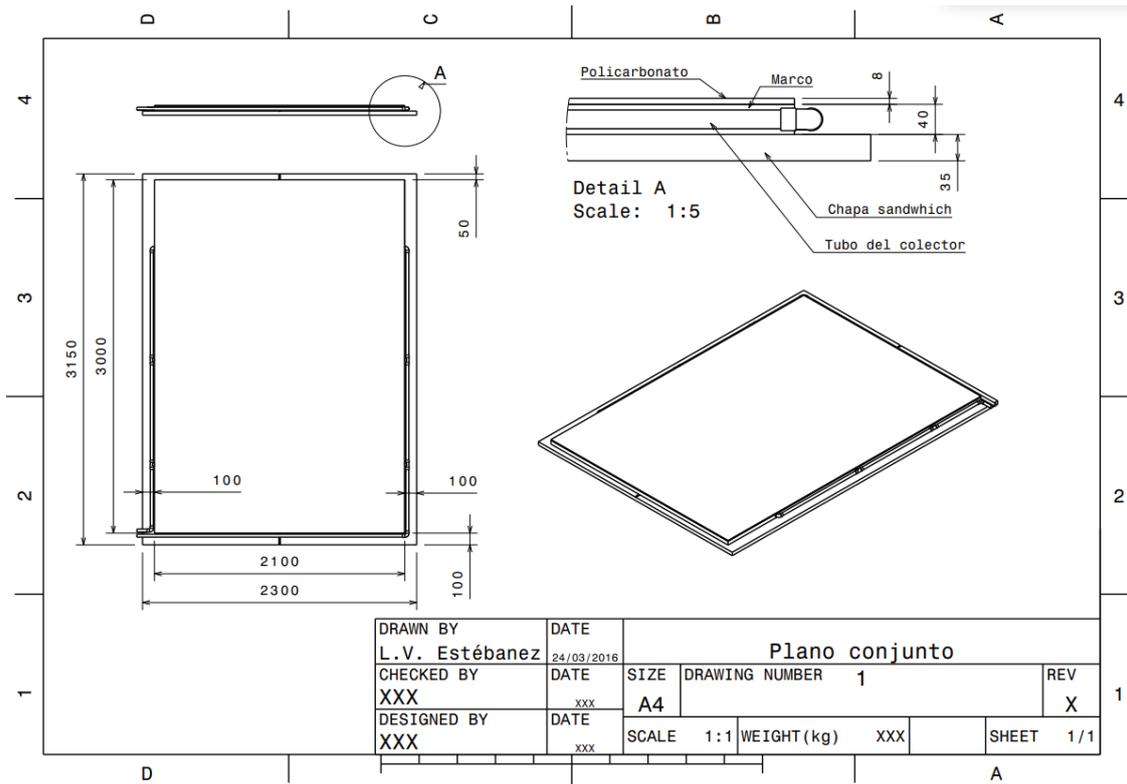


Figura 14 Uno de los planos que conforman la documentación técnica.

2.3.1.7. Prototipo

Se adquirieron los materiales y se construyó un prototipo de acuerdo al diseño realizado. Como es habitual la elaboración del prototipo dio lugar a reajustes en el diseño. Finalmente resultó en un sistema funcional y útil.



Figura 15 Prototipo instalado



Capítulo 3. Propuesta didáctica

3.2. Presentación de la propuesta

La propuesta que se presenta pretende ejemplificar el uso de la metodología *Scrum* en el aula. Para ello se propone un proyecto que se desarrollaría en la asignatura de Tecnología de 4º de ESO a lo largo de todo el curso. Durante la implantación se propone que Scrum no se utilice solamente para gestionar el proyecto, sino que sea la dinámica para toda la asignatura incluidos los contenidos ajenos al proyecto.

A la hora de plantear una temática para un proyecto de este tipo es importante en primer lugar que el tema sea motivante y relevante para el alumnado. Y en segundo lugar que abarque todos los contenidos que se quieren impartir.

3.2.1. Motivación de los alumnos

Por ello la temática que se plantea para el proyecto está relacionada con la piscina, que es un lugar de ocio y esparcimiento que todos conocen. Además, este proyecto es capaz de abarcar todo el currículo de 4º de ESO de Tecnología, y por es de dificultad afrontable con el nivel los contenidos y competencias que se deben impartir.

Como toda actividad didáctica debe haber un reto que se le plantea al alumno, normalmente el reto consiste en aprender algo, pero como se ha mencionado la ambición es que esta propuesta se asemeje a un proyecto de ingeniería, por eso a los alumnos se les planteará un reto de la vida real. En la piscina municipal, al aire libre, tiene lugar la diversión, el relax o el deporte, pero incluso en verano, cuando las piscinas se abren, la temperatura del agua no es de confort para el bañista y no le permiten disfrutar del baño. El reto es desarrollar con ayuda de la tecnología una solución para que el agua de la piscina esté más caliente y poder disfrutarla mucho más tiempo.

Como se menciona en el contexto este reto puede ser especialmente motivante en el caso de un instituto rural, con colaboración con el ayuntamiento para implementar el sistema en la piscina municipal.

3.2.2. Inclusión de contenidos

El proyecto de desarrollo de un panel solar inteligente de bajo coste para calentar piscinas es idóneo para la asignatura de Tecnología de 4º de ESO. Incluye una parte de instalaciones en viviendas, un circuito hidráulico, un circuito electrónico de control, la programación de un microcontrolador y de una página web. Es decir que permite trabajar contenidos de todos los bloques temáticos que forman parte del currículo. De este modo se podrán ir desarrollando esas diferentes partes a lo largo que avanza el



curso. En un apartado próximo se explicará con precisión cuales son los contenidos incluidos en el currículo oficial.

3.3. Marco legislativo de aplicación

La presente propuesta educativa está diseñada para su aplicación en la asignatura de Tecnología de 4º de ESO en la comunidad autónoma de Castilla y León. Por ello está sujeta a las siguientes normativas:

- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria
- Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

3.4. Contexto educativo

3.4.1. Curso y asignatura

Este proyecto se adapta al contenido curricular de Tecnología de 4º de ESO de Castilla y León.

La asignatura de Tecnología es una materia troncal optativa en la Opción de Enseñanzas Aplicadas (LOMCE, 2013). Es decir, aparte de las troncales comunes los alumnos de Enseñanzas Aplicadas pueden elegir entre “Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional”, “Iniciación a la Actividad Emprendedora” y “Tecnología. De las dos que elijan entre estas se imparten 4 horas semanales.

3.4.2. Los alumnos

Como se ha dicho este proyecto va dirigido a alumnos de 4º de ESO. Esta es una edad (15-16 años) en la que los alumnos están en la adolescencia. Es una etapa en que tienden a ser más extrovertidos, buscan la autoafirmación de la personalidad, y tienen alta autoestima, ... En este nivel académico se suele intensificar el abandono escolar, y por ello es importante la motivación de los alumnos.

Además 4º de la ESO es un curso clave en cuanto a la orientación laboral, por lo tanto, puede ser realmente ilustrativo que los alumnos realicen un proyecto del mundo real de cara a elegir el rumbo académico.



3.4.3. Centro

Este proyecto puede llevarse a cabo en cualquier centro de educación secundaria, independientemente de que sea público, concertado o privado. Es cierto que unas mejores instalaciones, acceso a materiales de bricolaje y a herramientas puede permitir una mejor experiencia para la construcción de prototipos y ensayos. Afortunadamente la propuesta educativa que se presenta se puede adaptar en envergadura, presupuesto y nivel según la situación.

3.4.4. Municipio

Como se ha introducido, el proyecto consiste en el desarrollo de un proyecto de diseño de un panel solar para calentar piscinas. Como todo proceso de diseño tecnológico es necesaria la construcción de un prototipo, que en una situación ideal se debería poner a prueba en una piscina real. Por ello se plantea un contexto ideal que permite esto:

Un centro rural de un municipio cuyo ayuntamiento apoye la propuesta educativa cediendo el acceso a la piscina municipal, aportando presupuesto o incluso mano de obra de algún empleado municipal.

No en vano se puede plantear la elaboración del prototipo a nivel laboratorio en un centro de características menos excepcionales elaborando un prototipo a escala menor, utilizando por ejemplo un pequeño tanque de agua en vez de una piscina.

