



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

**Escenarios de aplicación de la
tecnología IoT (Internet of Things)
en el aprendizaje de Tecnología en
ESO.**

**Estudio teórico y propuesta de
aplicación práctica**

Autor:

D. Javier Sanz López

Tutor:

Dra. Dña. Alejandra Martínez Monés

Valladolid, 20 de Junio de 2019

RESUMEN

Con el término IoT (en inglés: Internet of Things) hacemos referencia a la tecnología que es capaz de interconectar objetos que están programados para realizar eventos según la información que reciben. Esta tecnología puede ser llevada a la clase para crear ambientes de aprendizaje inteligentes SLE (Smart learning Environment). Según los expertos en la materia estos ambientes tienen la capacidad de aportar ventajas a los procesos de enseñanza-aprendizaje, ya que proporcionan contenido individualizados a cada usuario, mejorando de esta forma la motivación intrínseca. En este Trabajo fin de Máster se ha realizado una búsqueda de las características fundamentales de los SLE en la literatura y se ha presentado una propuesta de aplicación de SLE con tecnologías IoT para el área de Tecnología en Secundaria. Dicha propuesta ha sido validada mediante su presentación a un profesor de secundaria para analizar sus límites de aplicación en una clase real.

Palabras clave: Internet of thing (IoT), Objetos conectados, Smart learning Environment (SLE).

ABSTRACT

IoT (Internet of Things) refers to the technology which is able to interconnect objects programmed to perform events according to the information received. This technology allows users to improve experiences and expand its services. This technology can be brought into the classroom to create smart learning environments (SLE). These environments will enhance the teaching-learning processes, as they provide individualized content to each user, thereby improving intrinsic motivation. In this work, researches have been made looking for the fundamental characteristics of SLE in the literature. Within the proposal for the application of SLE with IoT technologies for the Technology area has been presented and finally a validation of it is carried out to analyze objectivity and limits of application in a real class.

Keywords: Internet of Things (IoT), Smart objects, Smart learning Environment (SLE)

INDICE

CAPÍTULO 1: TECNOLOGÍA IOT AL SERVICIO DEL APRENDIZAJE.....	6
1.1 INTRODUCCIÓN	7
1.2 ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN	7
1.3 OBJETIVO DEL TFM.....	8
1.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO	10
1.5 CONCLUSIONES CAPÍTULO 1:.....	11
CAPÍTULO 2: ENTORNOS DE APRENDIZAJE INTELIGENTES CONCEPTOS Y RETOS.	12
2.1 INTRUDUCCIÓN	13
2.2 CONCEPTO DE SMART LEARNING ENVIRONMENTS	15
2.3 SLE EN EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA	19
2.4 Herramientas de enseñanza y aprendizaje de un SLE.....	20
2.5 DIFICULTADES DE LA APLICACIÓN DE UN SLE EN EL AULA	23
2.6 ENTORNOS DE APRENDIZAJE DEL FUTURO	25
2.7 ANÁLISIS DAFO APLICADO A SLE EN SECUNDARIA.....	29
2.8 CONCLUSIONES CAPÍTULO 2:.....	31
CAPÍTULO 3: DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DE ESCENARIOS DE APLICACIÓN DE SLE	32
3.1 INTRODUCCIÓN	33
3.2 MARCO DE TRABAJO PARA ESTABLECIMIENTO DE UN SLE	33
3.3 PATRONES PARA EL DISEÑO DE SLE.....	37
3.4 CONCLUSIÓN CAPÍTULO 3:	43
CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE ESCENARIO DE APLICACIÓN DENTRO DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA	44
4.1 INTRODUCCIÓN	45
4.2 LISTADO DE ASIGNATURAS DEL ÁREA DE TECNOLOGÍA.....	45
4.3 SELECCIÓN DE ASIGNATURA PARA APLICACIÓN DE SLE	50
4.4 PROPUESTA DE DISEÑO DE SLE PARA TECNOLOGÍA (4ºESO).....	53
4.5 EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA PROPUESTA	64
4.6 VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA	69
4.7 CONCLUSIÓN CAPÍTULO 4:	70
CAPÍTULO 5: TRATAMIENTO DE DATOS RECOGIDOS.....	72
5.1 INTRODUCCIÓN	73
5.2 DECÁLOGO PARA EL USO CORRECTO DE LOS DATOS	73
5.3 DATOS DE CARÁCTER PERSONAL EN LA PROPUESTA.....	78
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS	80
INDICE FIGURAS Y TABLAS.....	83
REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.....	85

ABREVIATURAS UTILIZADAS

Abreviatura	Significado
IoT	Internet of Things (Internet de las cosas)
SLE	Smart Learning Environment (Entorno Inteligente de Aprendizaje)
SLS	Smart Learning Spaces (Espacios de aprendizaje inteligente)
LCA	Libre configuración autonómica
TIC	Tecnologías de la información y comunicación

CAPÍTULO 1: TECNOLOGÍA IOT AL SERVICIO DEL APRENDIZAJE

1.1 INTRODUCCIÓN

En el presente documento se muestra el resultado de un trabajo fin de máster (TFM) en el que se han tratado los escenarios para la aplicación de la tecnología IoT (Internet of Things) en el aprendizaje de Tecnología en ESO. Para ello se ha realizado un estudio teórico y se ha llevado a cabo una propuesta de aplicación práctica. A continuación, se presentan los antecedentes y motivación del trabajo, los objetivos, y la estructura del resto de documento.

1.2 ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN

La conexión entre máquinas no es una idea o un proyecto reciente, es tecnología que ya existe y en la que ya se lleva trabajando desde hace más de 20 años, mejorando la conectividad y sus aplicaciones, para alcanzar lo que muchos denominan el hogar inteligente o las “Smart cities”. Lo que sí que es cierto es que, en los últimos años, debido a la revolución que están teniendo los sensores para la adquisición de información, su desarrollo se ha multiplicado exponencialmente y su popularización está alcanzando unas cifras desorbitadas en los últimos años. Según la estimación realizada por la empresa (Statista, 2019), para el año 2020 se alcanzará los 30,73 billones de dispositivos conectados y para el año 2025 la cifra a nivel mundial será de 75,4 billones.

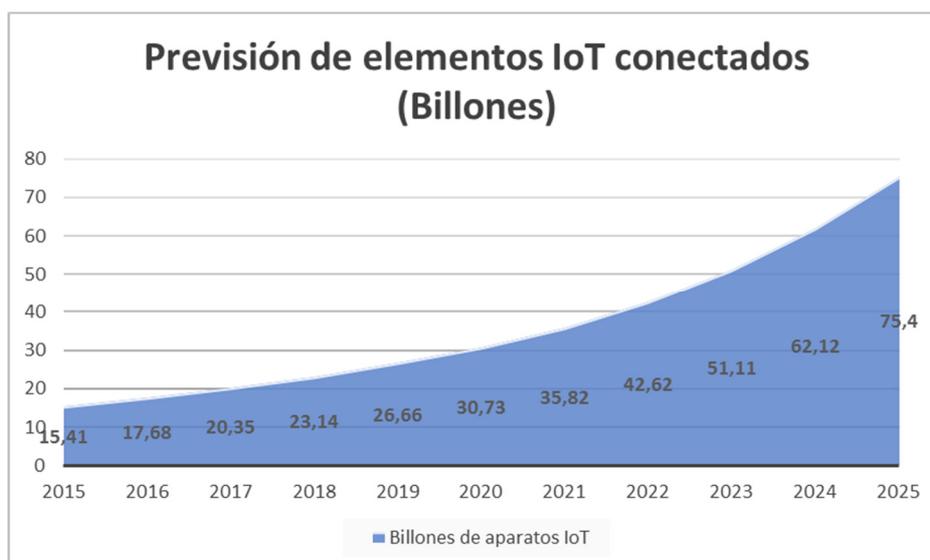


Fig. 1: Previsión de elementos IoT conectados (en Billones) (Fuente: Statista, mayo 2019)

El desarrollo de estas tecnologías está contribuyendo a un rápido acceso a la información. En los últimos años las formas tradicionales de aprendizaje están evolucionando para adaptarse a la nueva gestión de la información. En este sentido, de cara a facilitar el enganche de alumnos al aprendizaje, actualmente se están dando cada vez más los ambientes de aprendizaje digital. Los ambientes de aprendizaje inteligentes o más conocidos por sus siglas en inglés SLE (Smart Learning Environment) (Freigang, Schlenker, & Köhler, 2018a), están emergiendo como una rama de varias iniciativas de aprendizaje con tecnología avanzada, dirigidas a mejorar las experiencias de aprendizaje para que éste sea más eficiente a través de la creación de un espacio de aprendizaje que permita satisfacer las necesidades individuales.

En los últimos años esta expansión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha revolucionado la sociedad en múltiples aspectos. Han cambiado las relaciones sociales, la producción y distribución de las grandes empresas y lo van a seguir haciendo. Es un hecho evidente esta evolución tecnológica entrará en las clases (Aguilar, 2012). Ya en los años 90 en su informe para la UNESCO (Jacques Delors, 1997) afirmó que la escuela debía estar abierta al mundo, y que es inevitable que lo que está pasando en la sociedad no acabe entrando en la escuela de uno u otro modo.

De Cecco (1964) ya afirmó que en las escuelas existían en un contexto tecnológico y que sería difícil que se resistieran a la invasión de las máquinas. Hasta ahora podemos decir que los cambios en las aulas han sido de forma puntual, introduciendo nuevos dispositivos como retroproyectores de transparencias, ordenadores, proyectores de diapositivas, pizarras inteligentes y otros dispositivos que se iban creando para mejorar los procesos de enseñanza y la experiencia de los alumnos, hasta la época más reciente con la llegada de internet.

1.3 OBJETIVO DEL TFM

A la vista de la revolución que está marcando la tecnología y que la hoja de ruta que nos direcciona a que cada vez a tecnología va a estar más presente en nuestras vidas y también en la educación, la propuesta que se muestra en este trabajo es realizar un estudio teórico

de las tecnologías IoT (Internet of Things) teniendo como escenario de aplicación las aulas de la asignatura de Tecnología en Educación Secundaria y de cómo el IoT nos permiten crear entornos de aprendizajes inteligentes, o según siglas en inglés SLE (Smart Learning Environment).

Como veremos más adelante, existe literatura bastante reciente con respecto a la creación de estos ambientes de aprendizaje digital. Estos se están aplicando en multitud de enseñanzas, educación especial, aprendizaje de matemáticas, fomento de la competencia kinestésica, música, educación ambiental, etc. Estos estudios intentan establecer los criterios para la creación de ambientes de aprendizaje. Sin embargo, son muy escasos aquellos en los que se ha estudiado una aplicación en un escenario real y mucho menos en un entorno de educación reglada. Particularmente en el área de Tecnología, la bibliografía disponible es muy escasa.

Por ello, el objetivo de este trabajo fin de máster es la realización de una propuesta de un escenario de aplicación IoT a través de un SLE en Educación Secundaria dentro del área de Tecnología.

En este objetivo general podemos destacar los siguientes sub-objetivos:

- Identificación de las características de la tecnología IoT y su integración dentro de los Smart Learning Environments.
- Identificar las ventajas potenciales que aporta la utilización de los SLE dentro de la Educación Secundaria.
- Identificación de aquellas áreas dónde se aportarán más ventajas la aplicación de un SLE en el área de Tecnología.
- Identificación y selección de un protocolo o marco y su adaptación para la aplicación de un SLE en Educación Secundaria.
- Proporcionar una propuesta de aplicación en un aula de Tecnología de ESO.

Estas son las metas que se han de conseguir a la finalización de este trabajo. Para ello se ha llevado a cabo una metodología específica que se destalla en los siguientes apartados.

1.4 METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para llegar a alcanzar estos objetivos es necesario trabajar conforme una metodología. Esta metodología ha consistido en varias etapas de aplicación, la cual en sus inicios está basada en una búsqueda documental y un análisis de la literatura disponible identificando aquellas características que serán más relevantes para la Educación Secundaria, así como la identificación de aquellos aspectos más importantes en un escenario real.

Dentro del área de enseñanzas de Tecnología en ESO, conforme está establecido en el marco legal de España, se han seleccionado aquellas asignaturas en las que podría tener mayor interés la aplicación de este tipo de herramientas.

Una vez alcanzados estos sub-objetivos, es necesario encontrar la forma de aplicar el SLE para que resulte lo más eficiente posible. Para ello uno de los pasos de la metodología ha sido la identificación de un marco conceptual que permitiese aplicarlo para hacer la propuesta de escenario para la asignatura elegida.

Como último paso se ha realizado una entrevista con un profesor de un IES del departamento de Tecnología. En esta entrevista se le ha presentado la propuesta que en este trabajo se desarrolla y se la ha preguntado por su opinión al respecto, haciendo hincapié en que comentase cuales podrían ser la ventajas e inconvenientes para su aplicación en el Aula. El objetivo de esta entrevista es la de tener una validación por una persona que tiene una relación directa con los alumnos y nos puede proporcionar una visión más práctica de lo que ocurre en el que la información obtenida mediante documentación.

Limitaciones del estudio:

La aplicación de SLE en educación es un trabajo que requiere de mucho análisis para comprobar su efectividad. Lo que se pretende hacer en este trabajo es recopilar la información que afectaría a la Educación Secundaria y realizar una propuesta sobre cómo llevarla a cabo. En la planificación inicial estaban incluidas una serie de pruebas ejemplos en una clase de un IES. Esto es algo que no se ha podido llevar a cabo por incompatibilidades de calendarios. Para suplir esta falta de pruebas, se ha realizado una

entrevista con un profesor de un IES y se ha tomado como prueba inicial de validación. Aunque esto es algo que aporta mucho valor al estudio, consideramos necesario continuar en esta línea realizando pruebas y ensayos antes de lanzarse a la aplicación en un aula.

La estructura del resto de la estructura del trabajo está ajustado a la metodología que se acaba de presentar.

1.5 CONCLUSIONES CAPÍTULO 1:

En este primer capítulo se han presentado los objetivos del trabajo, los antecedentes y la motivación que nos lleva a emprender este trabajo. Del mismo modo se han mostrado el alcance y las limitaciones del estudio que estarán presentes a lo largo de todo el trabajo y de forma muy especial en las conclusiones y líneas futuras.

**CAPÍTULO 2: ENTORNOS DE
APRENDIZAJE INTELIGENTES
CONCEPTOS Y RETOS.**

2.1 INTRUDUCCIÓN

Hoy en día es muy común que cada vez se hable más del internet de las cosas, también conocido por sus siglas en inglés como IoT (Internet of Things), siglas con las que nos referiremos a esta tecnología en adelante. Pero es muy común el desconocimiento sobre qué es el IoT y para qué sirve a nivel general, motivo por el cual vamos a empezar describiendo cuál es su origen y las funcionalidades que actualmente se pueden dar al IoT.

El término IoT fue utilizado por primera vez por Kevin Ashton en 1999 en el MIT (Massachusetts Institute of Technology), donde se realizaban investigaciones para la identificación por radio frecuencia (RFID) y tecnologías de sensores. Ashton estaba convencido que los ordenadores debían de ser capaces de obtener información sin la intervención de los humanos, es decir, deberían ser capaces de interpretar el mundo real sin un operario que interviniese.

El IoT se basa en establecer una nueva forma de comunicación entre máquinas (M2M) y que éstas realicen eventos programadas. Dicho de otro modo, se trata de una digitalización del mundo físico, en el que los objetos se conectan a la Red de Internet, se sincronizan entre ellos, realizan eventos conforme a lo que hayan sido programados y con ello son capaces de mejorar los servicios a prestar al usuario (Domingo & Forner, 2010). Un claro ejemplo sería que, al sonar nuestro despertador, la cafetera comenzase a prepararnos el café. Otros ejemplos más concretos son aquellos en los que podríamos conectar la calefacción o la lavadora, aunque no estemos en casa y ésta nos podría avisar de que ha terminado; o podría ser que nuestra nevera nos indicase qué cantidad de alimentos hay en el interior y cuales tienen la fecha de caducidad más próxima. Esta misma nevera podría también encargarse de la compra al supermercado de aquellos productos que estén próximos a terminarse.

Sin duda alguna, el IoT permite a la tecnología estar más ajustada a las necesidades de los usuarios y proporciona grandes experiencias ajustadas a cada uno de ellos. Estas experiencias se pueden extender en muy diversos campos, la industria, el sector servicios, incluso la educación

Para que se llegue a dar lo que Ashton predecía, son necesarios componentes denominados “Objetos Conectados” ya que están vinculados digitalmente a un proceso lógico, sensores y conectividad mediante la tecnología IoT. Esto hace que desaparezca la idea que tenemos del uso necesario de un ordenador por usuario para crear la digitalización de un proceso físico. Como su nombre indica, los “Objetos Conectados” son una pieza principal para determinar las características del internet de las cosas ya que estos permiten la conexión de los objetos (Fleisch &Thiesse, 2014) y permiten el internet expandido de los ordenadores clásicos hacia cualquier tipo de objeto que contenga sensores y actuadores captando datos y proporcionando al usuario servicios digitales más diversos.

Podemos quedarnos con la idea de que el IoT conecta el mundo físico con los datos virtuales mediante los objetos conectados. Los Objetos conectados junto con el IoT proporcionan una amplia gama de opciones para apoyar el aprendizaje permanente en el lugar de trabajo. Aplicando esto en propósitos educacionales, se podría traducir en que el IoT es la tecnología que conecta el mundo físico con el entorno virtual de aprendizaje. Esto se culmina con una fusión llamada “hibridación” entre el mundo analógico y el digital. Los sensores de los objetos conectados son capaces de percibir el entorno y el proceso de información. Estos pueden ser muy diversos, y puede ir desde la adquisición pasiva, almacenaje y procesamiento de información, hasta la realización de acciones autónomas como respuesta a su entorno e interacción con usuarios de los sistemas embebidos.(Rose, Eldridge, & Chapin, 2015)

En base a esto puede ser concluido que es gracias a la tecnología del IoT la que permite crear un nuevo formato que mejore el proceso de enseñanza-aprendizaje en aula, y que pueden ser combinados para construir lo que se llama Smart learning Environment (SLE). Es por ello por lo que **este capítulo está orientado con el objetivo de identificar las características de la tecnología IoT y su integración dentro de los Smart Learning Environments**. Por ello a continuación se va a identificar y definir el concepto de los SLE, las características que han de disponer y la problemática a la que hoy en día nos podríamos enfrentar para aplicar un SLE.

Una prueba del interés que tienen este tipo en ambientes es que en la Universidad de Valladolid, el grupo GSIC (Grupo de Sistemas Inteligentes y Colaborativos) está trabajando en estos momentos en un proyecto denominado SmartLET¹, en el que la UVA colabora con grupos de otras dos universidades españolas. Una de las primeras tareas de este proyecto es la búsqueda de escenarios de uso significativos para este tipo de sistemas en diferentes niveles educativos. Este TFM pretende contribuir a esta tarea.