3.5. Competencias

Desde el marco legal se insta a que la educación esté orientada a la obtención de las competencias clave, y que estas estén muy relacionadas con los objetivos. La selección de los contenidos y las metodologías debe asegurar el desarrollo de las competencias clave a lo largo de la vida académica (Arribas Almiñana, 2015). En el caso de esta propuesta se trabajarán las siguientes competencias claves.

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología:
La propuesta que se presenta profundiza en la segunda parte de competencias básicas de ciencia y tecnología. Incidiendo principalmente en los Sistemas tecnológicos “derivados, básicamente, de la aplicación de los saberes científicos a los usos cotidianos de instrumentos, máquinas y herramientas y al desarrollo de nuevas tecnologías asociadas a las revoluciones industriales. Son componentes básicos de esta competencia: conocer la producción de nuevos materiales, el diseño de aparatos industriales, domésticos e informáticos, así como su influencia en la vida familiar y laboral”.
- Competencia digital:
“Es aquella que implica el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación” Desde la presente propuesta educativa se



trabajaré de forma específica en la etapa de estado del arte en que se realizará una investigación en internet. En etapas posteriores se elaborará documentación utilizando varios paquetes de software. Por último, es parte del proyecto construir una página web que se conecta a un microcontrolador a través de internet.

- Aprender a aprender:

Esta competencia se trabaja gracias al uso de la metodología *Scrum*. “Esta exige la capacidad de motivarse por aprender. Esta motivación depende de que se genere la curiosidad y la necesidad de aprender, de que el estudiante se sienta protagonista del proceso y del resultado de su aprendizaje”.

- Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor:

Esta propuesta educativa pretende desarrollar esta competencia trabajando varias capacidades o destrezas como la capacidad creadora y de innovación, la capacidad para gestionar proyectos, la capacidad de trabajo en equipo y el sentido de responsabilidad.

3.6. Objetivos de la propuesta

3.6.1. Objetivos de Educación Secundaria Obligatoria

De entre los objetivos que el Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, establece para la etapa de ESO. Esta propuesta se centra en tres:

- Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.
- Concebir el conocimiento científico como un saber integrado que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.
- Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.

3.6.2. Objetivos de la materia de Tecnología

De acuerdo al Anexo II del Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, se establecen 8 objetivos para la materia de Tecnología. Esta propuesta educativa trabaja todos ellos:

1. Abordar con autonomía y creatividad, individualmente y en grupo, problemas tecnológicos trabajando de forma ordenada y metódica para estudiar el problema, recopilar y seleccionar información procedente de distintas fuentes,



elaborar la documentación pertinente, concebir, diseñar, planificar y construir objetos o sistemas que resuelvan el problema estudiado y evaluar su idoneidad desde distintos puntos de vista.

2. Disponer de destrezas técnicas y conocimientos suficientes para el análisis, intervención, diseño, elaboración y manipulación de forma segura y precisa de materiales, objetos y sistemas tecnológicos.
3. Analizar los objetos y sistemas técnicos para comprender su funcionamiento, conocer sus elementos y las funciones que realizan, aprender la mejor forma de usarlos y controlarlos y entender las condiciones fundamentales que han intervenido en su diseño y construcción.
4. Expresar y comunicar ideas y soluciones técnicas, así como explorar su viabilidad y alcance utilizando los medios tecnológicos, recursos gráficos, la simbología y el vocabulario adecuados.
5. Adoptar actitudes favorables a la resolución de problemas técnicos, desarrollando interés y curiosidad hacia la actividad tecnológica, analizando y valorando críticamente la investigación y el desarrollo tecnológico y su influencia en la sociedad, en el medio ambiente, en la salud y en el bienestar personal y colectivo.
6. Comprender las funciones de los componentes físicos de un ordenador, así como su funcionamiento y formas de conectarlos. Manejar con soltura aplicaciones informáticas que permitan buscar, almacenar, organizar, manipular, recuperar y presentar información, empleando de forma habitual las redes de comunicación.
7. Asumir de forma crítica y activa el avance y la aparición de nuevas tecnologías, incorporándolas al quehacer cotidiano.
8. Actuar de forma dialogante, flexible y responsable en el trabajo en equipo, en la búsqueda de soluciones, en la toma de decisiones y en la ejecución de las tareas encomendadas con actitud de respeto, cooperación, tolerancia y solidaridad.

3.6.3. Objetivos específicos de la propuesta educativa

Para el desarrollo de la propuesta didáctica es necesario tener como referencia unos objetivos concretos y claros que sirvan como referencia en primer lugar para el propio diseño, en segundo lugar, durante la implementación en el aula y finalmente para evaluar la eficacia del proyecto según se hayan alcanzado estas metas.

3.6.3.1. Motivación de los alumnos

El primer objetivo que se quiere conseguir con la aplicación de este proyecto, es el aumento de la motivación de los alumnos. Dicho objetivo se quiere lograr entregando la iniciativa del proceso educativo al alumno mediante la metodología *Scrum*.



3.6.3.2. Aprendizaje significativo

En segundo lugar, se propone un objetivo de conseguir que el aprendizaje sea significativo. Este objetivo se pretende afrontar fomentando el aprendizaje por descubrimiento. La propia metodología va a permitir que se establezcan metas a corto plazo, y se pretende que los alumnos sean quienes propongan, basándose en lo que ya saben, lo que necesitan aprender para poder avanzar el proyecto hacia la meta marcada. Ellos mismos podrán investigar para adquirir los conocimientos hasta cierto punto, y el docente es el encargado de apoyar el descubrimiento cuando el alumno no puede avanzar (López Guerrero, 2012) “Se trata de que el grupo descubra por sí mismo el aprendizaje, de forma que, al vivir la experiencia de descubrirlo, el aprendizaje se convierte en significativo y, por tanto, lo que el grupo descubre, ya no es necesario que lo descubra el formador”

3.6.3.3. Pensamiento lógico y crítico

Una de las bases de la metodología *Scrum* es que los propios miembros del equipo son quienes toman decisiones. En esta adaptación de la metodología al aula se propone que los alumnos puedan tomar decisiones como: cuál es el siguiente paso para el proyecto, qué etapas son las siguientes que se deben seguir, elegir materiales en función de sus propiedades y su coste, en qué tareas se puede dividir una tarea más grande, etcétera. Para ello deberán establecer de forma crítica las ventajas y desventajas de cada decisión y argumentar, tomando las decisiones con lógica.

3.6.3.4. Curiosidad y creatividad

Como se ha comentado en la justificación, con frecuencia los trabajos de Tecnología suelen consistir en seguir unas pautas, dados unos materiales, para llevar a cabo una construcción. La propuesta que se presenta da la posibilidad de que los alumnos puedan trabajar hacia un objetivo sin unas guías establecidas, es decir que exige el pensamiento “fuera de la caja”. Esto es el ejercicio puro de la creatividad, que como explica (Párraga Martínez, 2020) “La creatividad ha sido entendida como una habilidad de determinados seres humanos para resolver con originalidad y fluidez diferentes situaciones que se presentan en un momento concreto”.

3.6.3.5. Autogestión y trabajo en equipo

Es habitual que los proyectos de la materia de Tecnología se realicen trabajando en equipos. Con frecuencia en las metodologías cooperativas se suelen atribuir roles a los miembros como secretario, portavoz, coordinador, controlador, ... En este caso *Scrum* se puede entender como una manera concreta de llevar a cabo una metodología de aprendizaje cooperativo. En concreto se caracteriza por ceder a los miembros la gestión del propio equipo y la toma de decisiones. De forma inevitable se trabajarán las habilidades de trabajo en equipo durante la realización del proyecto.



3.7. Contenidos

En la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, publicada en el Boletín Oficial de Castilla y León se incluye la relación de contenidos que los estudiantes deben adquirir para completar el curso.

La introducción de dicho documento oficial deja manifiesta la ambición de esta asignatura de fomentar en los alumnos la capacidad de usar el ingenio, el emprendimiento y la habilidad humana para dar respuesta a una necesidad, un anhelo o una idea. Es por ello que los contenidos y competencias pretenden dar herramientas variadas al alumno para solucionar necesidades y problemas de la vida real.