2.2 CONCEPTO DE SMART LEARNING ENVIRONMENTS

Para poder explicar qué se entiende por Smart Learning Environment (SLE) en Educación, en primer lugar, tenemos que definir lo que es la tecnología educativa (TE). Según la RAE (2019) se define la Tecnología en primera acepción como “el conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico” y en tercera cómo “conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto”. Con ello podemos entender que la tecnología es todo aquello que ayuda a alcanzar una mejora práctica de cualquier contexto. Es por ello por lo que la TE puede ser definida como la aplicación de la tecnología dentro del seno de la Educación.

Autoras como (Alba Pastor, 1997) en sus investigaciones para alcanzar una definición de TE llegaron a la conclusión de que a pesar de que las definiciones eran un tanto dispares, todas tenían en común el uso de una herramientas que mediante una metodología adecuada mejoraban el proceso de enseñanza-aprendizaje. Otras definiciones de la TE pueden ser la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la creación, uso y gestión de herramientas y procesos tecnológicos (Molenda, 2013) “*el estudio del uso de todas las herramientas, tanto metodológicas como instrumentales como las dos a la vez, que tratan de mejorar la parte práctica del proceso E-A*” (Domínguez García, 2016).

Las primeras publicaciones en las que ha aparecido el término Smart Learning Environments (SLE) son de años recientes, prácticamente en el último lustro. En ellos se

¹ SmartLET: Learning analytics to enhance the design and orchestration in scalable, IoT-enriched, and ubiquitous Smart Learning Environments, Analítica del aprendizaje para mejorar el diseño y orquestación en SLEs escalables, enriquecidos con IoT y ubicuos). Agencia Nacional de Investigación. Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (TIN2017-85179-C3-2-R) <https://smartlet.gsic.uva.es>

comenzada a describir cómo sería un entorno de aprendizaje inteligente y a establecer las directrices que se debían tomar para la aplicación de tecnologías en educación. (Hwang, 2014; Tikhomirov, Dneprovskaya, Yankovskaya, 2015).

El concepto SLE no está estandarizado y es un término aún en un proceso de definición. Por ello nos basaremos en las primeras aproximaciones que han proporcionado los autores para buscar las convergencias entre ellos. Una de las primeras aproximaciones podría ser la definición del término “Smart” en educación que fue propuesto por (HUANG, R.; YANG, J. y HU, 2012) que argumentaron la inserción de recursos digitales en clase para ofrecer un aprendizaje fácil para el alumnado. Esta nomenclatura no significa que estos autores quisieran introducir el “smartphone” en clase, sino que pretenden implantar una educación “inteligente” que consiga mejores resultados en el proceso enseñanza-aprendizaje. Otros autores como Hwang (2014), todo un referente en los SLE, proporcionó un definición en la que los SLE se consideran como toda aquella tecnología que permite adaptar el contenido y proporciona el apoyo adecuado a las necesidades del aprendiz, siendo estas en los lugares correctos, el momento adecuado y basándose en las necesidades individuales de los estudiantes.

Según Koper (2014) los SLE son entornos físicos enriquecidos con componentes digitales sensibles al contexto para permitir un aprendizaje más rápido y mejor. Este autor hace la observación de que la arquitectura de los espacios y el efecto del diseño espacial en los procesos de aprendizaje no se están tomando en cuenta en la actual investigación para los SLE, ya que se están basando en espacios ya construidos que son reconvertidos. Se prevé que, en futuras investigaciones, el estudio arquitectónico será un punto por añadir a la hora de diseñar el interior de las aulas de aprendizaje.

(Li, Kong, & Chen, 2015) propusieron que un SLE es un espacio de aprendizaje que tiene acceso a dispositivos digitales que ofrecen una guía para el aprendizaje, herramientas de soporte, recomendaciones y consejos en el lugar idóneo, en el momento adecuado y en la forma adecuada. (Chen, Cheng & Chew, 2016) remarcaron que no solamente se ha de servir de tecnología al aula, sino que gracias a los dispositivos móviles se puede conseguir que el proceso educativo continúe fuera del aula permitiendo aprendizaje en diferentes lugares. Por ejemplo, si un alumno ha fallado en el examen de historia al identificar el

arte mudéjar, un dispositivo móvil podría alertarle cuando pase por delante de un edificio que tenga este tipo de arquitectura y de esta forma el alumno tendría un aprendizaje más efectivo también fuera del aula.

Para aprovechar el potencial que ofrece el IoT en los espacios de aprendizaje, en primer lugar, será necesario comprender las necesidades de los profesores y los alumnos para posteriormente diseñar y probar casos de uso didácticamente adecuados y, en último paso, canalizar estos prototipos hacia el desarrollo. Domingo & Forner, (2010) también resaltan la importancia de un SLE diseñado centrado en el usuario mediante el desarrollo de entornos de aprendizaje híbridos en el contexto de IoT y eLearning. Hacen hincapié en la utilidad de los equipos interdisciplinarios para desarrollar aprendizajes más complejos.

Para el presente trabajo, vamos a tomar la síntesis de los diferentes autores, focalizando aquellos puntos que proporcionarían gran potencial para la aplicación de un SLE en el aula. El concepto que podemos tomar para definir un SLE es que es un entorno físico proporcionado y guiado por un profesor (figura indispensable) en el que existen diferentes dispositivos electrónicos que nos van a permitir crear el entorno virtual. Siendo estos tanto objetos conectados, para la captación de datos, como ordenadores y tabletas con las que se proporcionará a los alumnos acceso a las plataformas digitales. Estas plataformas estarán adaptadas a las necesidades de alumnado, permitiendo de esta forma una integración de alumnos tanto de altas capacidades como de aquellos que necesiten adaptaciones.

Características de los SLE

A continuación enunciamos las características que según Koper (2014) y en concordancia también con el resto de autores, ha de cumplir un SLE para que sea lo más efectivo posible:

1. Ha de disponer de dispositivos digitales que han de ser añadidos al espacio físico del aprendizaje.
2. Los dispositivos digitales han de ser capaces de detectar la localización y el contexto.

3. Los dispositivos digitales añaden funciones de aprendizaje a los espacios, contextos y cultura tales como la provisión de información, evaluaciones, colaboraciones remotas, retroalimentación, información previa, etc.
4. Los dispositivos digitales monitorizan el progreso del alumnado y proporcionan información apropiada a los profesores.



Fig. 2: Gráfico explicativo de un SLE(Cervera, & Martín, 2016)

Todas estas características, de uno u otro modo tienen que ver con el uso de dispositivos digitales en el contexto físico para recoger información y dar retroalimentación al usuario, realizar evaluaciones, proporcionar ayuda, etc. Todo ello teniendo en cuenta dónde están y cómo son los alumnos para recoger la mayor cantidad de datos posible y extraer conclusiones de cómo se está efectuando el aprendizaje. Así pues, un SLE es una adaptación contextual de forma individual al comportamiento del usuario.

Con estas características se puede observar que, para ser considerado un SLE, un espacio de aprendizaje debe gestionar la información susceptible de ser medible para ajustarse a las variables para optimizar el aprendizaje del usuario. Este es un hecho muy importante, ya que aunque haya condiciones adecuadas de aprendizaje, no es común que estas se controlen en el aula tradicional, por lo tanto un espacio de aprendizaje que permita controlar todas estas variables ambientales proporcionará un mayor desarrollo a los procesos de enseñanza-aprendizaje y conseguirá que estos sean mucho más efectivos (Palau Martín & Domínguez García, 2016). También este espacio SLE deberá recopilar

la información sobre los alumnos y las actividades a realizar para que el propio sistema o el profesor puedan adaptarlo a cada alumno de forma individualizada. Debe ser un espacio de aprendizaje abierto para que los alumnos puedan sentir el aprendizaje de una forma práctica, lo que les motivará a crear. Para poder conseguir esto es necesario incluir sensores que permitan recoger toda la información que sea posible y devolver respuestas eficaces a las posibles situaciones que surjan.

2.3 SLE EN EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA

En general los SLE serán una herramienta que nos permita adquirir competencias transversales y contenidos propios de las diferentes áreas de aprendizaje. Entre las numerosas posibilidades de los SLE, las siguientes pueden ser especialmente significativas en el entorno de la educación secundaria (Fuentes Agustí, & Zurita Món 2016).

- 1) Se estima que los **SLE fomentan el grado de autorregulación y autonomía en el aprendizaje**, ya que están centrados en el alumno, detectado sus necesidades y proporcionando contenidos que ofrecen la posibilidad de aumentar la retroalimentación, la cantidad de información que recibe y que es capaz de procesar y analizar el estudiante, por lo que el proceso de aprendizaje estará adaptado a las capacidades del alumno. Estos factores tienen potencial en el diseño de aulas taller con alumnos más autónomos y capaces de tomar decisiones y con una diversidad de capacidades e intereses cada vez mayor.
- 2) Los **SLE permiten automatizar gran cantidad de trabajo rutinario** que hasta el momento recae sobre el profesor. (Obviando el periodo de configuración, donde se requerirá gran esfuerzo por parte del profesor). En este sentido aceleran y facilitan el cambio hacia un rol de acompañante y guía del docente para el aprendizaje de alumno. Aunque debe tenerse en cuenta que los SLE son una herramienta de apoyo que nunca pretende sustituir al docente, por lo que se necesitará la intervención del profesor que afiance su seguridad en el aprendizaje.

3) La filosofía asociada a **los SLE hace énfasis en la idea del aprendizaje ubicuo.**

No sólo se aprende en un lugar (aula) y de una forma (las instrucciones o actividades guiadas por el profesor), sino que se puede aprender en cualquier entorno y de muchas formas. Con los dispositivos digitales, la información está en todas partes y lo realmente importante es saber seleccionar el contenido y, sobre todo, el momento en que se quiere acceder a esa información.

Cuando hablamos de dispositivos electrónicos para SLE en Secundaria, aunque se utilicen ordenadores, tabletas u otros automatismos, se debe ser consciente de que el móvil tendrá un papel central en estas nuevas tecnologías. Y es necesario definir el papel de estos dispositivos, los límites y las normas, físicas y éticas, asociadas al uso de móviles en la escuela. Será necesaria una reflexión y un cambio de perspectiva de muchos docentes, que viven el móvil de los alumnos únicamente como un foco de problemas y distracciones, así como una modificación de las normas de prohibición hacia unas nuevas normas de responsabilidad activa.

4) **El uso de SLE proyecta a los alumnos hacia el futuro,** los introduce en una tecnología emergente que será habitual cuando ellos lleguen a su entorno laboral. Evidencia el carácter cambiante y novedoso de las tecnologías en ese futuro próximo, a la vez que crea la necesidad de afrontarlo con naturalidad y un alto sentido crítico.

2.4 Herramientas de enseñanza y aprendizaje de un SLE

No existen unas herramientas y metodologías únicas definidas que se deba aplicar un SLE, dependerá de la selección del docente que escogerá la más adecuada al contenido de la clase. Una de las ventajas que tienen la aplicación de la herramienta SLE es que para ciertas metodologías que impliquen elementos digitales o medios audiovisuales, además resultará más sencilla su gestión. Lo mismo ocurre con la medida y análisis de datos, así como la toma de decisiones diferenciadas para cada alumno en función de estos datos, pueden llevarse o no a cabo, dependiendo del criterio del profesorado o el plan del centro, que es el último responsable de implementar estos rasgos del SLE según su criterio personal.

Los entornos virtuales de aprendizaje (por ejemplo: Moodle, Google Classroom...) sí que tienen un entorno virtual propio, aunque el uso que el profesor decida hacer del mismo puede variar desde una mera acumulación de enlaces interesantes a cursos realmente complejos. Contienen potentes herramientas de recogida de datos configurables por el profesor, y algunas funcionalidades menos utilizadas que permiten asignar tareas diferenciadas a los alumnos en función de sus respuestas previas.

Los juegos de ordenador y la Realidad Virtual y Aumentada son dos entornos claramente digitalizados, que pueden ser utilizados dentro de un SLE en los que el usuario interactúa continuamente con su dispositivo. La presentación de contenidos y la recogida de datos son, por tanto, imprescindibles. En todo caso, la presentación de contenidos diferenciados en función de las habilidades y preferencias del aprendiz puede o no darse en estos entornos, dependiendo de las decisiones que haya tomado el diseñador (Fig. 3).



Fig. 3: Minecraft es uno de los videojuegos que más se usan en educación.

Los robots educativos y en concreto los micro autómatas (más conocidos por la marca de placas Arduino) han ganado presencia mediática y educativa en estos últimos años. Existen numerosas iniciativas en la Educación Secundaria que los utilizan, pero el único entorno digital imprescindible en estos sistemas es el de programación. No existe otro entorno de presentación de contenidos si el profesor no decide crearlo por separado, circunstancia que es cierto que se da en muchas iniciativas de robótica educativa, pero no en todas. Evidentemente, el robot es por definición un mecanismo sensible a su entorno, que responde en función de la información que recoge. Por otro lado, el uso tan extendido

de metodologías de aprendizaje basadas en retos cuando se trabaja con robots educativos también facilita el tratamiento adaptado a las habilidades de cada estudiante (Fig. 4).

Hasta este punto estas herramientas no implicarían ninguna novedad a un SLE ya que en la actualidad se está utilizando en educación, sin embargo, gracias a las posibilidades de conexión de estas pequeñas placas con un servidor (IoT), se puede ir un paso más allá y vincular el espacio virtual con el físico, es lo que llamaremos aprendizaje híbrido.



Fig. 4: Robot educativo construido por los propios alumnos.

Por último, evaluar los entornos de **aprendizaje basados en la gestualidad** (popularizados como Gestured-based learning) se hace un poco más complicado, básicamente porque son entornos poco presentes en la Secundaria. Se basan en tecnologías que muy a menudo todavía se están desarrollando y no son asequibles desde Secundaria. Con esta denominación se refieren a juegos o entornos para aprender a pilotar distintos vehículos como ejemplo paradigmático de entornos claramente SLE. Cabe decir que, hasta la fecha, no se dispone de forma habitual en Secundaria de este tipo de entornos tan específicos y tecnificados.

A modo de conclusión, resaltamos que los SLE no están presentes en la actual ESO. Pero muchas de las metodologías innovadoras de base tecnológica que se están introduciendo recientemente tienen componentes importantes de SLE. A medio y largo plazo probablemente aumentará la presencia de estos entornos en el sistema educativo español, finalidad a la que puede contribuir este trabajo.

2.5 DIFICULTADES DE LA APLICACIÓN DE UN SLE EN EL AULA

Como se ha mencionado en los apartados superiores, los SLE son un nuevo concepto de tecnología que pretende mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje. A continuación se muestran algunos de los retos para la implantación de un SLE que fueron planteados por Hwang (2014):

- 1) **Actualización de la implementación del SLE en el marco de la enseñanza.** El rápido desarrollo de la tecnología es un importante logro e inconveniente para los SLE que utilizan esta tecnología emergente, puesto que deberán estar actualizados continuamente, con el coste que esto conlleva.
- 2) **Interpretación y examen de las teorías pedagógicas existentes para SLE.** Los nuevos entornos de aprendizaje plantearán nuevos problemas pedagógicos. Por lo tanto, los investigadores han de realizar investigaciones, sobre el constructivismo, la teoría motivacional, el modelo de aceptación de tecnología, la teoría de la carga cognitiva y la teoría del diseño multimedia.
- 3) **Estrategias de aprendizaje y evaluación del aprendizaje.** En los SLE las estrategias de aprendizaje del alumnado y de evaluación de su aprendizaje han de ser consideradas sobre todo con el avance de la tecnología, con la que deberán evolucionar de forma acompasada. Además, los nuevos conceptos de aprendizaje pueden proporcionar nuevas estrategias para ayudar a los alumnos a adquirir aprendizaje de una forma más eficiente.
- 4) **Aplicaciones innovadoras de aprendizaje y entrenamiento del nuevo modo de aprendizaje:** Con el nuevo desarrollo de las tecnologías que se utilizan en un SLE, se espera que los investigadores puedan explorar nuevos dominios de aplicación que son difíciles de implementar en los entornos de aprendizajes existentes.
- 5) **Evaluación del desempeño de aprendizaje:** Saber más sobre los desempeños de aprendizaje y las percepciones de los alumnos es muy útil para que los investigadores desarrollen entornos de aprendizaje inteligentes más efectivos. La evaluación se

puede realizar desde varios aspectos, como el logro de aprendizaje, la capacidad de resolución de problemas, la motivación de aprendizaje, la auto eficiencia y la autorregulación. Mientras tanto vale la pena investigar los efectos de los entornos de aprendizaje inteligentes en el rendimiento de aprendizaje y las percepciones de los estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje, estilos cognitivos u otras características personales.

- 6) **Comprensión y análisis de patrones de aprendizaje de los alumnos:** Tener un análisis en profundidad de la comprensión y los patrones de aprendizaje de los alumnos en los entornos integrados del mundo real y del mundo virtual es útil para los investigadores y educadores el desarrollo de herramientas y estrategias de aprendizaje más efectivas. Como un SLE es capaz de registrar cada detalle de los comportamientos de aprendizaje de los estudiantes, brinda una buena serie de datos para que los investigadores adquieran información evaluable y detallada mediante el análisis de estos comportamientos. Más aún, las observaciones a largo plazo y el análisis de los comportamientos pueden ser llevados a cabo para que los investigadores puedan saber más sobre los impactos sociales de la nueva tecnología educativa.

- 7) **Rechazo por parte de los docentes:** Para la utilización de este tipo de herramientas “digitalizadores” podrían surgir ciertas oposiciones de docentes que no ven con buenos ojos la utilización de dispositivos electrónicos en el aula. Este problema se ha colocado al final ya que entendemos que cada vez será menor el rechazo una vez que estén implantados y se ven las ventajas que su utilización trae.

Límites de SLE aplicado en un aula

Aunque existen diferencias que los autores encuentran para los entornos de aprendizaje, podemos, a rasgos generales identificar las características que sí tienen en común. Según los autores revisados, los SLE proporcionan a los alumnos herramientas digitales, estrategias de aprendizaje y contenidos basadas en la demanda. Casi todos los autores convergen hacia la necesidad de investigar y desarrollar SLE en todas las disciplinas, especialmente combinando conocimientos educativos e informáticos, puesto que

encuentran ciertos “techos” de cristal por falta de investigación y divulgación de estos entornos que de cierta manera están limitando su expansión.

En la literatura se hace hincapié en que en la actualidad la investigación de los SLE no aborda los principios del diseño arquitectónico y la mayoría de los entornos de aprendizaje se desarrollan en espacios adaptados de otros usos, es decir, en su construcción no fueron concebidos como tales. Es por ello por lo que los autores ven un límite a la hora de definir los espacios de aprendizaje ya que se podría potenciar este tipo de entornos aportando mejoras si se tuvieran en cuenta desde su inicio. Sin embargo, esto queda fuera de nuestro alcance para este trabajo ya que ha de ser definido en fases anteriores e incluir en la concepción de edificios porque en cualquier caso queda fuera de este trabajo.

En ocasiones existen ciertas deficiencias en los aspectos organizativos y en las condiciones marco que afectan la implementación de los SLE, sobre todo un aspecto muy limitante para la expansión de este tipo de entornos de aprendizaje es la falta de una perspectiva metodológica unificada para la aplicación de estos SLE, quedando abierta a quien lo aplica su definición (Freigang, Schlenker, & Köhler, 2018b). En gran parte esta es una de las características más limitantes a la hora de la expansión de los SLE.

Finalmente, una de las grandes limitaciones que hoy en día tienen los SLE de forma interna para su aplicación en las Aulas es su automatización, es decir, es necesario definir una serie de reglas genéricas que desde el punto de vista pedagógico definan la reacción del sistema ante los estímulos de los datos que se le proporcionan. Para suplir esta carencia esta actividad deberá ser realizada por el profesor.

2.6 ENTORNOS DE APRENDIZAJE DEL FUTURO

Es evidente que los SLE, gracias a la revolución de la Tecnología IoT, está en pleno estado de desarrollo. Para este apartado nos basaremos en una investigación realizada por Cervera, Martín, (2016) en la que tratan de determinar cuál será la evolución de estos entornos de aprendizaje a medio y largo plazo.

Retos presentes y futuros

No debemos perder de vista que con el sistema educativo se pretende que, entre otras cosas, al acabar los alumnos tengan las habilidades necesarias para adaptarse a la sociedad y la realidad del mundo con el fin de tener una vida plena. Entonces resulta lógico pensar que la manera de hacer en los contextos educativos debería de estar más próxima posible a la realidad que nos encontramos en la calle. Si la forma en la que los ciudadanos se desenvuelven en su día a día está ligada a las posibilidades que nos ofrece la tecnología digital, es inútil pretender que el mundo educativo le dé la espalda a este hecho.

Por otra parte, la tasa de conectividad de nuestra sociedad es cada vez mayor y se crean nuevas maneras de relacionarse, de entretenerse y de acceder a la información, así como también aparece la necesidad de nuevas profesiones, al tiempo que desaparecen otras. En definitiva, vivimos en una sociedad cambiante a la que debemos adaptarnos. Sería completamente deseable que estas habilidades fueran trabajadas desde la escuela, aunque, lamentablemente, ésta se rige en muchas ocasiones por paradigmas más propios del siglo pasado. El sector educativo es, en determinados aspectos, reticente a los cambios, pero debe plantearse hasta qué punto tiene sentido organizar las actividades de enseñanza-aprendizaje en torno a la figura protagonista del docente como poseedor único del saber, el cual transmite de manera unidireccional a sus alumnos.

En un mundo en el que la información navega a la misma velocidad que la curiosidad de un niño y en el que es más sencillo que nunca comunicarse con los demás sin importar la distancia, cada vez cobra más sentido la construcción de un conocimiento de manera colectiva, entre todas y todos. Por esta razón se debería avanzar progresivamente hacia un paradigma metodológico en el que, gracias a los medios que la tecnología pone a nuestro alcance, podamos alcanzar esta meta.

La hibridación: las dos caras del espacio.

Una de las conclusiones a las que llegamos después de esta investigación es que la educación que se vehicule mediante SLE se deberá entender como un proceso de enseñanza-aprendizaje ligado a dos vertientes, una física y otra virtual, es decir un entorno híbrido virtual-real. Éstas serán dos caras de la misma moneda e irán a partir de ahora de

la mano en estos entornos. Ya no se debería hablar de un aula virtual y de un aula convencional.

Desde hace poco tiempo estamos observando en todas nuestras casas un episodio notable en la simbiosis cada vez más notoria entre las tecnologías digitales y nuestras vidas cotidianas y, por ende, entre la realidad y el mundo virtual. Se ha lanzado al mercado una tecnología ya existente que mezcla el visionado de entornos físicos reales con elementos virtuales, ésta se la califica como Realidad Aumentada y se nos está colando en nuestras casas a través de las simulaciones que hacen los noticieros para explicar y representar datos. Entendemos que resulta bastante significativo el hecho que simplemente se haya añadido un adjetivo para definir esta “realidad” diferente a la natural, como si a nivel léxico se aceptara de manera inconsciente que los elementos virtuales pasan a formar parte de la realidad para modificarla, para “aumentarla”.

Este mismo hecho nos ha lleva a pensar que, en el fondo, los Entornos Inteligentes de Aprendizaje atienden a este mismo principio: al de fusionar las realidades física y virtual (aunque no se visionen de manera simultánea), para dar como resultado una “realidad optimizada” –si se nos permite la expresión– con el fin de descubrir y aprovechar al máximo las potencialidades de los actores de este proceso. Lo expuesto no hace sino reafirmar los postulados afirmaban que había llegado el momento de aprender en las TIC, no mediante ellas.

Desde el mundo de la Arquitectura también se ha reflexionado sobre el “nuevo espacio” generado por la aplicación de las TIC al espacio arquitectónico. A éste se le ha calificado como espacio ubicuo, el cual se podría definir como un espacio definido virtualmente, que se aplica a un espacio construido (o no) en nuestra realidad tridimensional. Las características del contenedor físico de la actividad, en nuestro caso la educativa, carece de importancia, ya que la tecnología se encargará de adaptarlo a las necesidades de los usuarios. Este postulado no hace más que reforzar la idea de los vasos comunicantes entre realidad física y realidad digital.

Tecnología necesaria, pero no suficiente

El interés por incorporar las TIC en el sistema educativo es cada vez más evidente, tal como señalaba. Pero esta incorporación es buscada no simplemente para realizar las tareas propias de los docentes de una manera más sencilla, sino que cada vez se está haciendo más patente la necesidad de realizar un cambio metodológico profundo, una auténtica revolución en la manera de hacer del sistema educativo.

Como se ha indicado, vivimos en una era en la que la tecnología tiene un protagonismo capital en nuestras vidas. Ahora bien, se debe dejar meridianamente claro que la simple inclusión de dispositivos digitales en el aula no es suficiente para considerarla un SLE, tal y como ya se ha mostrado anteriormente. Se hace necesario el cambio metodológico al que se ha hecho referencia y, probablemente, una opción más que viable para realizar esta revolución sea basar una gran parte de los procesos de enseñanza-aprendizaje en las tecnologías digitales que, activamente, serán la guía del aprendizaje de nuestros alumnos en el contexto de un SLE.

Por último, una especial atención requiere otra cuestión de las que ha generado más consenso: cada alumno debería portar un dispositivo. En un SLE se hace imprescindible poder contar con una interfaz humana de aprendizaje (Koper, 2014) para que podamos interactuar con la Inteligencia Artificial, con el ente computacional que será el encargado de monitorizar nuestro aprendizaje. Este asunto podría generar un problema de recursos para la escuela pública, pero no debemos olvidar que, de manera bastante frecuente, los alumnos poseen un dispositivo con diversos sensores y de gran capacidad de procesamiento que llevan consigo a todas partes y que puede ser la respuesta a este problema: un smartphone.

Sea como fuere, el problema no reside en las tecnologías concretas a nivel de hardware, el cual puede ser muy diverso y está en constante evolución. El factor determinante a nivel tecnológico pasa por el software, el cual será quizá el elemento clave dentro de un Entorno Inteligente de Aprendizaje. Si se pretende monitorizar de manera efectiva el aprendizaje de un grupo de alumnos, se debería poder contar con una Inteligencia Artificial lo suficientemente avanzada para que nos propusiera actividades de forma personalizada, vigilara nuestros progresos o pudiera resolvernos dudas, entre otras cosas.

Las amenazas

Las afirmaciones anteriores llevan consigo unas connotaciones que entrañan un riesgo preocupante. Debemos tener presente que, en la concepción misma de un SLE, habrá siempre una Inteligencia Artificial presente. Puede darse el caso que ante esta situación el papel del profesor pase a un segundo plano o, incluso, que desaparezca, llegando a deshumanizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las implicaciones morales que este modelo de aprendizaje abre son alarmantes y deber tenerse siempre en consideración.

A la dicotomía que supone confrontar las ventajas de implementar ciertas tecnologías en los entornos de aprendizaje frente a los dilemas morales que ello supone, debemos enunciar otro punto. Las posibilidades que nos ofrece la tecnología respecto a la conectividad hacen que el entorno en el que se pueda dar un aprendizaje sea aquel al que llega la cobertura de Internet en nuestro dispositivo electrónico móvil. Esto supone un avance tremendamente significativo, ya que se podría transformar cualquier escenario en un lugar donde aumentar nuestro saber de un modo experiencial. Ahora bien, esta ultraconectividad puede desembocar en un control constante sobre nuestras actividades cotidianas por parte de un ente computacional que, evidentemente, no es nada deseable.

Por todo lo expuesto, resulta fundamental que en el enfoque que se le dé a la Educación que queremos, a la Educación que viene, no pongamos únicamente la mirada en las ventajas que supone respecto a la adquisición o creación de nuevos conocimientos y habilidades. No debemos olvidar que cuando nos enfrentamos a nuevas posibilidades, cuando se exploran nuevas fronteras, debemos ser tremendamente cautelosos en la evaluación de los pros y los contras, con el fin que esta ecuación no acabe resultando desfavorable.

2.7 ANÁLISIS DAFO APLICADO A SLE EN SECUNDARIA

A modo de resumen de este capítulo vamos a aplicar un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades). Este análisis se suele utilizar en el mundo empresarial para realizar planes de márketing estratégicos en los que se evalúa el

lanzamiento de un producto al mercado, pero se puede aplicar en cualquier ámbito dónde se quiera analizar las ventajas e inconvenientes de los SLE en el Aula de Tecnología.

Este análisis consiste en aplicar una herramienta estructurada al producto a analizar, en nuestro caso a un SLE haciendo especial hincapié en un contexto de Educación Secundaria. Nos permitirá tener información de forma simple y visual de debilidades que serán partes negativas en internas, las amenazadas que podrían hacer fracasar la aplicación desde el punto de vista externo. A favor tenemos las fortalezas que representan el potencial interno que tendrá la aplicación de los SLE y las Oportunidades que representa la aplicación de un SLE con respecto otras alternativas.

Debilidades (Internas)	Amenazas (Externas)
<ul style="list-style-type: none"> - Falta de recursos, equipos obsoletos, software desactualizado. - Nuevos problemas pedagógicos. - Falta de metodologías desarrolladas. -Estrategias de E-A evolucionando con la tecnología. - Falta de experiencia y reticencia a utilizar estas herramientas. -Difícil estandarización a todas las materias. 	<ul style="list-style-type: none"> -Vulnerabilidad de los datos de los usuarios. -Control de terceros sobre nuestras actividades. -Papel del profesor hacia un segundo plano frente a la IA (inteligencia Artificial).
Fortalezas (Internas)	Oportunidades (Externas)
<ul style="list-style-type: none"> - Gran adaptación al alumno. -Fomento de la autorregulación del aprendizaje. -Aprendizaje centrado en las necesidades del alumno. -Simplifican la gestión y el análisis del seguimiento (Centro). - Fomenta la motivación intrínseca de los alumnos. 	<ul style="list-style-type: none"> -Mundo cada vez más conectado y con facilidades de expansión. -Abren la escuela al mundo exterior. -Aprendizaje de nuevas habilidades y competencias.

2.8 CONCLUSIONES CAPÍTULO 2:

En el presente capítulo se han identificado los conceptos, características y potenciales problemas que puede tener la aplicación de un SLE en un aula de Educación Secundaria. esto está alineado con el subobjetivo de identificación de las características de los entornos de aprendizajes inteligentes (SLE). A forma de sumario se presenta la herramienta DAFO.

Estas características se han obtenido de forma documental, según cómo se había planificado en la metodología. Esta información resulta fundamental para definir la aplicación de un SLE. Sin embargo, es necesario realizar una validación que nos permita contrastar lo que ocurre en la realidad dentro del aula.

**CAPÍTULO 3: DEFINICIÓN Y
SELECCIÓN DE ESCENARIOS DE
APLICACIÓN DE SLE**

3.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo 3 está alineado con el subobjetivo de la búsqueda y selección de aquellos potenciales escenarios de aplicación de un entorno de aprendizaje SLE, en enseñanzas del área de Tecnología. Para ello se ha realizado la búsqueda de diferentes marcos de aplicación que pudieran servir de ejemplos o protocolo para ser aplicados en nuestro caso. Después de las primeras búsquedas, los escenarios que se encontraban relacionados estaban muy focalizados y ninguno de estos ejemplos podría servir de apoyo para la aplicación de SLE en el área de Tecnología para la Educación Secundaria.

Lo que sí que se ha encontrado es el trabajo desarrollado por Sirkka Freingang. A diferencia del resto de marcos para la definición de SLE, el trabajo desarrollado por Freingang et al., (2018b) es genérico y aunque inicialmente está más orientado al mundo empresarial, puede ser adaptado sin mayor problema a un aula de Educación Secundaria, y como tal lo podemos tomar como base para el desarrollo aplicado en el área de Tecnología. Meses atrás nos pusimos en contacto con la autora de la tesis para transmitirle nuestro objetivo y comprobar si su trabajo estaba centrado en Educación Secundaria. Nos contestó dándonos las gracias por el interés en su trabajo pero que efectivamente no estaba centrado en un campo de aplicación único, sino que es genérico para adaptarlo al ámbito que más interese.

Por ello en el presente capítulo se va a tomar el marco conceptual definido por Freingang, se describirá y se le darán los matices adecuados para que se pueda utilizar en el escenario que se considere adecuado dentro del área de Tecnología.

3.2 MARCO DE TRABAJO PARA ESTABLECIMIENTO DE UN SLE

A continuación, vamos a describir parte del trabajo en el que nos apoyaremos para la creación del marco de trabajo de aplicación del SLE. Este trabajo forma parte de una tesis doctoral y por ello es muy extenso. En este trabajo tomaremos parte de ello sin entrar en detalles profundos ya que de otra forma podríamos perder el objetivo particular.

El marco de trabajo que se propone está dividido entre patrones de diseño y factores de diseño. Los patrones de diseño son 5 y estos a su vez tienen 6 factores particulares, con lo que hacen que el marco tenga en general 30 factores con influencia para la definición del SLE. En lo que sigue haremos referencia a los patrones con letras entre corchetes [] y a los factores con letras y números entre paréntesis (), de esta forma tendremos identificado cada factor con su patrón correspondiente:

Los patrones que se presentan son los siguientes:

[O] Cultura colaborativa: En un SLE es fundamental que el aprendizaje se haga entre iguales ya que este tiene un gran potencial.

[A] Centralidad del usuario: Es necesario conocer las necesidades que cada usuario tiene de forma individualizada para que de esta forma se le proporcione el contenido adecuado generando una motivación intrínseca que resultará fundamental.

[B] Variedad didáctica: Aunque la aplicación esté centrada en el área de Tecnología, es necesario proporcionar un aprendizaje transversal, proporcionando material y contenido en aquellos puntos débiles, que permita al usuario estar más cómodo con el aprendizaje general de la asignatura

[C] Espacio de aprendizaje híbrido: ha de ser dual, combinado la presencia de un profesor que será el guía que marcará el aprendizaje, con el mundo virtual que será dónde se encuentre el contenido.

[D] Aprendizaje híbrido: basado en experiencias prácticas virtuales y físicas.

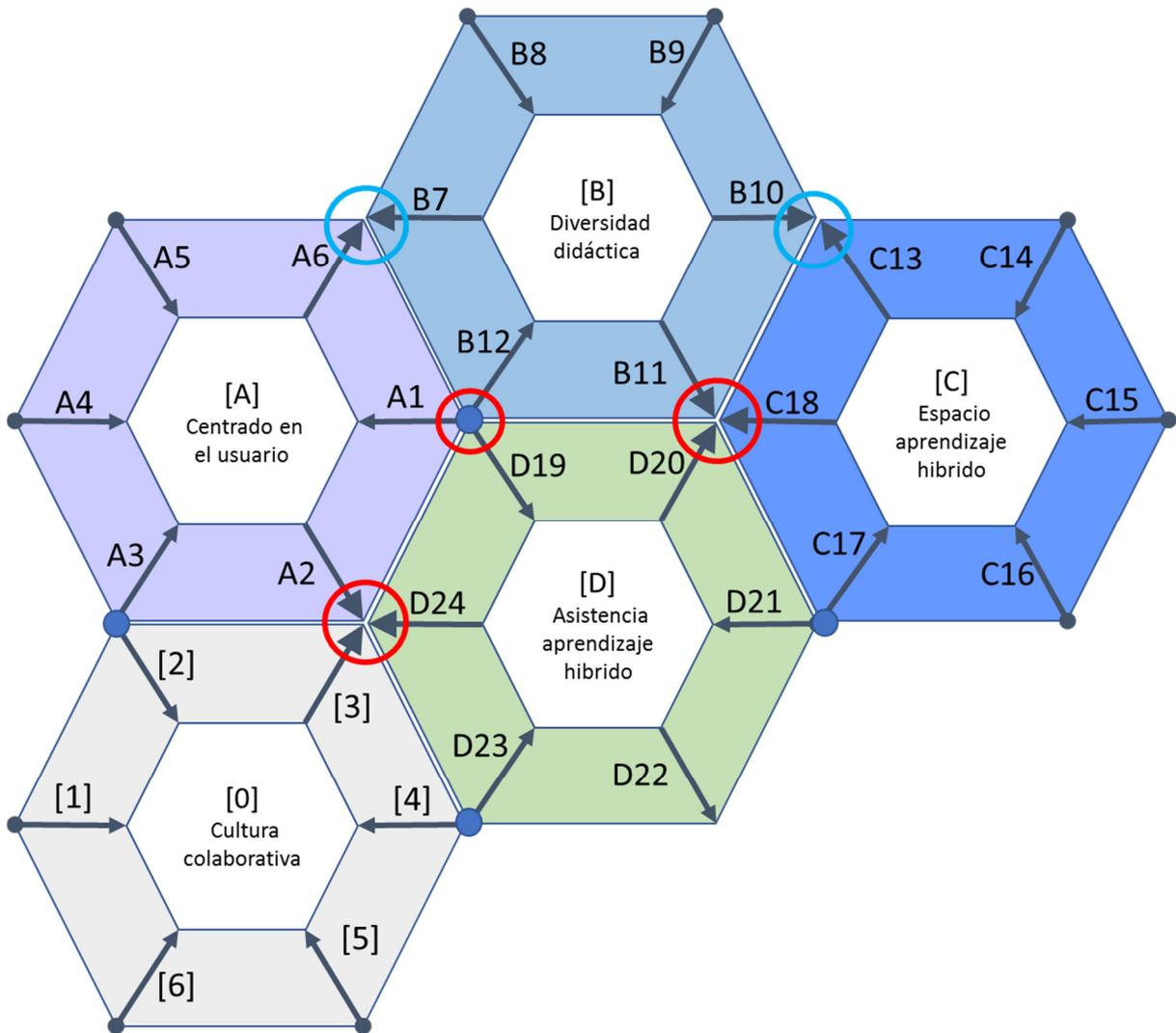


Fig. 5: Marco de diseño de un SLE con cinco patrones.(Freigang et al., 2018b)

Por su parte los factores que se muestran en la Tabla 1 representan colectivamente el entorno de aprendizaje inteligente ideal. Para cada patrón de diseño, Freigang (2018b) define seis factores de éxito que se deben desarrollar para el diseño efectivo del producto SLE.