Los contenidos se dividen en seis bloques (Orden EDU/362, 2015):

- «Tecnología y sociedad», contenidos que permiten conocer el desarrollo tecnológico a lo largo de la historia y su repercusión en el día a día.
- «Instalaciones en viviendas». Este bloque trata de enseñar las instalaciones características de una vivienda (componentes, funcionamiento, correcto mantenimiento y consumo energético responsable), señalando como básicas la instalación eléctrica, abastecimiento de agua, saneamiento, calefacción, gas y domótica. Asimismo, proporciona conocimiento sobre la simbología que se utiliza en dichas instalaciones y el ahorro energético.
- «Electrónica». En este bloque se proporcionan al alumno los conocimientos básicos de la electrónica analógica (componentes y simbología), analizando circuitos elementales, y de la electrónica digital, aplicando el álgebra de Boole a problemas sencillos de puertas lógicas.
- «Control y Robótica». Los contenidos de este bloque permitirán mostrar al alumno los distintos sistemas automáticos y sus componentes, las características básicas de un robot y los programas para su control.
- «Neumática e Hidráulica», que proporciona los conocimientos para analizar sistemas neumáticos e hidráulicos: componentes, simbología y principios físicos de funcionamiento.
- «Tecnologías de la información y la comunicación». En este bloque se desarrollan contenidos vinculados a la crucial importancia que suponen hoy las TIC en la sociedad. En particular, la necesidad de tratar la información, almacenarla y transmitirla. El actual desarrollo de las telecomunicaciones hace necesario el conocimiento de los distintos tipos de comunicación tanto cableada como inalámbrica.

Además de listar los temas, el documento realiza unas recomendaciones que concuerdan con lo que se propone en este trabajo, *“Siempre que se pueda, se aplicarán metodologías activas en las que el protagonista del proceso enseñanza-aprendizaje sea el propio alumno y no el profesor ni los contenidos que se vean en cada momento”, “Es importante crear unos hábitos de comportamiento en el espacio de*



trabajo y organizar las tareas entre los distintos miembros del grupo para poder tener controlado el proceso en todo momento tanto por parte de los alumnos como del profesor.”

En resumen, se puede decir que la propuesta se adapta a las exigencias curriculares y las recomendaciones de la documentación oficial.

Los criterios de evaluación de cada bloque de contenido, y los estándares de aprendizaje evaluables también vienen concretados en el Boletín Oficial de Castilla y León.

Además, con la aplicación de la metodología *Scrum* estos criterios de evaluación serán protagonistas formando parte del *Product Backlog* como requisitos que el *Product Owner* (el profesor) pone a los alumnos. Estos requisitos se verán traducidos a tareas concretas y de esta forma se asegura que cada uno de estos estándares de aprendizaje están siendo evaluados a lo largo del curso.

Se puede encontrar la lista de criterios de evaluación de Tecnología de 4º de ESO en la ya citada Orden EDU/362/2015 publicada en el Boletín Oficial de Castilla y León.

3.8. Metodología, *Scrum* adaptada a educación

Para determinar la metodología para estas propuestas se han revisado numerosas fuentes con adaptaciones diferentes, se puede concluir que como materias y niveles diferentes implican contenidos y actividades muy diferentes, por eso cada una de las propuestas que se pueden encontrar en la bibliografía tiene particularidades adaptadas a la situación.

De ese mismo modo, para este trabajo se realiza una adaptación que se ajuste a la propuesta educativa que se realiza en este trabajo, y cuyas características se presentan a continuación.

Como se ha podido ver en el apartado que habla de *Scrum* en el ámbito de desarrollo software, no hay ninguna gran barrera que impida llevar esta metodología al aula. Simplemente hay que adaptar quién llevaría a cabo cada uno de los roles, cómo se establecerían los diferentes eventos, cómo se llevaría a cabo la gestión visual en el aula, disposición de los alumnos en la clase, etc.

3.8.1.1. El aula

El proyecto puede requerir que los alumnos trabajen en la clase habitual, en el taller de tecnología o en una sala de ordenador, pero en todo caso los alumnos deberán sentarse junto a su equipo ya que la metodología requiere una comunicación continua. En el aula habitual moverán las mesas para estar colocados como se puede ver en la siguiente imagen.

En las paredes del aula estarán colocados los paneles de *Scrum*, de los que se hablará más adelante. Deberá haber uno de esos paneles por cada equipo de alumnos. Los alumnos de cada equipo se reunirán frente a su panel al inicio de cada clase para realizar la reunión de *Scrum*, que también se explicará más adelante.

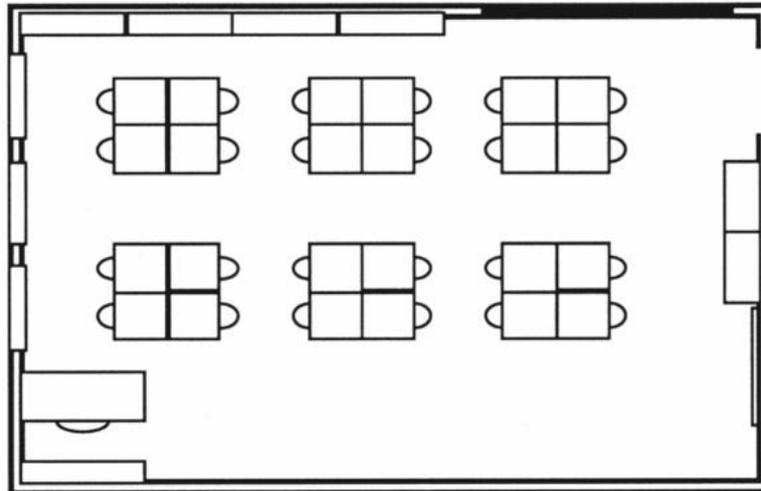


Figura 16 Posible distribución del aula para trabajo en el proyecto

3.8.1.1. Roles

El docente: Product Owner

Como se ha explicado en un proyecto profesional, el *Product Owner* es una persona de la empresa que conoce perfectamente al cliente y lucha por priorizar el cumplimiento de los requisitos del *Producto*. Esto lo hace reuniéndose con el equipo al final de cada *Sprint*, y dando el visto bueno a los avances que se ha hecho en el *Producto* desde la anterior reunión.

En la adaptación a la educación este papel no lo puede hacer otro que el docente. Igual que un cliente impone los requisitos el docente define estándares de aprendizaje y requerimientos del proyecto. El profesor tiene la visión del proyecto con todos los requisitos de lo que se quiere hacer, y lo más importante conoce el cliente.

En una empresa el *Product Owner* valida o rechaza lo que se le presenta en las reuniones de *Sprint*. De ese mismo modo el profesor también tiene que establecer los criterios para la evaluación del trabajo de los alumnos.

Los alumnos: Team o Equipo de desarrollo

En este aspecto no dista demasiado de la metodología de trabajo cooperativo habitual. Los alumnos estarán distribuidos por equipos y tendrán unos roles. Eso sí, los equipos deben cumplir unas condiciones:

1. Multifuncionalidad

Que no haya perfiles similares en el mismo equipo para favorecer que unos alumnos aprendan de los otros. El profesor se encargará de formar los equipos. Esta elección no debe ser al azar, son equipos heterogéneos elegidos por el tutor estratégicamente como indica el siguiente diagrama:

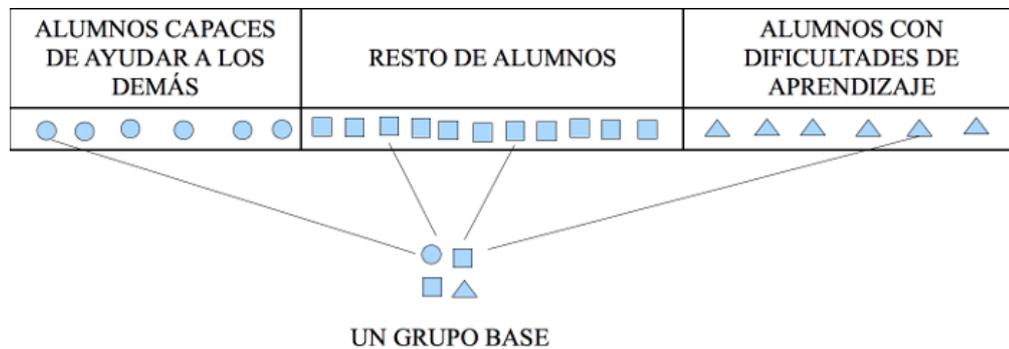


Figura 17 Diagrama de confección de equipos heterogéneos. Fuente Eduforics (2016)

Sobre todo, si el profesor no conoce a los alumnos al principio del curso puede ser interesante pedir a los alumnos que se autocalifiquen en varios parámetros. Por ejemplo, capacidad de tener en cuenta los sentimientos de los demás, disfrutar las matemáticas, gusto por hacer trabajos bonitos estéticamente, capacidad para ayudar a los demás, etc. Y formar los equipos en base a esa información.

Delhij, (2015) concreta que no sólo hay que tener en cuenta las habilidades de cada miembro, hay que evitar las relaciones de amistad para favorecer la creación de nuevos vínculos y para que haya más puntos de vista.

2. Autoorganizado

El docente marca los requisitos o entrega las tareas a realizar, y el equipo tiene que organizarlas y llevarlas a cabo en el tiempo previsto. Como se ha explicado el equipo negocia ese compromiso con el docente.



3. Autonomía

Los equipos deberán poder trabajar de forma autónoma durante el tiempo que dura el *Sprint*.

4. Tamaño del equipo

A nivel profesional se indican tamaños de entre 3 y 9 personas, pero a nivel educativo lo más indicado es 4 o 5 miembros.

5. Responsabilidad de grupo:

Todos trabajan para cumplir el mismo objetivo, de forma que el éxito o fracaso es del equipo, no individual. Otra cosa es la nota que los alumnos vayan a llevar en su boletín.

Alumno o docente: El Scrum Master

Esta persona debe ser un gran conocedor de la metodología y trabaja por que se utilice correctamente. Esto no quiere decir aplicarla a rajatabla si no adaptarla de forma hábil y ajustada a las necesidades. Además, tiene el papel de resolver los problemas o conflictos que puedan ocurrir en el desarrollo del proyecto.

Inevitablemente el profesor llevará también este papel al inicio del proyecto, cuando la metodología aún no está interiorizada por los alumnos. Sin embargo, si se considera oportuno, cuando los fundamentos de la metodología están adquiridos, es factible dar esta responsabilidad a un miembro de cada equipo como se hace en los ámbitos profesionales.

Este rol se encarga de que el método funciones de manera óptima, aunque hay que tener claro que no se trata de un jefe ni un líder, si no de alguien que se preocupa por que se cumpla el método.

3.8.1.2. Eventos: Dinámica de la clase

El tiempo se divide en periodos llamados *Sprint* de duración entre una y tres semanas que pueden ir variando en su duración según se establezca en la reunión, como se indica en la figura 18. Estos *Sprint* están delimitados por una Reunión de *Sprint* que indica el final de un *Sprint* y el comienzo del siguiente.



Figura 18 Concatenación de Sprints. Tomado de Vila Grau, 2017, Proagilist. <https://proagilist.es/>

En estas reuniones cada equipo se reúne con el *Product Owner* (el profesor) y se realizan dos cosas:

1. Los miembros del equipo negocian con el *Product Owner* unos requisitos que se deberán alcanzar para la siguiente reunión. Estos pueden ser tanto avances en el proyecto del panel solar como aprendizajes que deben realizar. En el caso del proyecto puede consistir en entregar un informe, una documentación o realizar una presentación del estado del proyecto. En el caso de los aprendizajes se puede tratar de exámenes.
Lo importante es que para cada requerimiento queden fijados unos criterios de aceptación, que en el aula se convierten en criterios de evaluación. Los equipos utilizarán estos criterios para ver la calidad de su trabajo.
2. Al final de cada *Sprint* se evalúa lo que se ha entregado *Sprint* anterior. Esta evaluación no tiene por qué ser individual del docente, puede realizarse evaluación grupal, autoevaluación o evaluación por pares.

Al comienzo del *Sprint* los equipos definen las tareas que serán necesarias para alcanzar los requisitos y establecen unas prioridades.

A diario se realiza una Reunión de *Scrum*, que es una reunión muy breve de aproximadamente 5 minutos. En el ámbito profesional suele realizarse de pie, por eso en algunos casos se llama Reunión de Pie o *Briefing*.

En estas reuniones, cada uno de los integrantes responde tres preguntas:

1. ¿Qué he realizado desde la clase o sesión anterior?
2. ¿Qué voy a realizar en esta sesión?
3. ¿Qué obstáculos está habiendo para avanzar hacia el objetivo?

En base a las respuestas, se definirán unas tareas que realizará cada integrante a lo largo de la sesión.

3.8.1.3. Panel de seguimiento

Se debe elaborar y colocar en las paredes del aula habitual o el taller de tecnología, un cartel de este tipo por cada equipo. Todo el trabajo necesario para cumplir los requisitos se dividirá en multitud de tareas. Cada una de las tareas estará escrita en un Post-it o una tarjeta y se colocará en el panel con el adhesivo del Post-it como se puede ver en la figura 19, también se puede utilizar una chincheta o imán.

Backlog	Sprint Backlog	In Progress	Done

Figura 19 Las 4 columnas de un panel de Scrum

El cuadro cuenta con 4 columnas:

1. **Product Backlog**

En el caso de un proyecto profesional estos son todos los objetivos finales que el cliente ha planteado para el proyecto. En el caso del uso de *Scrum* educativo para toda una asignatura, esta columna incluiría cada uno de los estándares de aprendizaje que aparecen en el BOCYL para esa asignatura. Evidentemente se puede hacer por trimestres, o unidades, para que no haya demasiada información en el panel.

El *Product Owner* es el responsable de establecer estos objetivos y de que tengan una prioridad, un orden en el que se deben trabajar.

2. **Sprint Backlog**

Estas son las tareas que se han establecido para realizar durante un *Sprint*. Durante la reunión de *Sprint*, el equipo de alumnos junto con el profesor, convierte los grandes requisitos del *Product Backlog* en tareas. El equipo puede subdividirlas, creando varios post-it nuevos que sustituyen a uno anterior. De esta forma pueden organizar mejor el trabajo de cada uno. Estas tarjetas pueden contener

información como el tiempo estimado que se necesita para realizar la tarea, la prioridad alta, media o baja que tiene, etc. También se puede incluir cómo van a ser evaluadas.

3. In Progress

Cada día, durante la breve Reunión de *Scrum* cada miembro asume una tarea pasándola del *Sprint Backlog* al estado “En proceso”. No todas las tareas tienen la misma envergadura, puede ser que una dure varios días, o que en un mismo día se lleven a cabo varias tareas.

4. Done

Cuando una tarea es finalizada se pasa a esta columna.

En general el objetivo de este panel es aportar un aspecto visual de cuánto está hecho y cuánto queda por hacer.

Este panel es útil para los alumnos, pero también para el docente que puede seguir el ritmo de trabajo de cada grupo. Puede ser muy útil usar paneles de este estilo para gestionar las tareas en el aula, incluso incorporando las tareas de varias asignaturas, para así dar la idea a los profesores de cuánta carga de trabajo tienen los alumnos, y ayudar al alumno a gestionar las tareas pendientes.