Tabla 1: Patrones [] y Factores () para el diseño de un SLE

Factores asignados a cada patrón			
[0]	Cultura colaborativa	[A]	Centrado en el usuario
(1)	Experimentación Vs Planificación	(A1)	Análisis de los requerimientos
(2)	Líder (vs responsable)	(A2)	Empleabilidad a largo plazo.
(3)	Auto regulación (Vs Objetivos prescritos)	(A3)	Perfilado
(4)	Delegación (Vs Control)	(A4)	Oferta de entrenamiento opcional
(5)	Conexiones (Vs estructura heredada)	(A5)	Motivación intrínseca
(6)	Interdisciplina (Vs Especialistas)	(A6)	Entorno de aprendizaje personal.
[B]	Diversidad didáctica	[C]	Espacio de aprendizaje Híbrido
(B7)	Motivación aprendizaje colaborativo	(C13)	Herramientas de aprendizaje analógico y digital
(B8)	Aprendizaje orientado al puesto de trabajo.	(C14)	Requisitos estándar del puesto de trabajo.
(B9)	Formas ubicuas y adaptativas de aprendizaje	(C15)	Ambiente de aprendizaje agradable
(B10)	Aprendizaje apoyado por herramientas de apoyo.	(C16)	Mobiliario multifuncional y flexible.
(B11)	Diseño de formatos de aprendizaje híbrido	(C17)	Conjunto arquitectónico de concepto
(B12)	Aprendizaje personalizado	(C18)	Componentes integrados de IoT
[D]	Asistencia al Aprendizaje		
(D19)	Identificación de herramientas y contenidos.		
(D20)	Integración de procesos IoT		
(D21)	Ecología del conocimiento		
(D22)	Implementación aprendizaje analítico		
(D23)	Aplicación de privacidad por diseño		
(D24)	Sistema de recomendaciones		

El proceso de desarrollo de un SLE ha de ser secuencial, se inicia al analizar y reflexionar sobre la cultura colaborativa (patrón de diseño 0) para proporcionar la base para todo el

esfuerzo de diseño. La cultura corporativa difícilmente puede construirse directamente, en su mayor parte, esto se hace indirectamente a través de los otros cuatro campos, por lo que este primer patrón sirve solo para el análisis y la reflexión. El patrón se toma como [0] y los factores son números entre paréntesis ya que son factores que vienen definidos por condiciones externas al SLE.

El siguiente paso es trabajar activamente en los factores relacionados con el enfoque en el usuario (patrón de diseño A) y luego desarrollar este trabajo para desarrollar una variedad didáctica (patrón de diseño B). Entonces es hora de diseñar los aspectos espaciales (patrón de diseño C). El último paso es abordar los factores tecnológicos relevantes para los sistemas de aprendizaje inteligente (patrón de diseño D).

Los autores recomiendan utilizar este marco como una herramienta de diseño dinámico y centrarse en las áreas que muestran un gran potencial y son relativamente fáciles de poner en práctica. Los investigadores definieron siete requisitos mínimos necesarios para avanzar en etapas hacia la meta de crear SLE.

3.3 PATRONES PARA EL DISEÑO DE SLE

A continuación, se presentan los patrones de diseño individuales y sus respectivos factores de éxito en su interacción sistémica. En su origen estos han sido definidos para el ámbito empresarial, sin embargo, con pequeños matices podremos adaptar este marco conceptual a la Educación Secundaria.

Fase 0: Patrón de diseño [0]: Cultura colaborativa

La cultura colaborativa es un factor de éxito que fomenta una cultura participativa en una corporación. Esto debe entenderse como un medio de estrategias y acciones que incrementa la autonomía y la autogestión, lo que permite a los empleados realizar sus trabajos a largo plazo. La cultura corporativa determina si los empleados están capacitados para continuar su desarrollo profesional de manera auto-organizada en lugar de ser dirigidos o controlados por otros. En esta cultura, se hace una diferencia entre los empleados que son enviados a un curso de capacitación o se les da la oportunidad de hacer

un trabajo sin entrenamiento previo. También marca la diferencia si los empleados tienen permitido experimentar y cometer errores o si están obligados a seguir procedimientos estrictos.

Las estructuras de comunicación jerárquicas a menudo impiden un intercambio abierto y transparente. Sin embargo, el diálogo se puede promover, por ejemplo, a través de una red interna. Además, es más probable que se alcancen los objetivos establecidos por el aprendiz que los objetivos establecidos por otra persona. Las "perspectivas interdisciplinarias" que son propicias para iniciar proyectos innovadores e interdisciplinarios de aprendizaje también ayudan a trascender las estructuras heredadas tipo silo (apiladas). Se requerirán nuevas formas de liderazgo, en lugar de una simple gestión, para promover el aprendizaje en redes. El otorgamiento de poder duradero requiere un estilo de liderazgo empático basado en una colaboración confiable.

Fase 1: Patrón de diseño [A]-Centrado en el usuario

Como ya se ha mencionado en el apartado del estado del arte, una de las características básicas de los SLE es que han de estar orientados al usuario. Por ello resulta obvio que el proceso de diseño esté también orientado a asegurar que el SLE esté centrado en el usuario. El punto inicial de partida para el diseño debe arrancar en las necesidades que tienen los aprendices que usarán estos espacios de aprendizaje. Esta es la razón por la cual esta fase (A) es la inicial del proceso de diseño.

Las necesidades y ofertas de aprendizaje han de ajustarse para fomentar la "motivación intrínseca [A5]" y el interés. El "Análisis de los requisitos [A1]" debe ser conducido para adelantar el aprendizaje con destrezas técnicas y metodológicas que serán deseadas o necesarias para alinearlas estas con las habilidades técnicas y metodológicas que les darán respuesta y que estas a su vez estén en línea con los objetivos corporativos con el fin de garantizar la futura "empleabilidad [A2]".

El enfoque de abajo hacia arriba es para que los empleados se fijen metas por sí mismos. El enfoque de arriba hacia abajo es para que la organización establezca objetivos estratégicos. Los dos deben ser comparados y combinados de una manera equilibrada para crear "habilidades perfil", este será el "perfilado [A3]", que también puede ser iniciado por pares. Sirve para desarrollar un "entorno de aprendizaje personal [A6]" que apoya la

gestión de conocimiento individual basado en una "evaluación de necesidades [A1]" y puede utilizarse para formatos de aprendizaje formal e informal.

Todos los factores de éxito deben implementarse o diseñarse de manera proactiva uno tras otro, desde [A1] hasta [A6] para maximizar la concentración en el usuario y crear un entorno de aprendizaje personal que satisfaga las necesidades de aprendizaje de la manera más efectiva. Los factores que se implementarán secuencialmente se numeran en el patrón de diseño [A] y se marcan con una flecha. Los requisitos mínimos (MR) se muestran en rojo Fig. 5 .

Fase 2: Patrón de diseño [B]: Variedad didáctica

El patrón de diseño (B) es la segunda fase del proceso de diseño; como tal, se basa en la centralidad del usuario de la primera fase. El objetivo del patrón de diseño [B] es iniciar los procesos de aprendizaje más efectivos dentro de un SLE combinando diferentes modelos didácticos para crear una variedad de métodos. Este estudio ha demostrado que, a raíz de los cambios en el sector de la educación continua, el "aprendizaje orientado al lugar de trabajo (B8)" debe ser apoyado para satisfacer necesidades de aprendizaje emergentes y ad hoc según lo exijan los acontecimientos actuales. Por este motivo, el "aprendizaje personalizado (B12)" debe reforzarse para satisfacer las demandas de flujos de trabajo cada vez más ágiles. Las "formas ubicuas y adaptativas de aprendizaje (B9)" que se adaptan a las necesidades personales de los alumnos, así como a la situación actual en el lugar de trabajo o en el espacio de aprendizaje, deben desarrollarse para este fin.

Desde una perspectiva constructivista, el aprendizaje nunca puede ser controlado directamente y siempre requiere un esfuerzo activo en la parte del sujeto, esto es importante para el aprendizaje personalizado. Los resultados de este estudio muestran que las "formas colaborativas de aprendizaje (B8)" también son importantes. Se ocupan de las necesidades de aprendizaje emergentes que requieren intercambios y redes con otros expertos; hasta ahora, estas necesidades no se pueden satisfacer debido a la falta de formatos de aprendizaje estandarizados, por ejemplo, a través de la formación basada en web y similares. Los nuevos medios como Twitter y LinkedIn son particularmente adecuados para este propósito. Los métodos "analógicos", como Design Thinking, también son adecuados para promover la creatividad, el intercambio y la innovación. Con

técnicas de aprendizaje activo, como la creación de bocetos, dibujos y modelos simples, varios alumnos pueden explorar simultáneamente el problema y el espacio de la solución. Una variedad de herramientas y materiales deben estar disponibles para desarrollar y probar nuevas formas de aprendizaje; este es un factor de éxito para el diseño de la variedad didáctica. El modelo didáctico subyacente del "aprendizaje mediante herramientas de apoyo" es el factor de éxito (B10) y el "aprendizaje híbrido" es el factor de éxito (B11); Ambos se definen como requisitos mínimos en el patrón de diseño [B] "aprendizaje híbrido" que son procesos en los que los métodos de aprendizaje físicos y digitales se alternan a la perfección y, en el mejor de los casos, los objetos inteligentes sirven como objetos de aprendizaje totalmente integrados (por ejemplo, un bolígrafo inteligente).

Fase 3: Patrón de diseño [C] – Espacio de aprendizaje híbrido

El patrón de diseño (C) es la tercera fase del proceso de diseño; como tal, se basa en la variedad didáctica de la segunda fase. El proceso de diseño de los espacios de aprendizaje híbridos tiene que hacer uso de una infraestructura IoT ubicua e invisible. Los espacios de cotrabajo sirven como buenos ejemplos para el diseño físico. El ambiente afecta a la cultura del aprendizaje. Existe una gran diferencia si el estudiante está en una oficina gris o está inmerso en el diseño atractivo de una oficina como las de Google.



Fig. 6 Espacio de cotrabajo con diseño atractivo en oficina de Google.

Estos ejemplos pretenden ejemplificar los extremos, pero el diseñador tiene que encontrar el equilibrio adecuado. Según el estudio, el factor de éxito más importante es crear un

"ambiente de aprendizaje agradable (C15)", que se pueda fomentar con mucha luz natural, aire fresco, sombra suficiente, calefacción y refrigeración. Además, la integración de IoT debería permitir el control automatizado (individual) de estos "requisitos estándar del trabajo (C14)". Amplias ventanas que dejen pasar la luz natural suponen una ventaja y muestra de transparencia. El ruido debe suprimirse, por ejemplo, con paredes insonorizadas. Las formas, las estructuras y los colores de la habitación deben ser parte de un "conjunto arquitectónico de concepto (C17)" que inspira a las personas a aprender y trabajar de manera proactiva tan pronto como se encuentran en la sala. Un diseño agradable y moderno debe combinarse con un "mobiliario multifuncional y flexible (C16)" que se adapta fácilmente a diferentes escenarios de aprendizaje y trabajo.

Conceptos innovadores como bicicletas estáticas también podrían servir para crear una atmósfera que promueve el aprendizaje y llama a la gente a la acción (por ejemplo, mediante mesas hechas de palés). El concepto arquitectónico de la sala, es decir, el color, la estructura y el ambiente, también debe combinarse bien con el "entorno vecino (C17)". El "IoT físicamente integrado (C18)" y "herramientas de aprendizaje digitales y analógicas (C13)" se han definido como factores clave de éxito para el patrón de diseño (C) y como requisitos mínimos para diseñar espacios de aprendizaje híbridos.

Los objetos cotidianos se pueden transformar en "Objetos conectados" utilizando "IoT físicamente integrado (C18)". Esto significa mejorar objetos cotidianos, como ventanas con sensores y actuadores para crear un beneficio adicional y automatizado. La tecnología trabaja discretamente en el fondo, integrado en paredes, mesas, sillas, etc., se convierte en parte de la arquitectura y el mobiliario. Los ejemplos incluyen altavoces incorporados en paredes, sofás y similares, y divisores de habitación multifuncionales que sirven como pantalla táctil cuando es necesario y que de otra manera pueden usarse como estantes para muros de escritura. El segundo requisito mínimo, las "herramientas de aprendizaje analógicas y digitales (C13)" descritas en el patrón de diseño (B) para la variedad didáctica, deben estar accesibles en la sala de aprendizaje físico para permitir que los alumnos hagan cosas como lanzar programas de software desde su PLE (Personal Learning Environment) sin tener que instalarlo primero.

Fase 4: Patrón de diseño [D] – asistencia al aprendizaje.

El patrón (D) para diseñar un asistente de aprendizaje híbrido es el objetivo general del proceso de diseño SLE. Sobre la base de patrones de diseño anteriores, es la fase final y más complicada. Patrón de diseño (D) de éxito los factores deben implementarse de forma secuencial para garantizar que el asistente de aprendizaje (híbrido) proporcione las funciones necesarias para brindar una asistencia de aprendizaje óptima a través de un "sistema de recomendaciones (D24)". Los factores que se implementarán de forma secuencial están enumerados en el diseño Patrón [D] y marcado con una flecha. Esta secuencia de factores de éxito comienza con el factor (D19), por lo que los objetos de aprendizaje y el contenido de aprendizaje basado en el factor A1 deben explicarse y documentarse aún más específicamente.

Los diseñadores deben primero "identificar los objetos de aprendizaje actuales (y futuros) y el contenido de aprendizaje (D19) de forma sistemática" antes de poder pasar a la segunda y paso a paso integrar la construcción de la tecnología de Internet de las cosas en los objetos de aprendizaje identificados, con el fin de que puedan ayudar eficazmente al proceso de aprendizaje. El contenido específico de aprendizaje y los procesos de aprendizaje también se deben definir para luego construir sobre la base física integrada.

El IoT (C18) se centra en crear una "IoT integrada basada en procesos (D20)". El tercer factor de éxito es fomentar una "ecología del conocimiento (D21)". Sirviendo como una base de datos de conocimientos para el asistente, puede incluir varios recursos. y bases de datos. Sin embargo, los recursos de aprendizaje relevantes y las fuentes de conocimiento primero deben ser identificados y estar interconectadas. Sería una ventaja decisiva para los datos PLE (A6) que se utilizarán para este fin.

El cuarto paso es aplicar "Implementación aprendizaje analítico (D22)" y "privacidad por diseño (D23)" para establecer conexiones entre las diversas bases de conocimiento y fuentes de datos en cumplimiento con las leyes y obligaciones de privacidad de datos. Los procesos impulsados por la inteligencia artificial, como el aprendizaje automático, deben servir para respaldar las actividades de aprendizaje que no se hayan programado de antemano. De este modo, el asistente de aprendizaje puede identificar la situación de aprendizaje actual basándose en los datos de uso y el contexto reconocido. A continuación, puede decidir qué opción funciona mejor para los alumnos según el análisis predictivo (D22) que evalúa las situaciones pasadas y para responder de manera proactiva en el espíritu de un "sistema de recomendación (D24)".

Factores de éxito básico de aplicación en Educación Secundaria:

Siguiendo los pasos presentados en el capítulo 2 se conseguirá un desarrollo completo de un SLE para su aplicación en un escenario genérico. Sin embargo los investigadores marcan siete como los factores fundamentales, mínimos y necesarios que han de aplicarse de forma correcta para alcanzar el grado de desarrollo adecuado en un SLE :

1. Evaluación de necesidades [A1].
2. Aprendizaje apoyado por el kit de herramientas [B10]
3. Aprendizaje híbrido [B11]
4. Herramientas de aprendizaje digitales y analógicas [C13]
5. IoT físicamente integrado [C18]
6. Identificación de objetos de aprendizaje y contenido [D19]
7. IoT integrado basado en procesos [D20]

Por nuestra parte tomaremos estos factores del marco de definición del SLE, que sirven como una herramienta de planificación, análisis y desarrollo que combina niveles, dimensiones y áreas de influencia relevantes para el diseño y define simultáneamente los factores de éxito respectivos como el tipo ideal de diseño. Los patrones y factores reducen la complejidad de los SLE en una interacción recíproca e interacción recíproca.

3.4 CONCLUSIÓN CAPÍTULO 3:

Después de realizar una búsqueda de los diferentes marcos de trabajo para el desarrollo y aplicación de un SLE en el aula, se ha seleccionado un marco de trabajo genérico que abarcaba con mayor destalle todas las etapas de aplicación de un SLE. Aunque inicialmente está destinado a su aplicación en el mundo empresarial, con pequeñas modificaciones se puede adaptar a la Educación Secundaria sin mucho cambio como veremos en el Capítulo 4.

**CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE
ESCENARIO DE APLICACIÓN DENTRO
DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA
OBLIGATORIA**

4.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo contiene el principal objetivo de este trabajo, que conlleva la generación de una propuesta de aplicación de SLE con tecnología IoT en escenarios de una asignatura del área de Tecnología en educación secundaria. Se ha desarrollado este capítulo 4 en el que en primer lugar se ha realizado un análisis y búsqueda de aquellas asignaturas del área de tecnología que sean más susceptibles de aplicación de un SLE como herramienta de enseñanza-aprendizaje. De todas ellas se seleccionará la que pueda resultar más interesante para la integración de un SLE.

Revisando el currículo correspondiente a la CCAA de Castilla y León se ha elegido un bloque de la asignatura seleccionada, que se expondrá en más detalle aplicando la propuesta en un aula.

4.2 LISTADO DE ASIGNATURAS DEL ÁREA DE TECNOLOGÍA.

A continuación, se muestra una serie de tablas esquemáticas con las diferentes asignaturas programadas según la Ley LOMCE/2013 para cada uno de los cuatro cursos de la ESO.

Tabla 2: Asignaturas de 1º ESO

Asignaturas 1º ESO		
Troncales	Biología y Geología	3horas
	Geografía e historia	3horas
	Lengua Castellana y Literatura	4horas
	Matemáticas	4horas
	Primera lengua extranjera	4horas
Específicas	Educación Física	2horas
	Religión /Valores éticos	1horas
	Educación plástica, Visual y Audiovisual	3horas
	Tecnología	3horas
Libre configuración (Elegir una)	2ª Lengua extranjera	2horas
	Conocimiento del Lenguaje	2horas
	Conocimiento de las Matemáticas	2horas
	Tutoría	1horas

Tabla 3: Asignaturas de 2º ESO

Asignaturas 2º ESO		
Troncales	Física y Química	3horas
	Geografía e historia	3horas
	Lengua Castellana y Literatura	4horas
	Matemáticas	4horas
	Primera lengua extranjera	4horas
Específicas	Educación Física	2horas
	Religión /Valores éticos	1horas
	Música	3horas
	Cultura Clásica	3horas
Libre configuración (Elegir una)	2ª Lengua extranjera	2horas
	Conocimiento del Lenguaje	2horas
	Conocimiento de las Matemáticas	2horas
	Tutoría	1horas

Tabla 4: Asignaturas de 3º ESO

Asignaturas 3º ESO			
Troncales	Comunes	Biología y Geología	2horas
		Física y Química	2horas
		Geografía e historia	3horas
		Lengua Castellana y Literatura	4horas
		Primera lengua extranjera	3horas
	Elegir 1	Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Académicas	4horas
	Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Aplicadas	4horas	
Específicas	Obligatoria	Educación Física	2horas
	Elegir 1	Religión /Valores éticos	1horas
	Elegir 2	Educación Plástica, Visual y Audiovisual	3horas
		Tecnología	3horas
	Música	3horas	
LCA	Elegir 1	2ª Lengua extranjera	2horas
		Iniciación a la actividad emprendedora y empresarial	2horas
		Tutoría	1horas

Tabla 5: Asignaturas de 4º ESO

Asignaturas 4º ESO					
		Opción: Enseñanzas Académicas		Opción: Enseñanzas aplicadas	
		Itinerario: CIENCIAS	Itinerario: HH-CCSS		
Troncales	Comunes	Geografía e Historia			3 horas
		Lengua Castellana y Literatura.			4 horas
		Primera lengua extranjera.			3 horas
		Matemáticas Orientadas a Enseñanzas Académicas	Matemáticas Orientadas a Enseñanzas Aplicadas		4 horas
	Elegir 2	Biología y Geología	Economía	Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional	4 horas
		Física y Química	Latín	Iniciación Actividad Emprendedora	4 horas
		Tecnología	4 horas		
Específicas	Obligatoria	Educación física			2 horas
	Elegir 1	Religión /Valores éticos			1 horas
	Elegir 2 Específicas o (1Esp+ 1LCA)	Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)			2 horas
		Educación Plástica, Visual y Audiovisual	Cultura clásica	Educación Plástica, Visual y Audiovisual.	2 horas
		Cultura Científica	Música	Música	2 horas
LCA	Elegir 1	Segunda Lengua Extranjera			2 horas
		Educación Financiera			2 horas
		Programación informática			2 horas
		Tecnología			2 horas
		Tutoría			1 horas

Se han marcado en rojo las asignaturas de tecnología y afines. En la Tabla 6 presentamos un resumen de estas asignaturas seleccionadas, así como una descripción del contexto habitual en el que se suelen desarrollar las mismas.