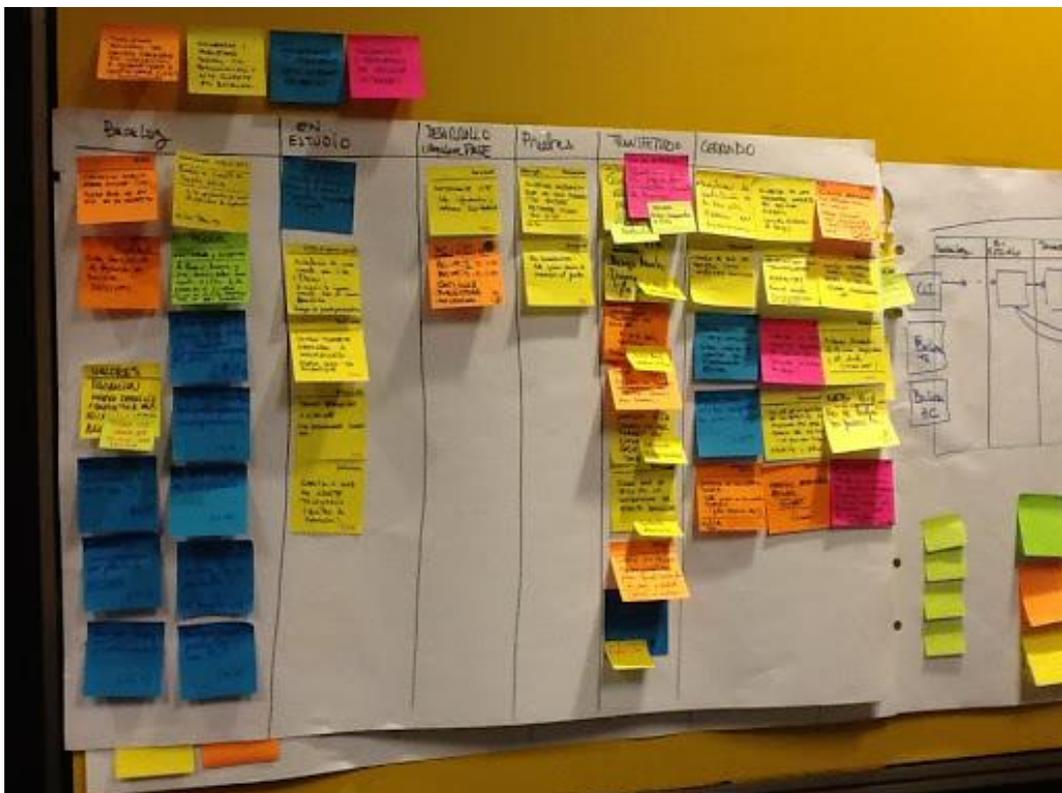


Figura 20 Aspecto de un panel Scrum real. Tomado de Vázquez, 2012, Gestión de proyectos IT.
<http://www.gestiondeproyectosit.es>



El panel de *Scrum* puede tener un aspecto similar al de la figura 20. El *Scrum* Máster es el encargado de mantener en orden el panel y que los post-it tengan la información pertinente.

3.9. Temporalización

La implantación del proyecto del panel solar como hilo conductor de la asignatura de Tecnología de 4º de ESO requiere un determinado orden de los contenidos a lo largo del curso. Seguir un determinado orden es importante para que los alumnos tengan algunas informaciones clave en determinadas etapas del proyecto. Por ejemplo, es de interés impartir el bloque de tecnología y sociedad, y el de instalaciones en viviendas al inicio del curso mientras los alumnos están comenzando el proyecto, para que tengan un mejor contexto. El orden previsto es el siguiente:

1ª Evaluación:

- Bloque 2. Instalaciones en viviendas
- Bloque 5. Neumática e hidráulica

2ª evaluación:

- Bloque 1. Tecnologías de la información y de la comunicación
- Bloque 3. Electrónica

3ª evaluación:

- Bloque 4. Control y robótica
- Bloque 6. Tecnología y sociedad

Además, hay contenidos que no se impartirán en su bloque si no que por necesidades del proyecto se impartirán antes para habilitar determinadas competencias que son necesarias. Por ejemplo, el bloque de Tecnologías de la información y la comunicación incluye “Emplear herramientas de diseño asistido por ordenador para elaborar representaciones de objetos”. Ese contenido es necesario para realizar el diseño mecánico del panel solar, sin embargo, el resto del bloque no es necesario para ese apartado. Es por eso que en la tabla de temporización se pueden observar requisitos académicos que no cuadran con el bloque temático indicado.

Como se ha comentado en apartados previos, la metodología *Scrum* funciona sin una planificación de fases del proyecto, de forma que el cliente va planteando requisitos a corto plazo y se va avanzando de forma iterativa. Esto no quiere decir que en el curso se vaya a avanzar de forma desordenada o aleatoria. El profesor, que tiene el rol de *Product Owner*, sí cuenta con una planificación que irá imponiendo a través de los requisitos que va marcando en cada *Sprint*. De todas las maneras *Scrum* se caracteriza por la flexibilidad para adaptarse a cambios en el plan, por ello la planificación que se presenta en la tabla es orientativa.



De acuerdo a lo indicado por el Ministerio de Educación hay 168 días de clase al año en educación secundaria, que se convierten en aproximadamente 37 semanas en el calendario (no todas completas). Se realiza la planificación considerando *Sprints* de 2 semanas. Aunque como se ha explicado esta duración puede variar según las necesidades y la exigencia de los requisitos del *Product Owner*. Las 4 horas lectivas a la semana se podrán distribuir entre la teoría que en la tabla es llamada como “Requisitos académicos” y la práctica que en la tabla es llamada “Requisitos de proyecto”.

Para establecer una temporización no se van a definir fechas concretas sobre el calendario, ya que en el ámbito educativo hay multitud de imprevistos, además esta planificación debe ser útil para varios años.

Primera evaluación

Durante la primera semana del curso, denominada *Sprint 0* en la siguiente tabla, se introducirá el curso, se enseñará a los alumnos el funcionamiento de la metodología y se introducirá el proyecto de ingeniería del calentamiento de una piscina, el problema que hay que resolver y los requerimientos y limitaciones que hay para ello.

Se comenzará impartiendo los contenidos del bloque de instalaciones en viviendas que son un buen contexto para comenzar a estudiar el estado del arte de los sistemas de calentamiento de agua. Posteriormente se profundizará en los sistemas solares y finalmente se realizará un análisis para ver qué tecnología es la más adecuada para comenzar el proyecto.

En la segunda parte de la primera evaluación se imparten los contenidos del bloque de hidráulica y neumática. En el proyecto se comienza la conceptualización del sistema que se quiere diseñar, de qué subsistemas se compone y realizar una estimación groso modo de los costes. Hecho esto se comenzará el diseño mecánico empezando por los materiales para construir el colector solar y sus dimensiones. Y también el diseño del circuito hidráulico aprovechando que se están adquiriendo los conocimientos para ello.

Aunque no pertenezca al bloque temático se comenzará a impartir el tema de diseño asistido por ordenador, que será necesario para el proyecto.

Segunda evaluación

Se impartirá el bloque de Tecnologías de la información y la comunicación. Este bloque es interesante para adquirir conocimientos sobre comunicaciones inalámbricas e internet, que serán necesarios para el proyecto. En el proyecto sin embargo se continuará con el diseño mecánico, dibujando en CAD todos los elementos. Se establecerá la lista de materiales necesarios para el prototipo y finalmente se comenzará a trabajar en él. A partir de que se comienza a trabajar en el prototipo se



irá desarrollando a lo largo de todos los *Sprint*, de forma que todos tengan unos requisitos de proyecto orientados a que la construcción avance.

En la segunda parte de esta segunda evaluación se impartirá el bloque temático de electrónica. Se mezclará con contenidos de robótica y control, para adquirir los conocimientos necesarios para comenzar con la conceptualización del control del sistema. Este se realizará con Arduino o cualquiera de los microcontroladores que lo imitan. No es el primer contacto que los alumnos tienen con la programación, ya que en Tecnología de 1º y 3º es materia curricular. De todas las maneras es muy sencillo el nivel de programación que se requiere.

Tercera evaluación

Se impartirá el tema de control y robótica que será una continuación del bloque anterior, ya que como se ha explicado se necesita adelantar algunos conceptos de este bloque en la evaluación anterior. En el proyecto se seguirá avanzando sobre todo en la programación tanto del microcontrolador como de la página web.

Por último, se impartirá el bloque de Tecnología y Sociedad, que coincidirá con el final del proyecto. En estos últimos *Sprints* se cerrará el proyecto, generando la documentación técnica final, el manual de usuario y una presentación final de los resultados obtenidos.