Tabla 6: Resumen de asignaturas seleccionadas.

	Asignatura	Curso	Tipo	Contexto del alumnado
Asig. 1	Tecnología	1º ESO	Específica	Se trata de una signatura específica que cursará el 100% del alumnado que proviene de primaria y que cuya edad media está en torno a los 12 años.
Asig. 2	Tecnología	3º ESO	Específica	Al llegar a este curso, se da la opción a los alumnos de elegir dos asignaturas de entre tres. Previsiblemente escogerán esta asignatura alumnos que posteriormente se vayan a orientar por el itinerario de ciencias o enseñanzas aplicadas. Estos alumnos tendrán entre 14-16 años.
Asig. 3	TIC	4º ESO	Específica	Es una asignatura específica que pueden cursar todos los alumnos de este curso, independientemente del itinerario que sigan. Por ser 4º de ESO, nos podremos encontrar alumnado que venga de un ciclo de formación profesional básica (poco común). Tendrán entre 15-17 años.
Asig. 4	Programación informática	4º ESO	LCA	Es una asignatura de libre configuración que al igual que la anterior puede cursar cualquier alumno del curso.
Asig. 5	Tecnología	4º ESO	LCA	Esta asignatura es de libre configuración y sólo la podrán cursar los alumnos que tengan un itinerario académico orientado a cursar bachillerato. Rara vez suele impartirse en los institutos. Presumiblemente serán los alumnos que cursen ciencias. Tiene 2 horas de docencia semanales.
Asig. 6	Tecnología	4º ESO	Troncal de opción	En este caso se trata de una asignatura troncal de opción, que cursarán todos los alumnos con el itinerario de enseñanzas aplicadas, orientado a salir al mundo laboral o a ciclos de formación profesional. Es muy probable que, si los hubiera, el alumnado que provenga de un ciclo de formación profesional básico esté matriculado en esta asignatura. Tiene 4 horas de docencia semanal

A continuación de forma resumida expondremos los contenidos de los principales bloques que se han de tratar en cada una de las materia seleccionadas conforme al currículo establecido por la (Junta de Castilla y León, 2015):

[Asig.1] Tecnología (1º ESO): La asignatura de Tecnología pretende que los alumnos observen en su entorno los objetos y los avances que les rodean y vean en ellos el resultado de un proceso que abarca la ciencia y la técnica, el pensamiento científico y las habilidades prácticas. Los bloques de contenido para 1º ESO son los siguientes:

- Bloque 1. Proceso de resolución de problemas tecnológicos
- Bloque 2. Expresión y comunicación técnica
- Bloque 3. Materiales de uso técnico
- Bloque 4. Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas
- Bloque 5. Tecnologías de la información y la comunicación

[Asig.2] Tecnología (3º ESO): De la misma forma que la asignatura de Tecnología de 1º de ESO, aquí se pretende que los alumnos observen en su entorno los objetos y los avances que les rodean, en esta ocasión ya introduciendo elementos de acción de movimiento como motores o elementos neumáticos. Los bloques de contenido para 3º ESO son los siguientes:

- Bloque 1. Proceso de resolución de problemas tecnológicos.
- Bloque 2. Expresión y comunicación técnica.
- Bloque 3. Materiales de uso técnico.
- Bloque 4. Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas
- Bloque 5. Tecnologías de la Información y la Comunicación

[Asig.3] Tecnologías de la información y la comunicación (4º ESO): Bajo el término de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se agrupa al conjunto de tecnologías que permiten el acceso, producción, tratamiento, almacenamiento y comunicación de información, en forma de texto, imágenes y audio.

- Bloque 1. Ética y estética en la interacción en red
- Bloque 2. Ordenadores, sistemas operativos y redes
- Bloque 3. Organización, diseño y producción de información digital
- Bloque 4. Seguridad informática.
- Bloque 5. Publicación y difusión de contenidos
- Bloque 6. Internet, redes sociales, hiperconexión

[Asig.4] Programación informática (4º ESO): Pertenece a las asignaturas de libre configuración autonómica que ofertará el centro y que está condicionada a que haya más

de 8 alumnos para que se ejerza su docencia, está regulada por la Orden Edu/589/2016 (Junta de Castilla y León, 2016) y tiene los siguientes bloques de contenido:

- Bloque 1. Introducción a la programación
- Bloque 2. Entornos de programación gráfica por bloques
- Bloque 3. Lenguajes de programación mediante código.

[Asig.5] Tecnología (4º ESO): También pertenece a las asignaturas de libre configuración autonómica y está regulada por la Orden Edu/589/2016 (Junta de Castilla y León, 2016) y tiene los siguientes bloques de contenido:

- Bloque 1. Electrónica aplicada.
- Bloque 2. Control y Robótica.
- Bloque 3. Control neumático e hidráulico
- Bloque 4. Tecnologías del diseño asistido e impresión 3D

[Asig.6] Tecnología (4º ESO): A diferencia de la anterior, esta asignatura es troncal de opción y va orientada a alumnos que van a entrar en el mundo laboral o en ciclos de formación profesional.

- Bloque 1. Tecnologías de la información y de la comunicación
- Bloque 2. Instalaciones en viviendas
- Bloque 3. Electrónica
- Bloque 4. Control y robótica
- Bloque 5. Neumática e hidráulica
- Bloque 6. Tecnología y sociedad

4.3 SELECCIÓN DE ASIGNATURA PARA APLICACIÓN DE SLE

Aunque en las 6 asignaturas indicadas en el apartado anterior se podría aplicar la tecnología del IoT y con ello crear un SLE que permita crear nuevos procesos de enseñanza aprendizaje, para el alcance de este trabajo, seleccionaremos una de ellas sobre la que se realizará un desarrollo más concreto. A continuación, se aplicarán los patrones y factores de desarrollo de un SLE conceptual mostrado en la Fig. 5.

La asignatura seleccionada en esta ocasión es la de Tecnología 4º ESO, troncal de opción, por el itinerario de enseñanzas aplicadas. La justificación para decantarnos por esta asignatura se asienta en varias razones. Como ya se ha mostrado, tiene una carga lectiva

de 4 horas semanales, lo cual permite desarrollar la metodología con más tiempo frente a otras. La edad de los alumnos estará comprendida entre 15-17 años, lo cual les dará una madurez suficiente como para que sea más fácil que se produzca un mayor grado de auto regulación. Además, en esta asignatura, aunque no serán muy numerosos, concurrirán alumnos procedentes de formación profesional básica, con los alumnos que han promocionado desde 3º ESO. Lo cual supondrá una diversidad de conocimiento y velocidades de aprendizaje muy irregulares. Es aquí donde se espera que la aplicación de un SLE permita una gestión y coordinación del aprendizaje más centrada e individualizada en estos alumnos.

Dentro de esa asignatura se desarrollará la aplicación de la unidad correspondiente al Bloque 2: Instalaciones en viviendas, la cual se utilizará para explicar en detalle el SLE. Según la Orden EDU /362/2015 de (Junta de Castilla y León, 2015) tenemos que los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la asignatura son los siguientes. En base a estos requisitos establecidos para el currículo de Castilla y León, desarrollaremos la unidad didáctica correspondiente.

Tabla 7: Resumen de asignaturas seleccionadas.

Bloque 2. Instalaciones en viviendas		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>Instalaciones características: instalación eléctrica, instalación de agua sanitaria, e instalación de saneamiento.</p> <p>Otras instalaciones: calefacción, gas, aire acondicionado, domótica.</p> <p>Normativa, simbología, análisis y montaje de instalaciones básicas.</p> <p>Ahorro energético en una vivienda. Arquitectura bioclimática. Estudio y análisis de facturas domésticas.</p>	<p>1. Describir los elementos que componen las distintas instalaciones de una vivienda y las normas que regulan su diseño y utilización.</p> <p>2. Realizar diseños sencillos empleando la simbología adecuada.</p> <p>3. Experimentar con el montaje de circuitos básicos y valorar las condiciones que contribuyen al ahorro energético.</p> <p>4. Evaluar la contribución de la arquitectura de la vivienda, sus instalaciones y de los hábitos de consumo al ahorro energético.</p>	<p>1.1. Diferencia las instalaciones típicas en una vivienda.</p> <p>1.2. Interpreta y maneja simbología de instalaciones eléctricas, calefacción, suministro de agua y saneamiento, aire acondicionado y gas.</p> <p>2.1. Diseña con ayuda de software instalaciones para una vivienda tipo con criterios de eficiencia energética.</p> <p>3.1. Realiza montajes sencillos y experimenta y analiza su funcionamiento.</p> <p>4.1. Propone medidas de reducción del consumo energético de una vivienda.</p>

Metodología actual de la asignatura

La metodología que aplicar en la asignatura dependerá mucho del centro elegido y del personal docente. En general la metodología que se suele aplicar en la asignatura es la clase magistral, de tiza y pizarra para la teoría, con la introducción de algunas herramientas que apoyan al profesor para la explicación como presentaciones o medios audios visuales.

En los centros que se disponga de taller, se suele aplicar la metodología de aprendizaje basado en proyectos, en la que los alumnos tienen que llevar a cabo una pequeña maqueta para lo cual tienen que poner en práctica conocimientos aprendidos en la parte de la teoría. Esta parte en ocasiones puede venir apoyado por algún tipo de software, en aquellos centros en los que se disponga de equipos informáticos.



Fig. 7: Scratch y Tinkercad.

Alumnado de la asignatura.

En cuando al alumnado las preocupaciones que nos ha transmitido el personal docente de esta asignatura de tecnología en 4º de ESO, principalmente reside en la actitud del alumnado. Por norma general se suelen concentrar alumnos repetidores y de los PMAR en esta asignatura. En esta asignatura no suele ser fácil de tratar para todos los docentes ya que los alumnos tienen mucha diversidad en cuando a conocimientos previos y muchos de ellos están allí sin un objetivo claro, esperando a salir al mercado laboral.

4.4 PROPUESTA DE DISEÑO DE SLE PARA TECNOLOGÍA (4ºESO).

El objetivo general de este TFM es definir una propuesta en el que se podría aplicar un SLE para el aprendizaje en la asignatura de tecnología de 4º de ESO en un instituto de Castilla y León. Se tendrán en cuenta las limitaciones de recursos y de modificación de espacios que nos podríamos encontrar a priori en cualquier centro. En base a ello desarrollaremos el SLE de la forma más asequible en la que los recursos utilizados sean los mínimos que hagan un entorno de aprendizaje adecuado e innovador.

Para llevar a cabo el diseño de un SLE en la asignatura de Tecnología de 4º de ESO, tomaremos como base el trabajo de Sirkka Freingang (Freingang et al., 2018b) mostrado en el Capítulo 3. En base a estos patrones y factores para diseñar todo lo que atañe al entorno de aprendizaje inteligente, tomaremos uno de los bloques de la asignatura y desarrollaremos los contenidos de una unidad didáctica describiendo cómo sería su aplicación en ese entorno SLE que hemos diseñado. Como línea futura dejaremos la puesta abierta para que a modo de investigación acción, se lleve a cabo la aplicación de un SLE en este escenario, tomando el docente un rol activo en la investigación.

Tabla 8: Patrones de diseño de un SLE.

Patrones de diseño de un SLE	
[0]	Cultura colaborativa
[A]	Centrado en el usuario
[B]	Diversidad didáctica
[C]	Espacio de aprendizaje Híbrido
[D]	Asistencia al Aprendizaje

[0] Cultura colaborativa

Se fomentará una cultura participativa entre los alumnos en clase, para ello se aplican metodologías que les permitan experimentar en la creación de proyectos permitiendo que los alumnos se autogestionen el liderazgo. Como tal esto no forma parte del SLE, pero es una parte necesaria para el funcionamiento, llegado el caso de aplicación se deberá utilizar una metodología adecuada para fomentar esta cultura participativa.

En nuestra aplicación particular, proponemos la implantación de un tablero kanban (Fig 8), para que, al comienzo de cada clase, el alumnado reunido de pie (para que sea breve) defina y explique al resto las tareas que tiene programadas para la sesión. Esto hace que tomen responsabilidades frente al grupo y que tengan un comienzo de la clase inmersivo. Esta reunión durará no más de 5 minutos y cada vez uno de los alumnos será el líder Kaizen, esto es, tendrá la responsabilidad de gestionar al grupo para que todos hablen en orden y durante el tiempo adecuado.



Fig. 8: Tablero Kanban.

Este tablero consiste en un mural, en el que se diferencian 4 zonas, y sobre ellas se pegan unos post-it con tareas por hacer. Cuando un alumno toma una de esas tareas, pone el nombre en el post-it y el tiempo estimado de finalización y pasaría a la zona de tareas en proceso. En el caso de que se incorporen alguna cosa adicional no prevista inicialmente, se colocará en la zona de pruebas. Cuando estén finalizadas estas tareas pasarán a la zona de la derecha para que todos vean la evolución que han tenido. Esta herramienta pertenece al mundo físico, pero una vez que los alumnos la hayan llevado a cabo, el profesor se encargará de traspasarla a una aplicación virtual que permita el acceso a todos los usuarios bajo su perfil que les permita repasar el estado de las tareas.

Esta filosofía Kaizen da al alumnado una gran flexibilidad de pensamiento y autonomía de acción, además al realizarse delante del grupo hace que los alumnos adquieran un compromiso no escrito con el grupo que les obligará intrínsecamente a estar muy atentos a las tareas.

[A] Centrado en el usuario

Como punto de partida será necesario detectar las necesidades formativas de cada uno de los alumnos, para ello se realizará una evaluación inicial. Una vez detectadas las necesidades se proporcionará una oferta ajustada a esas necesidades para generar una motivación intrínseca al alumno.

Tabla 9: Factores concernientes al patrón de diseño [A]

[A]	Centrado en el usuario	Medidas
(A1)	Análisis de las necesidades	Evaluación inicial del conocimiento del alumnado. Serán realizados a través de un dispositivo digital y almacenados.
(A2)	Empleabilidad a largo plazo.	Contenido útil para el alumnado a largo plazo, se buscará que tenga la máxima relación con aplicaciones reales.
(A3)	Perfilado	En el caso de la asignatura de secundaria, el perfilado haría referencia al itinerario de enseñanzas aplicadas.
(A4)	Oferta de entrenamiento opcional	Información adicional estará a disposición del alumnado para su revisión cuando lo consideren oportuno.
(A5)	Motivación intrínseca	Se producirá esta motivación intrínseca si la oferta está acomodada con las necesidades del alumnado.
(A6)	Entorno de aprendizaje personal.	Todos los datos tanto de salida como de entrada, serán almacenados en un servidor que se utilizará para adecuar el entorno al usuario de forma exclusiva.

En este patrón de diseño es particularmente importante realizar una evaluación inicial para determinar los conocimientos iniciales que pudiera tener el alumnado sobre esta unidad en concreto. Esta evaluación se puede realizar a través de múltiples plataformas, incluso podríamos utilizar las propias del Moodle del IES en cuestión. Estas evaluaciones nos servirán para determinar qué grado de conocimiento y deficiencias en un determinado conocimiento pudiera tener cada uno de los alumnos. Se realizaría al comienzo de la unidad



Fig. 9: Aplicaciones para realizar tests de evaluación inicial.

Para realizar la evaluación inicial se utilizará Mentimeter o Kahoot, con el objetivo de gamificar el proceso de evaluación. Esto nos permitiría introducirlo en el SLE sin problemas y será motivador para el alumnado. En base a la puntuación obtenida, y al tema de las preguntas en las que haya fallado, cada uno de los alumnos se enfrentará a un contenido de temario específico. Aunque en futuras evoluciones la asignación se podrá realizar de forma automática mediante algoritmos, de momento proponemos que sea el profesor el que lo adapte a cada caso.

[B] Variedad didáctica

Este patrón se basa en dar al alumnado la formación que necesita. Para ello se combinarán los métodos de enseñanza que más se ajusten a las necesidades del alumno y estas irán evolucionando según se necesite reforzar las necesidades del alumnado. En el caso de esta asignatura de Tecnología la variedad didáctica reside en las competencias clave y la transversalidad hacia otras asignaturas, en este caso mirando con especial atención hacia el futuro de los alumnos que está en el mundo laboral y en las enseñanzas de ciclos formativos.

Tabla 10: Factores concernientes al patrón de diseño [B]

[B]	Diversidad didáctica	Medidas
(B7)	Motivación aprendizaje colaborativo	Se ha de fomentar el trabajo de forma colaborativa, que cada alumno forme parte de un grupo pero que a su vez conozca los procesos de otros alumnos.
(B8)	Aprendizaje orientado al puesto de trabajo.	En el caso de educación secundaria el aprendizaje está orientado al contenido de la asignatura y las competencias clave.
(B9)	Formas ubicuas y adaptativas de aprendizaje	Para nuestros alumnos hay dos espacios clave, el aula el lugar dónde realicen las tareas para casa (en mayor medida será en su hogar). Dentro del aula el sistema deberá detectar desde dónde está accediendo el alumno, parte de teoría o aula-taller.
(B10)	Aprendizaje apoyado por herramientas de apoyo.	Se utilizarán dispositivos digitales que sirvan al alumnado para acceder a la información en el momento que la necesiten bajo demanda, para ello se dispondrá de una plataforma
(B11)	Diseño de formatos de aprendizaje híbrido	Es fundamental que se combine la parte física con la virtual para que el aprendizaje se complemente. Para ello los métodos de trabajo serán proyectos con maquetas físicas en las que el alumnado podrá interactuar de forma virtual.
(B12)	Aprendizaje personalizado	Este factor es en el que se aúnan las necesidades de aprendizaje con la oferta.