TEMPORIZACIÓN				
Evaluación	Bloque	Sprint	REQUISITOS ACADÉMICOS	REQUISITOS DE PROYECTO
1ª EVALUACIÓN	Introducción	Sprint 0	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción al curso. • Aprender el funcionamiento de la metodología <i>Scrum</i>. • Formar los equipos y elaborar paneles de seguimiento de <i>Scrum</i>. • Introducción al proyecto de calentamiento de una piscina. Presentación del problema y los requerimientos. 	
	INSTALACIONES EN VIVIENDAS	Sprint 1	Diferencia las instalaciones típicas en una vivienda. Interpreta y maneja simbología de	ESTADO DEL ARTE Investigación de las tecnologías existentes para calentamiento de agua. Análisis de características principales, sus ventajas y desventajas.



TEMPORIZACIÓN					
Evaluación	Bloque	Sprint	REQUISITOS ACADÉMICOS	REQUISITOS DE PROYECTO	
			instalaciones eléctricas, calefacción, suministro de agua y saneamiento, aire acondicionado y gas.	Investigación de tecnologías solares térmicas. Análisis de principales características. En qué entornos se utilizan	
		Sprint 2	Diseña con ayuda de software instalaciones para una vivienda tipo con criterios de eficiencia energética.		Elaboración de informe y presentación a la clase.
		Sprint 3	Propone medidas de reducción del consumo energético de una vivienda.	CONCEPTUALIZACIÓN	Elaboración de análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades.
					Elección de la tecnología más adecuada a requerimientos. Investigación en funcionamiento de esa tecnología.
		Sprint 4	Describe las principales aplicaciones de las tecnologías hidráulica y neumática.		Conceptualización del funcionamiento del sistema. Separación del sistema en subsistemas mecánico, eléctrico, hidráulico, ...
			Identifica y describe las características y funcionamiento de sistemas hidráulicos.		Análisis y estimación de precios de cada parte. ¿Cuánto se puede gastar en cada parte aproximadamente para ajustarnos al presupuesto fijado?
	Sprint 5	Emplea la simbología y nomenclatura para representar circuitos cuya finalidad es la de resolver un problema tecnológico.	DISEÑO MECÁNICO	Análisis de formas de absorción de calor y de pérdidas de calor en una piscina y en el panel solar. Diferenciar a qué cosas hay que prestar atención a la hora de diseñar	
				Realización de bocetos del panel solar.	
	Sprint 6	Realiza montajes de circuitos sencillos neumáticos e hidráulicos bien con componentes reales o mediante simulación		Investigación y elección de los materiales. Adquisición de muestras y ensayos.	



TEMPORIZACIÓN				
Evaluación	Bloque	Sprint	REQUISITOS ACADÉMICOS	REQUISITOS DE PROYECTO
2ª EVALUACIÓN	TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN		Utilizar equipos informáticos y emplear herramientas de diseño asistido por ordenador para elaborar representaciones de objetos, planos o esquemas técnicos.	Dimensionamiento, ¿De qué tamaño debe ser la base? ¿Cuántos metros de tubería puede contener?
		Sprint 7	Describe los elementos y sistemas fundamentales que se utilizan en la comunicación alámbrica e inalámbrica.	Análisis de localización del panel, orientación, inclinación.
			Describe las formas de conexión en la comunicación entre dispositivos digitales.	Dibujo del diseño propuesto para el panel en el ordenador en un software de CAD.
		Sprint 8	Localiza, intercambia y publica información a través de Internet empleando servicios de localización, comunicación intergrupar y gestores de transmisión de sonido, imagen y datos.	Diseño de circuito hidráulico para mover el agua a través del panel solar. Dibujar esquemas con la simbología adecuada.
				Elaborar lista de elementos necesarios para prototipo.
		Sprint 9	Analiza el funcionamiento de automatismos en diferentes dispositivos técnicos habituales, diferenciando entre lazo abierto y cerrado. Analiza el funcionamiento de automatismos en diferentes dispositivos técnicos habituales, diferenciando entre lazo abierto y cerrado.	Elaboración de documentación para prototipo
			Desarrolla un sencillo programa informático para resolver problemas utilizando un lenguaje de programación.	Construcción de prototipo.



TEMPORIZACIÓN				
Evaluación	Bloque	Sprint	REQUISITOS ACADÉMICOS	REQUISITOS DE PROYECTO
	ELECTRÓNICA	Sprint 10	Describe el funcionamiento de un circuito electrónico formado por componentes elementales.	Investigación sobre sistema de control: en función del tiempo, en función de la temperatura, etc.
			Explica las características y funciones de componentes básicos: resistor, condensador, diodo y transistor.	Lista de materiales necesarios, sensores, interruptores, ...
		Sprint 11	Emplea simuladores para el diseño y análisis de circuitos analógicos básicos, empleando simbología adecuada.	Construcción de prototipo.
			Realiza el montaje de circuitos electrónicos básicos diseñados previamente.	Conceptualización del sistema de comunicación. ¿Qué elementos se necesitan?
		Sprint 12	Desarrolla un programa para controlar un sistema automático o un robot que funcione de forma autónoma en función de la realimentación que recibe del entorno.	Construcción de prototipo.
			Analiza sistemas automáticos, describiendo sus componentes.	Programación de microcontrolador.
		Sprint 13	Resuelve mediante puertas lógicas problemas tecnológicos sencillos.	Creación de página web.
				Construcción de prototipo.
				Programación de página web.
		Sprint 14	Relaciona planteamientos lógicos con procesos técnicos.	Conexión de página web con microcontrolador
	Construcción de prototipo.			
Sprint 15	Conoce las medidas de seguridad aplicables y las situaciones de riesgo en internet.			



TEMPORIZACIÓN					
Evaluación	Bloque	Sprint	REQUISITOS ACADÉMICOS	REQUISITOS DE PROYECTO	
	TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD	Sprint 16	Interpreta las modificaciones tecnológicas, económicas y sociales en cada periodo histórico ayudándote de documentación escrita y digital.	Programación de controlador y web.	
				Programar web, aspecto visual.	
				Construcción de prototipo y ensayos.	
		Sprint 17	Analiza objetos técnicos y su relación con el entorno, interpretando su función histórica y la evolución tecnológica.	Presentación de documentación técnica y manual de usuario.	
				Construcción de prototipo y ensayos.	
		Sprint 18	Elabora juicios de valor frente al desarrollo tecnológico a partir del análisis de objetos, relacionado inventos y descubrimientos con el contexto en el que se desarrollan.	ENTREGA	Presentación de documentación técnica y manual de usuario.
					Ensayo final de funcionamiento.
Presentación de resultado final.					
Interpreta las modificaciones tecnológicas, económicas y sociales en cada periodo histórico ayudándote de documentación escrita y digital.					

Tabla 1 Temporización de la propuesta educativa

3.10. Recursos

Los recursos necesarios para llevar a cabo la propuesta no son pocos, pero son fácilmente accesibles. En primer lugar, se hablará de recursos informáticos, que se ciñen a las instalaciones habituales en un instituto de secundaria de Castilla y León. En segundo lugar, se hablará de herramientas y materiales.

3.10.1. Recursos informáticos

Las instalaciones informáticas son necesarias en varias etapas.

- Escritura de documentos en Word online, de Office 365, disponible para todos los centros públicos de Castilla y León.
- Gestión de documentos y entregas a través de Teams, también disponible en todos los centros públicos de Castilla y León.



- Investigación, especialmente en la fase del estado del arte internet será la fuente de información más indicada, y los alumnos deberán tener acceso en durante las clases.
- Presentaciones en Power point, que también está incluido en office 365.
- Diseño CAD para dibujar los objetos en tres dimensiones. Se utilizará el software TinkerCAD, que se trata de un programa gratuito para fines educativos de la marca Autodesk.
- Programación, para la programación del microcontrolador se utilizará Arduino IDE que es gratuito. Para la programación web que se quiere hacer, se puede utilizar Sublime Text, que también es gratuito.

3.10.2. Recursos materiales

Los alumnos pueden decidir que materiales utilizar así que esta parte dependerá en buena medida de lo que decidan los alumnos. Hay que tener en cuenta que tienen un presupuesto limitado y que el profesor tiene el rol de *Product Owner*, de forma que tiene que dar su opinión y su consentimiento a la hora de tomar decisiones en el equipo. El papel del profesor en la toma de decisiones de los alumnos es evitar que se desvíen demasiado de una solución real, pero no evitar que se equivoquen, ya que es parte del aprendizaje. Además, los propios requerimientos del proyecto van a obligar a que los alumnos no salgan de unos determinados límites, es decir, van a necesitar construir un panel solar, van a necesitar un controlador electrónico y van a necesitar que esté conectado a internet.

Todas las herramientas que pueden ser necesarias se encontrarían habitualmente en el taller de tecnología de cualquier centro de secundaria:

- Destornillador
- Martillo
- Sierra para madera
- Sierra para metal
- Pistola de silicona termofusible
- Etc.

Si alguna operación de mayor riesgo como fuera necesaria, por ejemplo, realizar un taladro, se pediría al profesor que lo haga.

En cuanto a los materiales, se presenta a continuación una lista con posibles materiales que los alumnos podrían elegir. Es decir, no se trata de la lista de materiales que son necesarios si no de hacer una idea del tipo de materiales que pueden ser pedidos por los alumnos:

- Tablero de madera o aglomerado.
- Panel sándwich cona cero y poliuretano.
- Perfiles de plástico, aluminio o acero.



- Metacrilato o policarbonato
- Tuberías de PVC, polipropileno, etc.
- Codos, uniones en T, llaves, etc. Para las tuberías.
- Tornillos, tuercas, remaches y otros elementos de fijación mecánica.
- Bridas de plástico.
- Cables de diferentes espesores.
- Microcontrolador Arduino o sucedáneo con capacidad para conectarse a wifi.
- Relé
- Sensor de temperatura
- Interruptor
- Bomba de agua

3.1. Evaluación del aprendizaje

La evaluación de los alumnos con la metodología *Scrum* se realiza de la manera tradicional. Es decir, la evaluación de requisitos académicos puede consistir en entrega de trabajos y exámenes. Del mismo modo sucede con los requisitos de proyecto, que pueden ser entregas de documentación, presentaciones, etc.

La metodología que se propone implica que el alumno conoce perfectamente qué tiene que hacer y con qué criterio se le va a evaluar desde el inicio del *Sprint*. Con lo cual en caso de una entrega que va a ser evaluada con una rúbrica, esta se entregaría a principio del *Sprint*. Para conseguir aún un mayor protagonismo del alumno se plantea que con frecuencia se utilice evaluación por pares siempre con una rúbrica.

En cuanto a la importancia de los requisitos en la nota, se plantea que la evaluación de los alumnos se forme en un 50% por la evaluación de requisitos de proyecto y un 50% de requisitos académicos.

3.2. Atención a la diversidad

De acuerdo al Real decreto Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, se entiende que la atención a la diversidad consiste en responder a las necesidades educativas concretas del alumnado para que cada uno pueda conseguir las competencias básicas y los objetivos de la etapa, y evitar cualquier discriminación que pueda impedirlo.

En el contexto para el que esta propuesta se ha diseñado, no se hay alumnos con necesidades educativas especiales, por ello se proponen medidas de carácter general que atienden a la diversidad propia de cualquier grupo de alumnos. Todos los grupos cuentan con estudiantes con formas diferentes de pensar, sentir, aprender, diferentes estilos y ritmos.



Como se ha explicado la metodología *Scrum* implica el trabajo en equipos que deben construir de forma heterogénea, pero no aleatoria. Esto quiere decir que la confección de equipos se debe de hacer estratégicamente para conseguir sacar partido de la diversidad de cada alumno.

La metodología implica que en cada *Sprint* el *Product Owner* (profesor) se reúne individualmente con cada equipo para evaluar el trabajo del *Sprint* anterior y marcar los requisitos para el siguiente. Este trato pormenorizado por equipos es perfecto para poder tener en cuenta la diversidad. Se deben diferenciar aquellos requisitos que son más básicos para conseguir los objetivos y competencias de aquellos que son de ampliación y profundización, y graduar las dificultades para conseguir que todos alcancen la meta.

Una de las características de *Scrum* es la mayor independencia que tiene el alumno para gestionar el trabajo. Esto puede ser un arma de doble filo en los alumnos con más dificultades para tener una disciplina de trabajo. La metodología incluye herramientas para que cada equipo gestione las tareas de sus integrantes, pero habrá que prestar especial atención a esas personas.

En cuanto a la diversidad cultural, la forma de trabajo que se propone puede ser beneficiosa, ya que no es competitiva y los miembros de cada equipo trabajan codo con codo con un objetivo común.

3.3. Evaluación de la propuesta

Como hemos visto la metodología *Scrum* adaptada al ámbito educativo ya ha sido probada en proyectos de investigación educativa y se está utilizando con éxito, es decir, que no es una metodología experimental. Sin embargo, sí es necesario evaluar la propia propuesta para ver si se están logrando los objetivos planteados a lo largo del curso.

Los objetivos que se planteaban eran: aumentar la motivación, facilitar el aprendizaje significativo, propiciar el pensamiento lógico y crítico, promover la curiosidad y creatividad y trabajar las habilidades de trabajo en grupo y autogestión. No son variables cuantificables, es decir que no se pueden medir numéricamente. Pero eso no significa que no se pueda observar el impacto de la propuesta en ellas. Para ello se plantean varias herramientas. La estrategia es que la propuesta esté siendo evaluada constantemente para poder realizar cambios y reconducir si no está siendo eficaz para cumplir alguno de los objetivos.

Diario del profesor

Apuntar de forma diaria los eventos observados relacionados con cada uno de los objetivos. Apuntar también cosas que no funcionan y modificaciones posibles para



mejorar la propuesta de cara al futuro, o a repetir el proyecto en próximos años con mayor acierto.

Reuniones de Sprint

La metodología incluye que los miembros del equipo reflexionen sobre su trabajo a lo largo del anterior *Sprint*. No sólo su esfuerzo, si no las dificultades que han tenido o la adecuación de las tareas al requisito que querían cubrir. Estas reuniones de las que forma parte el profesor en su papel de *Product Owner*, son perfectas para realizar preguntas a los alumnos a modo de pequeños *focus group*. Se pueden realizar preguntas como:

- ¿Te ves más motivado para hacer tareas de las que te has responsabilizado personalmente?
- ¿Tienes más ganas de asistir a la clase los días que hay Tecnología y se va a trabajar con *Scrum*?
- ¿Sientes que las cosas que aprendes son más útiles gracias al proyecto?
- ¿Crees que *Scrum* te ayuda a ser mejor trabajando en equipo?

Focus group

Una reunión a nivel de toda la clase al final de cada evaluación puede dar lugar a buenas reflexiones que ayuden a mejorar la propuesta. Las preguntas serían del mismo estilo que las que se proponen para las reuniones de *Sprint*, pero planteadas a toda la clase.

Cuestionarios anónimos

Habitualmente los adolescentes se pueden ver limitados si se les pregunta en presencia de sus compañeros. Por eso se propone realizar un cuestionario anónimo al final de cada evaluación. Este cuestionario contaría con preguntas del mismo estilo, intentando descubrir mecanismos que estén limitando el aprendizaje de los alumnos para poder corregir la propuesta.



Capítulo 4. Conclusiones

4.1. Consecución de objetivos

En este apartado se quiere hacer memoria de los objetivos enumerados en el apartado 1.2 para este trabajo, y hablar de en qué medida se han cumplido las expectativas.

1. En primer lugar, se proponía conocer la metodología Scrum y profundizar en la adaptación de esta metodología al ámbito educativo.
 - a) Elaborando el capítulo de marco teórico se ha podido comprobar que la información relacionada con la filosofía de trabajo *Agile* y la metodología *Scrum* es muy abundante. Por ello se ha podido realizar un buen acercamiento a estas, consistente en referencias sólidas.
 - b) Las fuentes bibliográficas han ayudado a comprender los roles, los artefactos y los eventos que componen *Scrum*, y como estos pueden conseguir sacar un mayor rendimiento a equipos de trabajo a la hora de gestionar un proyecto.
 - c) Se ha podido comprobar que desde hace más de una década se han realizado adaptaciones de *Scrum* al ámbito educativo con éxito, y que en la actualidad está siendo utilizada con éxito en multitud de centros alrededor del mundo. Esto hace que haya muchas fuentes para documentar cómo los roles, artefactos y eventos propios de *Scrum* se pueden hacer realidad en el aula.
 - d) Además, se han revisado varias publicaciones internacionales de investigación educativa que reflejan unos resultados muy positivos para la utilización de *Scrum* en el aula.