[C] Espacio de aprendizaje híbrido

Este es uno de los puntos más importantes en la definición del entorno de aprendizaje ya que forma parte del atractivo visual de cara a los alumnos. Puede ser común para varias asignaturas en las que simplemente cambiando los “Smart object” y el contenido de las plataformas digitales. Para definirlo tomaremos en cuenta los siguientes factores.

Tabla 11: Factores concernientes al patrón de diseño [C]

[C]	Espacio de aprendizaje Híbrido	Medidas
(C13)	Herramientas de aprendizaje analógico y digital	Se dispondrá de Tabletas/Ordenadores que estén permanente conectados entre sí y con los “Objetos conectados” (Arduino, RFID, Bluetooth, etc.) proporcionando información al usuario y recogiendo datos para gestionar su aprendizaje.
(C14)	Requisitos estándar del puesto de trabajo.	En el caso de educación secundaria, no existen requisitos especiales que vayan más allá que los habituales.
(C15)	Ambiente de aprendizaje agradable	Este es un punto esencial, lo cuidaremos especialmente dividiendo el aula en diferentes áreas de trabajo bien identificadas, además se seleccionará un aula que tenga abundante luz natural, y la acústica de la sala estará amortiguada.
(C16)	Mobiliario multifuncional y flexible.	El mobiliario estará compuesto por mesas que se puedan adaptar en diversos tipos de forma que permitir ajustarse a las áreas creadas. Además, los colores del mobiliario serán llamativos y atractivos para el alumnado.
(C17)	Conjunto arquitectónico de concepto	Este concepto será la definición conjunta del concepto en el que todos los parámetros definidos en los factores previos están unidos formando el SLE.
(C18)	Componentes integrados de IoT	Estos componentes estarán compuestos por “objetos conectados” conectados a un ordenador principal que será el encargado de recoger los datos. También estarán conectadas las tabletas u ordenadores dónde los alumnos podrán consultar e introducir datos al sistema. ...

Debida a la importancia que tiene este patrón y que quizás es uno de los que más se aleja de la aplicación de SLE en la empresa, a continuación, vamos a llevar a cabo una descripción general del entorno del Aula dónde se instalará el SLE.

Entorno del Aula

En este apartado definiremos con más detalle la distribución y adecuación del aula al que hemos hecho referencia en la tabla anterior.

Para seleccionar el aula, en primer lugar, nos fijaremos en una que sea amplia y con abundante entrada de luz natural ya que se considera una parámetro esencial para la motivación del alumnado (Freigang et al., 2018a). Seleccionaremos la que más se ajusta a estos parámetros en la que hemos tomado como supuesta, es similar a una de un IES y dispone de tres ventanales, suficientemente amplios cómo para que entre abundante luz natural Fig. 11.

En cuanto al mobiliario estará compuesto por los siguientes elementos:

- **Mesas de grupo:** es una composición de mesas que permiten que los alumnos se pueden sentar por grupos de trabajo y que se puedan sentar mirándose los unos a los otros. El objetivo de esta distribución es eliminar la barrera imaginaria que supondría una fila de mesas distribuida de forma longitudinal y de esta forma fomentar la cultura participativa. En cada mesa habrá más de un dispositivo electrónico con pantalla dónde podrán consultar información y realizar actividades en las plataformas virtuales. Estos dispositivos estarán conectados a la RED y a la pantalla de la clase. Esto servirá para recogida de datos y para que con la autorización del profesor los alumnos muestren por la pantalla al resto de los alumnos sus proyectos.
- **Mesas de trabajo:** estas forman parte de la zona del taller y sobre las que realizarán trabajos que requieran la utilización de herramientas, como cortar madera, soldar circuitos electrónicos, etc. En definitiva, todo aquello que no puedan hacer en las mesas de grupo. Junto a estas se encontrarán las estanterías y tableros de herramientas. En estas mesas de trabajo también se podrán utilizar dispositivos como los Arduino que a través de pequeñas antenas sean capaces de comunicarse con un ordenador y actuar como un micro autómeta.
- **Pantalla:** Servirá para que el profesor muestre información para todos y sobre la que se podrán realizar indicaciones de actividades. Además, dispone de sonido y

conexión con los dispositivos de las mesas de grupos, de forma que facilite el aprendizaje entre iguales. Con el objetivo de mejorar la experiencia del alumnado, también se podría ofrecer realidad aumentada que verían a través de sus propios dispositivos móviles.

- **Panel Kanban:** Se trata de un tablero blanco sobre el que se pueden pegar post-it. En su defecto hace la misma función un panel de papel pegado a lo largo de la pared, sobre todo si el aula se utiliza para varias líneas. Sobre él se realizará la reunión diaria de reparto de actividades dentro de los grupos. Esta se ha de realizar al comienzo de la clase, todos de pie para que sea rápida.
- **Detector de ubicación:** Todos los alumnos contarán con un perfil dentro de la plataforma Moodle. Dependiendo de dónde se conecten para acceder, su contenido cambiará. No será el mismo cuando lo hagan desde clase que cuando lo hagan desde casa. Además, dentro de la clase existirán unas cámaras de infrarrojos que permitirán determinar la posición y el tiempo que los alumnos están en cada una de las áreas. Es una tecnología asequible y con poco esfuerzo de instalación. Además, no realiza una toma de imágenes de los alumnos, por lo que evitaremos problemas con la ley de protección de datos.



Fig. 10: Ejemplos de sensores de proximidad colocados para determinar la posición del alumnado en clase.

(Martinez-Maldonado, Echeverria, Santos, Santos, & Yacef, 2018)

- **Mesa del Profesor:** Desde ella se tiene un control de las conexiones de los dispositivos de los alumnos. De esta forma el profesor puede conocer que es lo que están observando los alumnos y actuar sobre el acceso que tienen los alumnos.

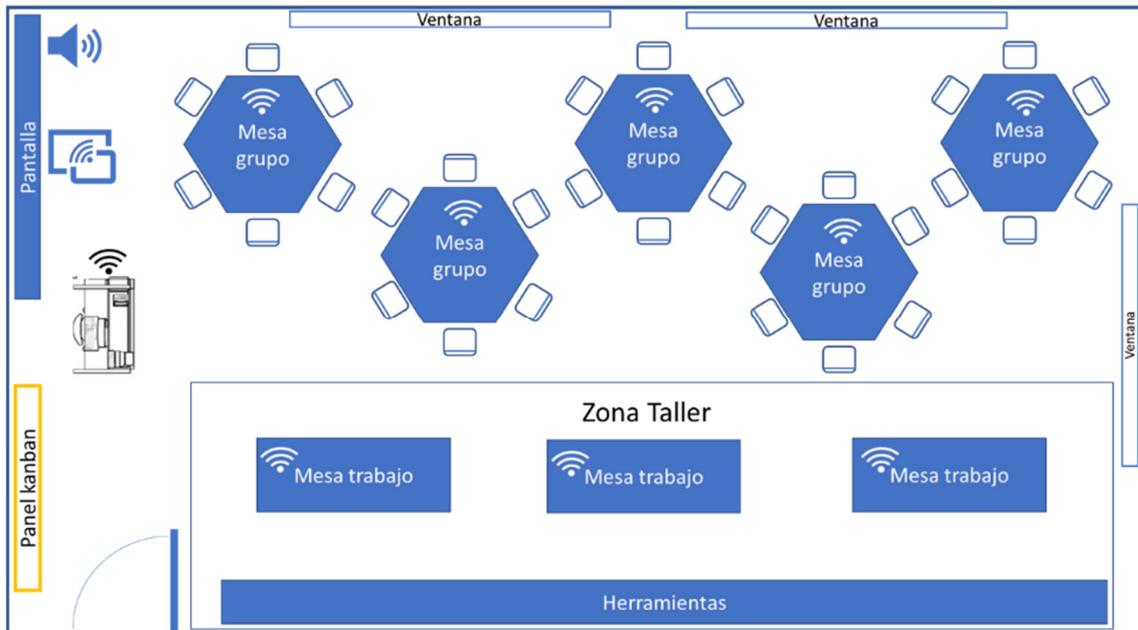


Fig. 11: Distribución del aula.

Recogida de datos

Hasta aquí, la distribución presentada podría ser como una distribución de una clase cualquiera que no aportaría gran cosa a un SLE. Sin embargo, es la tecnología IoT la que nos va a permitir crear el SLE. Para ello, como vemos en la Fig. 12 todos los elementos que nos permita recoger datos han de estar contenido en el “plano vertical”. Estos datos se almacenarán en la nube y se utilizarán de forma particular para cada una de las aplicaciones que se den en el Aula.

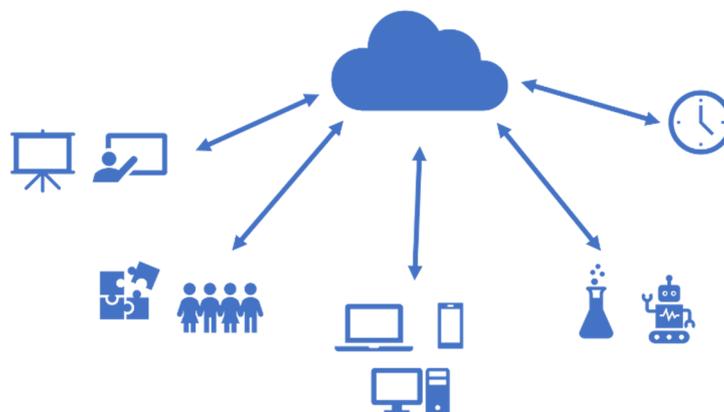


Fig. 12: Conexión de los elementos.

La gran incógnita que plantea la implantación de un SLE en educación secundaria, son los datos que recoger. La tecnología no es limitante en este caso, ya que con ella vamos

a poder obtener datos y almacenarlos sin problema. La cuestión es determinar qué datos son los que realmente aportan a la evolución del SLE. Lo que se está haciendo en la actualidad es recoger el mayor número de datos posible y almacenarlo en la nube, suelen ser ficheros de tipo texto y no ocupan gran espacio y en un futuro se pueden utilizar para estudios e investigaciones.

En el escenario que hemos contemplado, como primeros datos a tener en cuenta vamos a realizar el siguiente listado:

- Sensores de presencia para determinar la distribución de la ubicación de los alumnos por el aula cuando estos estén realizando actividades que requieran desplazamientos dentro del aula.
- Registro de la evolución con el tiempo de la concentración en el aula.
- Datos de tarjetas RFID que faciliten la identificación de los alumnos que están posicionados en cada una de las mesas de grupo.
- Monitorización de los accesos del alumnado a las plataformas, determinación de cuánto tiempo necesita el alumno para la realización de las tareas.
- Ubicación, determinar el lugar desde dónde se conecta el alumno a las plataformas digitales, esto es, dentro o fuera de clase.
- Ciertos datos podrán ser obtenidos también de los elementos Arduino que utilicen para la creación de sus proyectos mediante antenas de comunicación, esto pasarían a ser objetos conectados.

Se han seleccionado estos datos frente a otros posibles atendiendo a diferentes variables como pueden ser la facilidad de obtención de datos, el coste de los sensores, la importancia de la medida y la capacidad de la comunicación entre diferentes dispositivos electrónicos.

[D] Asistencia al aprendizaje

Esta fase es la más compleja con diferencia para el caso de educación secundaria. A diferencia del caso de la formación en una empresa, la diversidad del alumnado es muy elevada y más en 4º de ESO. A favor tenemos que un SLE tiene múltiples posibilidades para adaptarse a estos alumnos tanto para la atención a la diversidad, cómo para aquellos

alumnos que no hayan asistido a clase por problemas y que con posterioridad puedan acceder a la información. Esto les permitirá tener un seguimiento de la asignatura, que de otra forma no se llegaría a dar.

Tabla 12: Factores concernientes al patrón de diseño [D]

[D]	Asistencia al Aprendizaje	Medidas
(D19)	Identificación de herramientas y contenidos.	Este factor no puede ser fijado de una forma inamovible. Ha de evolucionar conforme a las necesidades de los alumnos y la asignatura.
(D20)	Integración de procesos IoT	Como parte de la hibridación, tenemos los “Objetos conectados” que serán la conexión del mundo real con el virtual. Estos objetos son muy variados y su misión principal es la de recoger datos, como tarjetas de Arduino, sensores de movimiento, de actividad, etc. También forman parte de estos objetos los equipos como tabletas y ordenadores que estarán conectados y servirán para mostrar información.
(D21)	Ecología del conocimiento	Este factor hace referencia a cómo vamos a guardar los datos que se recogen de los alumnos y con ellos crearemos nuevos ambientes de aprendizaje.
(D22)	Implementación aprendizaje analítico	Está basado en la recogida de datos, su análisis y procesamiento, para ayudar a los profesores y alumnos con sus objetivos didácticos.
(D23)	Aplicación de privacidad por diseño	Este factor hace tanto referencia al tratamiento de los datos que se recojan de los alumnos, como de aquella información que se sensible para ellos, como por ejemplo notas o correcciones de ejercicio o exámenes. Para ello se crearán perfiles en Moodle en los que sólo tendrán acceso los propios alumnos y su profesor. (Este punto se trata en más profundidad en el Capítulo 5)
(D24)	Sistema de recomendaciones	En el caso que nos aborda, trabajaremos con evaluaciones y la recomendación vendrá dada hacia el alumno a modo de feedback, proponiéndole, por ejemplo, que se repase un contenido que puede venir en un MOOC para mejorar cierto punto en el que está

La integración de elementos IoT en la clase se realizará a través de una conexión armonizada entre los contenidos digitales, los dispositivos electrónicos y el análisis de los

datos recogidos. Para realizar este análisis se proponen algoritmos a que, aunque no sean muchos los datos recogidos, sería inviable para el profesor gestionarlo sin la ayuda de un algoritmo que le permita analizar la información.

En la Fig. 13 se puede observar cómo es el flujo de información desde que se recogen los datos hasta que el contenido es mostrado por los dispositivos electrónicos.

Comenzamos por la recogida de datos, que se realizará a través de los objetos conectados. Estos datos son almacenados en la nube y analizados mediante algoritmos. De este análisis creado para cada uno de los alumnos se generarán contenidos digitales que le serán mostrados al alumno en dispositivos electrónicos. Este sería el último paso que volvería a cerrar el ciclo.

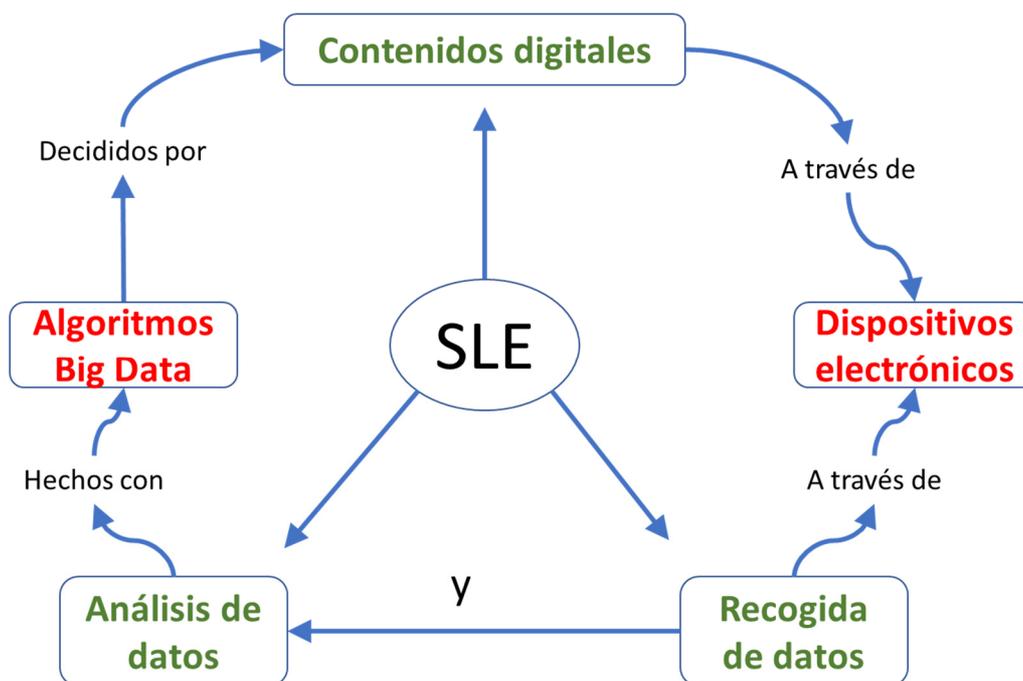


Fig. 13: Interacción de un SLE con los dispositivos electrónicos, la recogida y el análisis de los datos (Palau Martín, R.; Domínguez García, 2016).

4.5 EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA PROPUESTA

Para facilitar la explicación sobre cómo se aplicaría la propuesta presentada en la sección anterior, vamos a describir un escenario ilustrativo. Supongamos que Ramón es el

profesor de la asignatura de Tecnología de 4º de ESO en un IES de una localidad de Castilla y León.

Comienza la clase de Ramón, llegan los alumnos y acuden a sus mesas de trabajo de forma hexagonal (ver Fig. 11). Desde ellas podrán seguir la explicación en la que Ramón les da las pautas para realizar un proyecto en grupos de una pequeña maqueta que representará una casa y en la que tendrán que realizar instalaciones. Por experiencia Ramón sabe que en años pasados cuando estas pautas se daban en documentos, los alumnos tendían a ponerse a trabajar olvidando alguna de las pautas solicitadas y no lo relacionaban con facilidad lo que se les pedía con el contenido de la materia.

Ramón pondrá toda esa la información disponible de forma muy básica y ordenada en el Moodle de la asignatura. Realizará una pequeña introducción a los alumnos para reactivar los conocimientos previos y a continuación una prueba de evaluación a los alumnos utilizando una de las herramientas disponibles (p.e: Kahoot Fig. 9). Los alumnos sólo tendrán acceso a sus resultados, pero Ramón podrá cruzar los datos de los resultados con las informaciones previas disponibles. Esto lo podrá realizar el sistema de forma automática y podremos tener informaciones como ésta que se presenta a continuación: .

Alumno1: Tiene una alta puntuación en las cuestiones de electricidad y muy baja en otras instalaciones, el alumno viene de un PMAR dónde se realizaron talleres de electricidad.

-Con esta información (que se puede dar de forma visual y fácil de analizar para el profesorado): el SLE proporcionará más actividades de otras instalaciones dejando las de electricidad como píldoras de motivación, siendo incluso de un nivel superior.

Alumno 2: Tiene una puntuación muy baja en las preguntas con contenido de electricidad, sin embargo, en el resto de las instalaciones de una vivienda tiene una puntuación muy alta.

-El sistema le propondrá actividades (p.e videos o resolución de pequeños problemas) que le hagan ganar conocimiento en instalaciones eléctricas. Por el contrario, el resto de las actividades serán de mayor nivel.

Alumno 3: Tiene una puntuación muy baja en todas las preguntas. Es evidente que los conocimientos iniciales de este alumno sobre instalaciones en viviendas son muy bajos.

- Este alumno el sistema le propondrá una serie de tareas básicas de todos los bloques que tiene la asignatura. Como ejemplo se muestra en la Fig. 14 un Webquest para que el alumno lo realice por sí mismo.