2. En segundo lugar, se pretendía diseñar una propuesta educativa para la asignatura de Tecnología de 4º de ESO en Castilla y León que sirviera como hilo conductor de los contenidos a lo largo de todo el curso, y sobre todo que sirviera para ejemplificar la implantación de *Scrum*.
 - a) Se ha realizado la revisión de las competencias, contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje que los documentos oficiales indican para el contexto elegido. Se ha propuesto el proyecto de desarrollo de un panel solar para calentar piscinas y se ha justificado su adecuación a los objetivos que la ley plantea.
 - b) Se ha concretado una versión educativa de Scrum adaptada al proyecto que se pretende desarrollar. La gran flexibilidad de la metodología *Scrum* ha hecho sencilla esta adaptación.
 - c) El proyecto presentado se adapta perfectamente al contexto, atendiendo a todas las exigencias y sugerencias de los documentos



oficiales. Llevar este proyecto al aula puede ser beneficioso para crear aprendizajes significativos enlazando todos los conocimientos aprendidos, y aplicándolos en la solución de un problema del mundo real.

- d) El diseño de la propuesta incluye una planificación aproximada del desarrollo que puede tener la propuesta a lo largo de un curso. Esta planificación de tiempo y recursos es muy ambiciosa, pero se puede rebajar con facilidad según la situación.

4.2. Aprendizaje realizado con el trabajo

Este trabajo me ha permitido realizar muchos aprendizajes entre los cuales destacan estos:

Gracias a este trabajo he conocido la metodología Scrum de la que nunca había oído hablar. Además, Scrum es muy flexible por lo que en mi futuro como docente podré sacar partido de lo aprendido independiente del nivel y la asignatura que haya que deba impartir.

Me he dado cuenta que Scrum, que permite al profesor plantear requisitos diferentes para cada equipo, puede ser una alternativa efectiva para mantener a los alumnos en la "Autopista del *Flow*", sin que la asignatura resulte muy aburrida para los equipos más avezados ni demasiado complicada para los que tengan dificultades.

El diseño de la actividad me ha permitido conocer la dificultad que tiene planificar la temporalización de una propuesta de estas características. Y me he dado cuenta que para realizar un diseño profundo y realista necesitaría conocer mucho más la metodología y haber experimentado con ella en una clase real.



Capítulo 5. Limitaciones y Prospectiva

5.1. Limitaciones

La extensa bibliografía que se ha podido encontrar acerca de *Scrum* en la educación habla de que ya se está poniendo en práctica con éxito en muchos centros educativos del mundo. Sin embargo, la sensación a la hora de desarrollar la propuesta es que la puesta en práctica no es tan sencilla como aparenta. Uno de los objetivos de introducir *Scrum* en el aula es dar protagonismo a los alumnos, y que puedan de verdad influir en lo que sucede en el aula en vez de seguir un plan marcado, o atender cada día a la clase magistral del profesor como un mero espectador. La teoría es que la metodología aplicada correctamente puede dar al profesor la capacidad de controlar la clase, el calendario y el currículo, pero se necesita una cierta formación.

En cuanto al proyecto planteado consistente en el desarrollo de un proyecto de ingeniería se reconoce un plan muy ambicioso tanto en horas como en presupuesto. En este trabajo se ha tomado la libertad de tener ambición sin prestar demasiada atención a las limitaciones, ya que si se quiere llevar a un aula real con un contexto concreto siempre se podrá adaptar en presupuesto, envergadura y nivel a las condiciones de los alumnos, el centro y el entorno.

5.2. Líneas futuras

La propuesta educativa que se ha presentado no se ha desarrollado en demasiada profundidad. Si se pretende implantar habría que planificar mejor la temporalización y los recursos necesarios. La realización de este trabajo ha dejado patente que la construcción de una propuesta educativa de esta envergadura requiere mucha experiencia, tiempo y dedicación. Un diseño con más detalle, y una planificación más realista y ajustada requeriría tener cierta experiencia con la metodología, o al menos haber experimentado con ella en el aula.

De cara al futuro, si se diera la circunstancia de trabajar en un contexto similar al que se plantea, se propone realizar una experimentación en la clase con un proyecto más corto. Podría consistir en un desarrollo de ingeniería que comprenda solamente uno o dos bloques temáticos de contenido. Y en esa experiencia se intentaría comprender mejor el funcionamiento de la metodología y aprender de los errores. De esta forma se podría profundizar más en el diseño de la propuesta que se hace en este trabajo, y enfrentarse a la implantación con mayores garantías.



Bibliografía

- Arribas Almiñana, A. (2015). *Competencias, contenidos y criterios de evaluación en la LOMCE*. [Archivo PDF] <http://www.educa.jcyl.es/crol/es/recursos-educativos/lomce-competencias-contenidos-criterios-evaluacion>
- Beck, K., Beedle, M., Bennekum, A. van, Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R. C., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J., & Thomas, D. (2001). *Agile Manifesto*. <http://agilemanifesto.org/>
- Canal Exceltic. (1 de febrero de 2017). *Introducción a Scrum... en menos de 5 minutos*. [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=P25JP0u6UKw>
- Cockburn, A. (2002). *Agile Software Development*. Series Editors.
- Delhij, A. (2015). *Las reglas del juego*. EduScrum. <https://www.eduScrum.nl/es/about/eduScrum/>
- Eduforics. (2016). *Aprendizaje cooperativo. Cómo formar equipos de aprendizaje en clase*. Eduforics. <https://www.eduforics.com/es/aprendizaje-cooperativo-formar-equipos-aprendizaje-clase/>
- Estébanez García, L. V. (2017). *Panel Solar Inteligente de Bajo Coste Para Calentar Piscinas*. [Trabajo Final de Máster], Universidad Pontificia Comillas.
- Kamat, V. (2012). *Agile manifesto in higher education*. IEEE 4th International Conference on Technology for Education. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6305978>
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial Del Estado*, 10 de diciembre de 2013, núm. 295, pp. 97858 a 97921.
- López Guerrero, M. (2012). *59 Entradas y 500 Noches*. Independiente.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1986). The new new *Product development game*. *Harvard Business Review*, núm. 64, pp. 137 a 146.
- Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. *Boletín Oficial de Castilla y León*, 8 de mayo de 2015, núm. 86, pp. 32051 a 32480
- Párraga Martínez, J. (2020). *La Creatividad En El Aula*. Presencia Universitaria. <https://presenciauniversitaria.uanl.mx/index.php/pu/article/view/42>
- Pócsová, J., Bednárová, D., Gabriela, B., & Mojžišová, A. (2020). Implementation of *Agile Methodologies in an Engineering Course*. *Education Sciences*, 10, 333. <https://www.mdpi.com/2227-7102/10/11/333>
- Timkyw, N., Bournissen, J. M., & Tumino, M. C. (2020). *Scrum como Herramienta*



Metodológica para el Aprendizaje de la Programación. *Revista Iberoamericana de Tecnología En Educación y Educación En Tecnología*, 26, e9.
<https://teyetrevista.info.unlp.edu.ar/TEyET/article/view/1299>

Trigas Gallego, M., & Domingo Troncho, A. C. (2012). *Gestión de Proyectos Informáticos. Metodología Scrum*. Openaccess, 56.
<http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/17885/1/mtrigasTFC0612memoria.pdf>

Vázquez, J. (2012). *Como puede ayudar un tablero Kanban en los momentos posteriores a un gran proceso de integración*. Gestión de proyectos IT.
<http://www.gestiondeproyectosit.es/blogit/2012/04/pasada-la-integracion-viene-la-calma-o-no/>

Vila Grau, J. L. (2017). *Por qué no debe modificarse la duración de los Sprint en Scrum*. Proagilist. <https://proagilist.es/blog/agilidad-y-gestion-agil/Agile-Scrum/no-modificarse-la-duracion-los-Sprints-Scrum/>

Vogelzang, J., Admiraal, W. F., & Van Driel, J. H. (2020). Effects of *Scrum* methodology on students' critical scientific literacy: The case of Green Chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(3), 940–952.