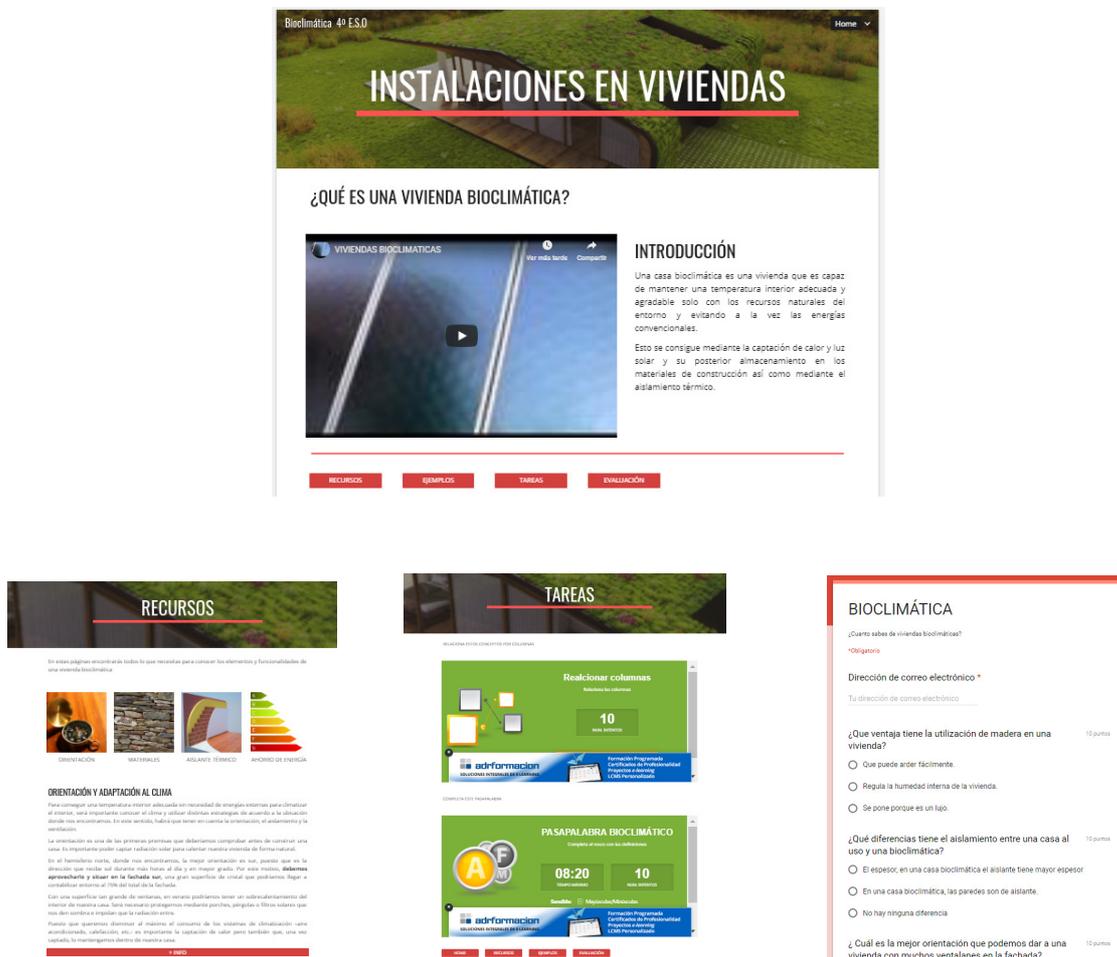


Fig. 14: Webques sobre instalaciones bioclimáticas en una vivienda.

Esta webquest ha sido creada a modo de ejemplo para este TFM y puede ser consultadas en el siguiente link.

<https://sites.google.com/view/bioclimatica4eso/home>

Al terminar la clase Ramón propondrá un proyecto colaborativo en el que entre todos los alumnos tendrán que realizar una maqueta de una vivienda en la que incluirán diferentes instalaciones que estarán controladas de forma remota y a su vez enviarán información al usuario, es decir una vivienda con tecnología IoT, para ello utilizarán placas de Arduino.



Fig. 15: Propuesta de proyecto colaborativo

Para preparar la siguiente clase, después de una semana, Ramón podrá revisar en el sistema qué alumno ha realizado la tarea y con qué grado de cumplimiento. Por ejemplo, podrá comprobar que el alumno 1 ha visualizado los vídeos, pero no ha abierto la lectura recomendada, luego su grado de conocimiento en ese punto de la materia no va a ser completo. Por el lado contrario el Alumno 3 ha realizado todas las tareas que se le habían propuesto y además ha continuado indagando en el contenido extra que se le ha proporcionado, luego el grado de conocimiento que ha adquirido será más elevado.

El profesor Ramón tiene información sobre qué alumno es más conveniente que se le asigne cada una de las tareas, por lo que puede decidir a qué alumno asigna la tarea y quien puede hacer aprendizaje entre iguales, puesto que tiene información sobre el conocimiento de los alumnos en su materia. Dependiendo de la situación será el profesor el que aplique la estrategia más adecuada.

Comienza el segundo día de la clase de Ramón (el ejemplo contempla varios días). Llegan los alumnos y antes de sentarse se colocarán en círculo en torno al panel Kanban Fig. 8. En él durante los 5 primeros minutos a cada alumno se le asignan las tareas que va a realizar dentro del grupo mediante post-it que quedará pegado hasta la próxima clase, dónde se revisará. Se realizará de pie para que sea rápido y dinámico, y posteriormente Ramón las introducirá en el sistema de forma virtual, para tener información del grado de cumplimiento de alumno.

Cada alumno tiene una tarjeta RFID que le identifica de forma automática en la mesa en la que se encuentra. De esta forma junto con la cámara de infrarrojos el sistema podrá identificar dónde están posicionados los alumnos si realizan un desplazamiento para colaborar con otro (aprendizaje entre iguales). Además, contaremos con los datos que nos envíen los Arduinos que estarán conectados a la maqueta de la casa. Si el sistema detecta que un alumno tiene un problema recurrente en una actividad, de forma automática podrá sugerirle la visualización de un video en la plataforma, que lo podrá hacer a través de una pantalla al uso o a través de unas gafas soporte para móvil y utilizarlas para realizad aumentada, dónde se le proporcionará información para abordar la tarea. Otra opción es que el sistema le proponga que le pregunte a otro alumno o al profesor.

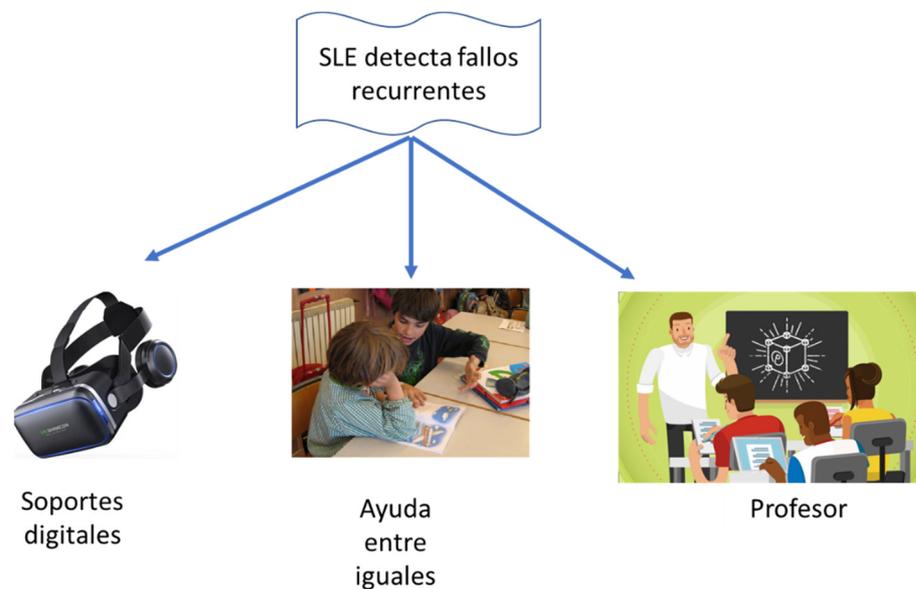


Fig. 16: Propuesta del SLE para un proporcionar ayuda a un alumno.

Del mismo modo cuando el alumno esté en su casa y acceda a la plataforma para realizar sus tareas para casa, estas no serán idénticas para todos, sino que estarán adaptadas a lo que el alumno necesita. Con todos estos datos el sistema podrá detectar la evolución del alumno y el profesor podrá reforzar esas deficiencias con material de refuerzo.

En definitiva, la propuesta de SLE que aquí se ilustra con un escenario, personaliza el aprendizaje a las necesidades del alumnado, es una herramienta de apoyo al profesor que detecta necesidades y las gestiona con su intervención si fuera necesario. Para hacerlo de forma automática sin la intervención del profesor es necesario que sean diseñadas reglas generales de acción desde el punto de vista pedagógico.

4.6 VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Como ya se ha comentado en el Capítulo 1, estaba planificado inicialmente realizar una serie de pruebas en las aulas de secundaria. Por problemas de calendario y del volumen de trabajo que esto requiere, no ha sido posible realizarlas, organizarlas dentro del periodo de realización de este trabajo. Por ello la alternativa que se ha tomado ha sido realizar una entrevista con un profesor de la asignatura que se ha seleccionado para la propuesta con el fin de conocer ... (indica aquí los objetivos de validación).

Este profesor cuenta con una experiencia superior a los 14 años en la docencia, en la actualidad está dando clase en un instituto de un municipio de Valladolid. En concreto una de las asignaturas que lleva es la de Tecnología de 4º de ESO. Se ha concertado una cita con este profesor, se le ha presentado la propuesta y **el objetivo es que nos transmitiese los posibles ventajas e inconvenientes** que podría tener este SLE aplicado en su asignatura. De esta forma podríamos tener una primera validación, aunque sea mínima, de la propuesta.

Se realizó una presentación similar a la que se va a realizar en la defensa de este trabajo fin de máster, haciendo hincapié en las ventajas que supondría la utilización de esta herramienta en una clase (aprendizaje a medida, motivación intrínseca, adecuación del contenido, mayor flexibilidad, mejora del grado de autorregulación, etc.).

En primer lugar, el profesor se mostró encantado con que se llevasen a cabo este tipo de iniciativas innovadoras precisamente en el área de la tecnología.

Le preguntamos cómo eran los alumnos de esta asignatura, nos transmitió que en su mayoría son alumnos que desencantados con la educación que han recibido y que en muchos casos se veía agravado por problemas personales que tenían en sus familias, que en ocasiones son económicos pero que eso no les privaba de tener móvil (Algo que parecía resultarle extraño al profesor). Una cosa que le preocupaba en gran medida es el alto absentismo que tenía en clase y que había conseguido reducir en parte por la utilización de softwares de diseño para la realización de algunas actividades. Decía que los alumnos competían entre ellos a ver quien era el que creaba piezas o circuitos más deprisa. Con

una cosa muy importante con la que nos quedamos de la entrevista es que el profesor nos decía que él quiere que sus alumnos aprendan cosas que les sirvan después. En este sentido sí que nos dio un baño de realidad, puesto que aunque en los que se han revisado aparecen ciertas menciones a esto problemas, no se toma consciencia de la misma forma.

Con respecto a la propuesta, una vez que se la habíamos presentado, el primer comentario que nos hizo es la falta de recursos que puede haber para iniciar una propuesta como esta, ya que, aunque no sea muy caros los dispositivos son necesarios una buena cantidad y es sencillo que se estropeen. Aparte de esto otro inconveniente que nos señaló es la posible reticencia que pudiera haber por parte de profesores a la utilización de medios tecnológicos en clase, pero que piensa que en un futuro breve estará más estandarizado.

En cuanto a los alumnos piensa que este tipo de SLE pueden ser beneficiosos para hacer que se sientan más motivados y que asistan más a clase. Piensa que incluso al dejarles el material disponible en la plataforma, aunque en alguna ocasión haya absentismo, es muy probable que finalmente acaben revisando el contenido disponible lo cual supondría una gran ventaja para el proceso de aprendizaje que ahora mismo no se da.

A modo de conclusión con respecto a la propuesta, nos dijo que en principio no veía inconveniente alguno para ponerla en marcha y que los posibles problemas surgirían en ese momento. Esta entrevista nos ha servido de validación de la propuesta tal alineada a los objetivos del trabajo.

4.7 CONCLUSIÓN CAPÍTULO 4:

En este capítulo se ha presentado la propuesta de un SLE aplicado al aula, el cual es el objetivo general del trabajo. Esta propuesta está basada en la documentación encontrada sobre este tema y sobre la que se han realizado una serie de hipótesis para conseguir su aplicación. Como tal tiene una serie de limitaciones que han de ser comprobadas y validadas antes de su puesta en funcionamiento.

A modo de reducir los riesgos posibles de su aplicación, se ha realizado una validación mediante una entrevista con un profesor de Educación Secundaria. Esta entrevista nos ha dado la parte de “realidad” del día a día que se tiene en las aulas con los alumnos y aunque en parte se han modificado algunos aspectos iniciales de la propuesta para mejorar aquellos puntos débiles que encontró el profesor, y la propuesta está más centrada en el área de tecnología de lo que otras preexistentes pudieran estar, necesita todavía de alguna fase de desarrollo más para poder llegar a ser aplicada en el aula. De ello trataremos en las líneas futuras.

CAPÍTULO 5: TRATAMIENTO DE DATOS RECOGIDOS

5.1 INTRODUCCIÓN

Uno de los puntos más importantes que debemos tener en cuenta para el diseño del SLE es el correcto tratamiento y uso de los datos de carácter personal. Aunque los datos que se recogen en el aula tienen un carácter educativo al estar asociados a los alumnos, están protegidos por el nuevo reglamento de protección de datos personales. Para nuestro caso aplicaremos la Guía de protección de datos personales en centros educativos (AEPD, 2018a).

Vamos a comenzar enunciando el decálogo para un correcto uso de los datos de carácter personal en los centros educativos, posteriormente siguiendo las directrices de la guía entraremos en más profundidad en aquellos puntos que tengamos que tratar de forma más concreta. Después se mostrarán en detalle los conceptos básicos sobre protección de datos y de las prevenciones y forma de trabajo necesarias para este tipo de datos, para finalmente describir cómo toda esta información afecta a nuestra propuesta de forma concreta.

5.2 DECÁLOGO PARA EL USO CORRECTO DE LOS DATOS

En la Tabla 13 presentamos el decálogo, extraído de AEPD (2018a), que será la base que tener en cuenta sobre la gestión de datos en nuestra propuesta.

Tabla 13: Decálogo básico para el correcto uso de los datos de carácter personal en un centro educativo.

Decálogo (AEPD, 2018a)	
1	En los centros educativos, los equipos directivos, profesores, personal administrativo y auxiliar en el ejercicio de sus funciones y tareas necesitan tratar datos de carácter personal de los alumnos y de sus familiares, lo que deberán realizar con la debida diligencia y respeto a su privacidad e intimidad, teniendo presente el interés y la protección de los menores.
2	Los centros educativos y las administraciones son los responsables de los datos y deben proporcionar formación sobre los principios básicos y cómo utilizarlos correctamente.
3	Por regla general, los centros educativos no necesitan el consentimiento de los titulares de los datos para su tratamiento, que estará justificado en el ejercicio de la función educativa y en la relación ocasionada con las matrículas de los alumnos. No obstante, se les debe informar de forma inteligible y de fácil acceso y utilizando un lenguaje claro y sencillo, que se puede realizar en el mismo impreso en el que se recojan los datos de:

	<ul style="list-style-type: none"> • La finalidad para la que se recaban los datos y su licitud, por ejemplo, para el ejercicio de la función educativa, o para difundir y dar a conocer las actividades del centro, • la obligatoriedad o no de facilitar los datos y las consecuencias de la negativa a facilitarlos, • los destinatarios de los datos, • los derechos de los interesados y dónde ejercitarlos, • la identidad del responsable del tratamiento: la administración educativa o el centro. <p>El reglamento europeo amplía la información que debe facilitarse a los titulares de los datos cuando se recaben de ellos mismos, añadiendo los datos de contacto del delegado de protección de datos y el plazo de conservación o los criterios para determinarlo</p>
4	Cuando sea preciso obtener el consentimiento de los alumnos o de sus padres o tutores para la utilización de sus datos personales por tratarse de finalidades distintas a la función educativa, se debe informar con claridad de cada una de ellas, permitiendo a los interesados oponerse a aquellas que así lo consideren.
5	Las TIC son herramientas fundamentales para la gestión y el aprendizaje de los alumnos. Las administraciones educativas y los centros deben conocer las aplicaciones que vayan a utilizar, su política de privacidad y sus condiciones de uso de éstas antes de utilizarlas, debiendo rechazarse las que no ofrezcan información sobre el tratamiento de los datos personales que realicen.
6	Las administraciones educativas y los centros deben disponer de protocolos, instrucciones, guías, directrices o recomendaciones para el uso de las TIC por los profesores, que deberán utilizar conforme a lo dispuesto. Su enseñanza y uso deberán adaptarse al grado de desarrollo del alumno.
7	Las comunicaciones entre profesores y padres de alumnos deben llevarse a cabo, preferentemente, a través de los medios puestos a disposición de ambos por el centro educativo (plataformas educativas, correo electrónico del centro).
8	El uso de aplicaciones de mensajería instantánea (como WhatsApp) entre profesores y familias o entre profesores y alumnos no se recomienda. No obstante, en aquellos casos en los que el interés superior del menor estuviera comprometido, como en caso de accidente o indisposición en una excursión escolar, y con la finalidad de informar y tranquilizar a los padres, titulares de la patria potestad, se podrían captar imágenes y enviárselas.
9	Los profesores deben tener cuidado con los contenidos del trabajo de clase que suben a Internet. Deben enseñar a valorar la privacidad de uno mismo y la de los demás, así como enseñar a los alumnos que no pueden sacar fotos ni videos de otros alumnos ni de personal del centro escolar sin su consentimiento y hacerlos circular por las redes sociales, para evitar cualquier forma de violencia (ciberacoso, grooming, sexting o de violencia de género).
10	Cuando los centros educativos organicen y celebren eventos (fiestas de Navidad, fin de curso, eventos deportivos) a los que asistan los familiares de los alumnos, constituye una buena práctica informarles, por ejemplo, al solicitarles la autorización para participar o mediante avisos o carteles, de la posibilidad de grabar imágenes exclusivamente para su uso personal y doméstico (actividades privadas, familiares).

Conceptos básicos:

Dato de carácter personal: Se considera como tal toda la información de una persona física, considerándose ésta como toda persona cuya identidad pueda identificarse, directa o indirectamente, en particular mediante un identificador, como por ejemplo un nombre, número de identificación. En el caso de un centro educativo tendremos el nombre y apellido del alumno, de sus familiares directos, su teléfono de contacto, la dirección, correo electrónico, las imágenes de los alumnos, la información relativa a sus padres (estudios, lugar donde trabajan, etc.) serán considerados como de carácter personal.

Categorías de los datos: Algunos de los datos personales son especialmente sensibles por revelar circunstancias o información de las personas más cercanas. Forman parte de esta categoría los siguientes datos:

- ➔ Que revelen la ideología, afiliación sindical, religión y creencias.
- ➔ Referencias al origen racial, a la salud y la vida sexual.
- ➔ Datos de comisión de infracciones penales o administrativas.
- ➔ Datos biométricos y genéticos.

En educación es habitual que se traten datos relativos a la salud física o mental de los alumnos, así como la presentación de servicios de atención sanitaria.

Tratamiento de datos: Cualquier actividad en la que estén presentes los datos de carácter personal, constituirá un tratamiento de datos. En los centros educativos, la recogida de datos de los alumnos y de sus padres al inicio del curso escolar es un ejemplo del tratamiento de datos de carácter personal, también lo es el mantenimiento y actualización del expediente del alumno y la captación y grabación de imágenes mediante un sistema de video vigilancia.

Legitimación para el tratamiento de datos: Según el reglamento europeo los 16 años es la edad límite para prestar el consentimiento. El consentimiento para tratar datos personales se puede revocar en cualquier momento. Pero además del consentimiento, existen leyes que permiten el uso de datos personales sin el consentimiento expreso del interesado. Los centros docentes están legitimados por la Ley Orgánica de Educación de 2016 (LOE) para el tratamiento de datos en el ejercicio de la función educativa. También están legitimados para el desarrollo y ejecución de la relación jurídica que se produce con la matriculación

del alumno en un centro, así como el consentimiento de los interesados, o de sus padres o tutores si son menores de 14 años o por las existencias en los centros privados de intereses legítimos que, previa ponderación con los derechos y libertades de los afectados, se considere que prevalecen sobre éstos.

Medidas de seguridad: Uno de los puntos más críticos que tenemos que tener en cuenta a la hora de utilizar un SLE con alumnos es la protección de sus datos personales. Es por ello por lo que el tema de la seguridad de los datos es posiblemente la parte más importante de la protección de las infraestructuras Cloud asociadas a los SLE. En este sentido, es importante que los proveedores de servicio garanticen la seguridad de los datos tanto en reposo como en tránsito mediante técnicas criptográficas, usos de canales seguros de comunicación, etc.

Supresión de datos: Uno de los principios de la protección de datos es el tiempo que han de guardarse. De forma general, se pueden almacenar por el tiempo que se considere estrictamente necesario para realizar la función para que fueron recogidos. Los datos relativos al expediente académico, en cambio, deben ser conservados, ya que pueden ser solicitados por los alumnos con posterioridad a la finalización de los estudios.

Grupos de en aplicaciones de mensajería instantánea con los alumnos: Con carácter general, las comunicaciones entre los profesores y los alumnos deben tener lugar dentro del ámbito de la función educativa y no llevarse a cabo a través de aplicaciones de mensajería instantánea. Si fuera preciso establecer canales específicos de comunicación, deberían emplearse los medios y herramientas establecidas por el centro educativo y puestas a disposición de alumnos y profesores (por ejemplo, áreas específicas en la intranet del centro o uso de plataformas que cumplan los requisitos que se verán más adelante) o por medio del correo electrónico. En nuestro caso para la creación del SLE se podría utilizar el propio Moodle como servicio de mensajería.

Tratamiento de las imágenes de los alumnos: Si la grabación de las imágenes se produjera por el centro escolar con fines educativos, como trabajos escolares o evaluaciones, el centro o la administración educativa estarían legitimados para dicho tratamiento sin necesidad del consentimiento de los alumnos o de sus padres o tutores. Cuando la grabación de las imágenes no se corresponda con dicha función educativa, sino que se

trate de imágenes de acontecimientos o eventos que se graban habitualmente con fines de difusión en la revista escolar o en la web del centro, se necesitará contar con el consentimiento de los interesados, a quienes se habrá tenido que informar con anterioridad de la finalidad de la grabación, en especial de si las imágenes van a estar accesibles de manera indiscriminada o limitada a la comunidad escolar. Se recomienda que la publicación de estas imágenes en la web del instituto tenga lugar en privado, al que acceder con una identificación y contraseña.

Imágenes captadas durante actividades escolares: Los profesores, en el desarrollo de la programación y enseñanza de las áreas, materias y módulos que tengan encomendados, pueden disponer la realización de ejercicios que impliquen la grabación de imágenes, normalmente de los propios alumnos, que sólo deberán estar accesibles para los alumnos involucrados en dicha actividad, sus padres o tutores y el profesor correspondiente. Es decir, en ningún caso el mero hecho de realizar la grabación supone que la misma se pueda difundir de forma abierta en internet y que se pueda acceder de manera indiscriminada. En estos casos el responsable del tratamiento es el propio centro o la Administración educativa.

En el caso de que algún padre, madre o tutor legal se niegue a que se tomen imágenes de su hijo en un evento educativo del centro, se ha de informar a los padres que la toma de fotografías y videos es posible como actividad familiar, exclusivamente para uso personal y doméstico, que está excluida de la aplicación de la normativa de protección de datos.

Utilización de plataformas educativas: En un SLE la utilización de plataformas educativas, tanto de gestión como de aprendizaje es esencial, por ello han de ser incluidas en este apartado. Para más información al respecto recomendamos utilizar el “Informe sobre la utilización por parte de profesores y alumnos de aplicaciones que almacenan datos en nube con sistemas ajenos a las plataformas educativas”(AEPD, 2018b) creado por la agencia española de protección de datos para orientar a los centros educativos sobre cómo actuar para su uso. No obstante, aquí haremos hincapié en algunos puntos principales que nos puedan ayudar a definir un SLE. En este punto lo más crítico es el almacenamiento de datos fuera de las aplicaciones educativas, como puedan ser Dropbox, Google Drive, e iCloud. Estas son utilizadas tanto por los profesores como por los

alumnos con la finalidad fundamental de compartir archivos y materiales didácticos. Al utilizarse estas aplicaciones, deberá evitar incluir datos personales sensibles, tales como datos relativos a la salud, datos bancarios, contraseñas, fotos o videos. Sobre la ubicación de los datos, estos deberán estar almacenados en un país del Espacio Económico Europeo o un país que ofrezca un nivel de protección equivalente.

Algunas de las aplicaciones utilizadas fuera de las aplicaciones del centro, aunque sean muy útiles para la docencia, no ofrecen suficiente información para valorar su adecuación a la normativa. Por ejemplo, en materia de seguridad, sobre la ubicación de los datos, el periodo de retención de estos, ni los responsables de los tratamientos de datos. Por ello deben utilizarse únicamente aquellas aplicaciones que ofrezcan información claramente definida sobre los tratamientos de datos, el periodo de retención y las garantías con relación a su seguridad.

Las aplicaciones educativas, que se utilicen, deben estar incluidas en la política de seguridad del centro educativo. Así mismo, las aplicaciones que se utilicen deberán permitir el control, por parte de los tutores o profesores, de los contenidos subidos por los menores, en especial los contenidos multimedia.

Sobre la seguridad de los datos (AEPD, 2018b):

La responsabilidad del cumplimiento de las medidas de seguridad debe entenderse siempre compartida entre los diferentes actores intervinientes (responsable de la aplicación, Centro Educativo y usuarios), debiendo en todo caso el responsable de la aplicación facilitar las medidas técnicas adecuadas para garantizar la seguridad de los datos tratados, y el Centro aplicarlas o utilizarlas correctamente, además de implementar las medidas organizativas apropiadas.

5.3 DATOS DE CARÁCTER PERSONAL EN LA PROPUESTA

Con respecto a cómo afecta lo anterior a la propuesta de la creación de un SLE, vamos a intentar que tenga la menos afectación posible, ya que trabajaremos con una serie de prevenciones, en cualquier caso la utilización de un SLE está enmarcado dentro de una actividad docente con objetivos pedagógicos y por ello la ley ampara que se pueda realizar la recogida de datos. De forma genérica, supondremos como primer paso que contaremos

con la autorización de los padres/madres o tutores de los alumnos para utilizar sus imágenes. Sin embargo, para la propuesta que hemos presentado, esto no es un hito crucial ya que no necesitaremos tomar imágenes a los alumnos o la localización por GPS.

En cuando a los datos personales, como se ha comentado en el Capítulo 4 los alumnos irán identificados con una tarjeta RFID, la cual lleva asociado un código que evita que en caso de robo de datos, estos puedan ser utilizados por terceros. Estos códigos de las tarjetas tendrán un cifrado sencillo que serán fácil de interpretar por el profesor, pero que para una persona ajena a la clase no le permita seguir una interpretación de los datos que pudieran ser sensibles.

Con respecto a la seguridad de los servidores utilizados, estos serán gestionados por el centro y aunque no sea nuestra competencia apoyaremos que se utilicen servidores oficiales que eviten el riesgo de robo de información tal y cómo sugiere el decálogo que se ha presentado con anterioridad en la Tabla 13. Además, se proporcionará información a los alumnos sobre el protocolo de actuación y navegación en Internet que el centro tendrá a disposición del profesorado.

Las comunicaciones entre alumnos y profesores, así como entre el personal docente y las familias seguirá el cauce que marque la dirección del centro, quedando fuera el uso del SLE para tal aplicación. No obstante, sí que se podrá mostrar información sobre el seguimiento y evolución del aprendizaje de los alumnos por extraído del SLE. En ningún caso se vinculará el SLE a una aplicación de mensajería instantánea de los alumnos. Las comunicaciones entre alumnos y el historial de navegación estarán supervisado por le profesor que podrá recibir algún tipo de alerta cuando se detecte alguna utilización indebida, algún caso de acoso escolar, sexting o similar.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

En este trabajo se ha realizado una propuesta de aplicación de un SLE en un escenario de un aula del área de Tecnología en 4º de ESO. Para conseguir este objetivo ha sido necesario llevar a cabo una serie de tareas para alcanzar los objetivos específicos. Entre ellos se ha realizado una búsqueda de conceptos y características de la tecnología de IoT para su integración dentro de un SLE, destacando de estos ambientes de aprendizaje aquellas características más adecuadas para la Educación Secundaria. En esa línea se han buscado la potencial problemática que podría presentar su utilización en un aula, así como sus limitaciones.

Por otra parte, se han buscado diferentes marcos de trabajo para aplicar a la hora de definir un SLE en un aula. Entre los que se han estado manejando se ha escogido el más general y conceptual que estaba abierto a ser aplicado a cualquier ámbito. Aunque inicialmente este marco estaba orientado a un mundo empresarial, se han realizado ligeras modificaciones en sus factores de diseño para adaptarlo a la Educación Secundaria y en concreto al área de Tecnología.

En este punto se ha de verificar la idoneidad de las propuestas realizadas. Aunque están soportadas por la documentación revisada, dado que la propuesta está basada en una revisión bibliográfica y no en datos experimentales, es necesario realizar algún tipo de contraste. Por esta razón se planteó una validación a través de una entrevista con un profesor con experiencia en la materia en la que se planea aplicar el SLE. A raíz de esta entrevista, la cual fue muy útil para centrar los objetivos y llevar a tierra ciertas ideas que en la documentación no estaban especificadas.

Durante todo el proceso de búsqueda de información, así como de las entrevistas realizadas al personal docente, hemos observado que desde hace menos de una década se está fomentando el uso de tecnologías en la docencia, que por parte del profesorado tienen claro que los métodos de enseñanza han de evolucionar y lo harán de la mano de las tecnologías.

Se puede constatar que tanto los alumnos como el personal docente están demandando herramientas que les ayuden a gestionar y fomentar el aprendizaje de su alumnado. En ese sentido el trabajo que aquí se presenta tendría buena aceptación para su utilización en

una clase de Educación Secundaria, tal y cómo nos lo han manifestado en la entrevista mantenida.

Con lo mostrado a lo largo del trabajo se ha revisado la documentación y se ha realizado una propuesta de aplicación de un SLE que pretende mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y el grado de autorregulación, al tener un contenido ajustado a las necesidades del alumnado, facilitando la labor del profesor (siempre necesaria) en cuanto a gestión y proporcionando una motivación intrínseca al alumnado. Aunque con este trabajo se asienta una primera piedra, se ha de seguir trabajado para mejorar su efectividad en por ello que se proponen las siguientes líneas futuras que complementen a este trabajo.

Con respecto a las metodologías docentes a aplicar, aunque la mayoría de las que se utilizan actualmente puede ser utilizada en un SLE, sería conveniente realizar un estudio que encontrase aquellas con las que se saque mayor partido a la enseñanza en las que se utilice un SLE o incluso evolucionar alguna de ellas.

Por otra parte, está la gestión que se hace del análisis de los datos del aprendizaje. A día de hoy no se tienen unas claras reglas pedagógicas de reacción frente a las diferentes acciones de los alumnos. Estas se irán generando con el tiempo, la recolección de datos y su análisis.

Para concluir, las tecnologías en este campo prometen tener mucho futuro, y como tal es necesario animar a utilizarlas, pero siempre teniendo en cuenta aspectos pedagógicos y organizativos.

INDICE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

Fig. 1: Previsión de elementos IoT conectados (en Billones) (Fuente: Statista, mayo 2019)	
.....	¡Error! Marcador no definido.
Fig. 2: Gráfico explicativo de un SLE	¡Error! Marcador no definido.
Fig. 3: Minecraft es uno de los videojuegos que más de usan en educación.	¡Error! Marcador no definido.
Fig. 4: Robot educativo construido por los propios alumnos.	¡Error! Marcador no definido.
Fig. 5: Marco de diseño de un SLE con cinco patrones.(Freigang et al., 2018b).	¡Error! Marcador no definido.
Fig. 6 Espacio de cotrabajo con diseño atractivo en oficina de Google.	¡Error! Marcador no definido.
Fig. 7: Scratch y Tinkercad.	53
Fig. 8: Tablero Kanban.	54
Fig. 9: Aplicaciones para realizar tests de evaluación inicial.	56
Fig. 10: Ejemplos de sensores de proximidad colocados para determinar la posición del alumnado en clase. (Martinez-Maldonado, Echeverria, Santos, Santos, & Yacef, 2018)	60
Fig. 11: Distribución del aula.	61
Fig. 12: Conexión de los elementos.	61
Fig. 13: Interacción de un SLE con los dispositivos electrónicos, la recogida y el análisis de los datos(Palau Martín, R.; Domínguez García, 2016).	64
Fig. 14: Webques sobre instalaciones bioclimáticas en una vivienda.	66
Fig. 15: Propuesta de proyecto colaborativo	67
Fig. 16: Propuesta del SLE para un proporcionar ayuda a un alumno.	68

TABLAS:

Tabla 1: Patrones [] y Factores () para el diseño de un SLE	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3: Asignaturas de 1º ESO	46
Tabla 4: Asignaturas de 2º ESO	46
Tabla 5: Asignaturas de 3º ESO	46
Tabla 6: Asignaturas de 4º ESO	47
Tabla 7: Resumen de asignaturas seleccionadas.	48
Tabla 8: Resumen de asignaturas seleccionadas.	52
Tabla 9:Patrones de diseño de un SLE.	54
Tabla 10:Factores concernientes al patrón de diseño [A].	55
Tabla 11:Factores concernientes al patrón de diseño [B].	57
Tabla 12:Factores concernientes al patrón de diseño [C].	58
Tabla 13:Factores concernientes al patrón de diseño [D].	63

[Tabla 14:Decálogo básico para el correcto uso de los datos de carácter personal en un centro educativo.....](#) 73

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- AEPD. (2018a). Guías Sectoriales AEPD: Guía para centros educativos. *Agencia Española de Protección de Datos.*, 1–21.
- AEPD. (2018b). Informe sobre la utilización por parte de profesores y alumnos de aplicaciones que almacenan datos en nube con sistemas ajenos a las plataformas educativas.
- Aguilar, M. (2012). Aprendizaje y Tecnologías de Información y Comunicación : Hacia nuevos escenarios. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 10, 801–811.
- Alba Pastor, C. (1997). ¿Que es la tecnología educativa?: autores y significados. *Revista de Medios y Educación*, 9, 51–62.
- Cervera, Rafael ; Martín, R. (2016). Los espacios de aprendizaje del futuro. Reflexiones desde un punto de vista multidisciplinar. *Comunicación y Pedagogía*, 293–294.
- CHEN, CHENG, & CHEW (2016). Evolution Is not enough: Revolutionizing Current Learning Environments to Smart Learning Environments. *En International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 561–581.
- Domingo & Forner (2010). Expanding the learning environment: Combining physicality and virtuality - The internet of things for eLearning. *Proceedings - 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2010*, 730–731. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2010.211>
- Domínguez García (2016). Revisió Teòrica i definició de Tecnologia Educativa i Smart Learning Environments. *En Fòrum Internacional d'Educació i Tecnologia*.
- E. Fleisch, Thiesse, F. (2014). Internet der Dinge. *Enzyklopädie Der Wirtschaftsinformatik [Lehrstuhl Für Wirtschaftsinformatik Und Electronic Government, Universität Potsdam]*. Retrieved from <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/technologien-methoden/Rechnernetz/Internet/Internet-der-dinge/index.html/?searchterm=Fleisch and Thiesse>
- Freigang, S., Schlenker, L., & Köhler, T. (2018). A conceptual framework for designing smart learning environments. *Smart Learning Environments*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-018-0076-8>
- Fuentes Agustí, Marta, ; Zurita Món, S. (2016). Entornos Inteligentes de Aprendizaje en Educación Secundaria. *Making Of*, 82–96.
- Huang, Yang & Hu (2012). From Digital to Smart: The Evolution and Trends of Learning Environment. *Open Education Research*, 1, 75–84.
- Hwang (2014). Definition, framework and research issues of smart learning environments - a context-aware ubiquitous learning perspective. *Smart Learning Environments*,

1(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s40561-014-0004-5>

Jacques Delors. (1997). *La educación encierra un tesoro*.

Junta de Castilla y León. (2015). EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de. *Boletín Oficial de Castilla y León*, 86(8 de mayo), 17975–17979.

Junta de Castilla y León. (2016). ORDEN EDU/589/2016. *Boletín Oficial de Castilla y León*, 58669–58676. Retrieved from <http://bocyl.jcyl.es/boletines/2010/06/23/pdf/BOCYL-D-23062010-1.pdf>

Koper, R. (2014). Conditions for effective smart learning environments. *Smart Learning Environments*, 1(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s40561-014-0005-4>

Li, B., Kong, S. C., & Chen, G. (2015). Development and validation of the smart classroom inventory. *Smart Learning Environments*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-015-0012-0>

Martinez-Maldonado, R., Echeverria, V., Santos, O. C., Santos, A. D. P. Dos, & Yacef, K. (2018, March 19). Physical learning analytics. Association for Computing Machinery (ACM). <https://doi.org/10.1145/3170358.3170379>

Molenda, M. (2013). *Educational Technology: A Definition with Commentary*. Routledge.

Palau Martín, Ramón; Domínguez García, S. (2016). Smart Learning Environments. Definición y características. *Comunicación y Pedagogía*. Retrieved from <http://www.centrocp.com/smart-learning-environments-definicion-y-caracteristicas/>

Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). The Internet of Things: An Overview. *The Internet Society*, (October 2015), 1–50. Retrieved from www.internetsociety.org

Statista. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/>

Tikhomirov, V. Dneprovskaya, N. Y Yankovskaya, E. (2015). Three dimensions of smart education". *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 41, 47–56.

