



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Aprendizaje activo para Física y Química de 3^a de Educación Secundaria Obligatoria

Presentado por: Blanca Gaspar Lasanta
Tipo de trabajo: Propuesta de intervención
Directora: Ana Martínez Sáenz

Ciudad: Zaragoza
Fecha: 11 / 04 / 2017

No hay mejor educador que el que cree en sus alumnos

Joel Artigas

RESUMEN/PALABRAS CLAVE

El presente trabajo está orientado al diseño de una propuesta didáctica basada en la metodología del aprendizaje activo.

El sistema educativo español se ha esforzado por renovar el marco legislativo al que está sujeto con el objetivo de conseguir equipararse a los sistemas educativos europeos, pero estos cambios no han conseguido mejorar el interés de los alumnos en etapas escolares por las disciplinas CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) ni su motivación por el aprendizaje ni los resultados académicos.

El aprendizaje activo ha arrojado resultados muy positivos respecto a estos aspectos en diversas universidades de Estados Unidos y su implantación aumenta día a día. De hecho, las universidades estadounidenses se consolidan como una gran fuente de información sobre el aprendizaje activo y los logros que conlleva.

Para conseguir alcanzar una mejora en los aspectos anteriores en alumnos de secundaria, se han identificado las características más representativas del aprendizaje activo y se han considerado las ventajas y desventajas más importantes del mismo. Una vez recogida esta información se ha planteado el diseño de una propuesta didáctica de diferentes actividades basadas en la metodología del aprendizaje activo procedentes del entorno universitario en un contexto escolar en la asignatura de Física y Química y se han propuesto diferentes formas de evaluarla con la intención de poder llevarla a la práctica en un futuro.

Finalmente se han presentado diferentes conclusiones sobre este Trabajo Final de Master determinando que si se asumen algunas limitaciones del contexto escolar es viable la adaptación del aprendizaje activo a dicho contexto.

Palabras clave: Aprendizaje activo, disciplinas STEM, Scale-Up, motivación, Física y Química.

ABSTRACT /KEYWORDS

The present work is aimed to the design of a didactic proposal based on the methodology of active learning.

Spanish education system has striven for updating legal framework with the objective of achieving to be on the same level of other European education systems. These changes did not grab the attention of the students during school period about STEM disciplines (Science, Technology, Engineering and Mathematics), motivations for learning nor academic records.

Active learning has produced very positive results in these previous aspects in several Universities of the United States of America and its implementation is growing each day. In fact, EE.UU. Universities are consolidating themselves as a great information source about active learning and the benefits it implies.

To reach an improvement of the previous aspects in the Secondary students, more representatives characteristics have been identified and more important advantages and disadvantages have been taken into account. Once this information has been gathered, a design of a didactic proposal of different activities based on the methodology of active learning coming from a university environment it is set up, always within the context of Physics and Chemistry subject. Also, several ways to evaluate it have been proposed, with the intention of being able to implement it in the future in a school context.

Finally, some conclusions from the elaboration of this Final Master Work are presented stablishing that if some imitation from the school context are assumed, it is possible to adapt active learning to this school environment.

Key words: Active Learning, STEM disciplines, Scale-Up, motivation, Physics and Chemistry.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Justificación y planteamiento del trabajo	7
1.2. Objetivos	10
2. MARCO TEÓRICO	11
2.1. Marco legislativo	11
2.1.1. Marco legislativo nacional	11
2.1.2. Marco legislativo autonómico	11
2.2. ¿Qué es el aprendizaje activo?	12
2.3. ¿Cuál es el aspecto de un aula de aprendizaje activo?	16
2.3.1. Modelo Scale-Up	17
2.3.2. Modelo TEAL	18
2.3.3. Modelo TILE	19
2.4. Estrategias básicas para aplicar el aprendizaje activo. ...	21
2.4.1. Realizar un cambio en la forma de pensar del modelo tradicional al aprendizaje activo.	21
2.4.2. Ejemplos para llevar a la práctica el aprendizaje activo.	23
2.5. Ventajas y desventajas del aprendizaje activo	27
2.5.1. Ventajas	27
2.5.2. Desventajas	28
3. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	29
3.1. Introducción a la propuesta	29
3.2. Contexto y destinatarios	30
3.3. Objetivos	30
3.4. Contenidos	31
3.5. Competencias	31
3.6. Justificación de la Propuesta Didáctica	32
3.7. Propuesta didáctica a través de actividades	33
3.7.1. Organización del espacio.	33
3.7.2. Actividades	35
3.8. Evaluación	41
3.8.1. Evaluación del alumnado	41
3.8.2. Evaluación de la propuesta.	43
4. CONCLUSIONES	44
5. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA	45
6. BIBLIOGRAFÍA	46

7. ANEXOS	52
ANEXO I: Indicador para identificar a los alumnos del aula	52
ANEXO II: Las Mezclas. Encuesta Previa.	53
ANEXO III: Cuestionario del experimento de la Actividad 1.	54
ANEXO IV: Las Mezclas. Encuesta Posterior.	56
ANEXO V: La Tabla Periódica. Encuesta previa.	57
ANEXO VI: La Tabla Periódica. Actividad.	58
ANEXO VII: La Tabla Periódica. Encuesta Posterior.	60
ANEXO VIII: Los Gases. Ley de Boyle. Encuesta Previa.	61
ANEXO IX: Las Leyes de los Gases. Ley de Boyle. Actividad.	62
ANEXO X: Los Gases. Ley de Boyle. Encuesta Posterior.	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cono de aprendizaje de Dale adaptado por Oliver Hoyo, Alconchel y Pinto.....	14
Tabla 2: Diferencia entre estudiantes de una clase centrada en el profesor y estudiantes de una clase de aprendizaje activo.....	21
Tabla 3: Temporalización de las actividades relacionadas con los contenidos, objetivos y competencias	35
Tabla 4: Asignación de grupos de la Actividad 2.....	40
Tabla 5: Porcentajes del peso que cada uno de los aspectos considerados tienen sobre la nota final.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cono de aprendizaje de Dale.....	16
Figura 2: Distribución de una ALC según el modelo SCALE-UP.....	18
Figura 3: Comparativa de una organización de clase tradicional vs Disposición de una clase de aprendizaje activo.....	20
Figura 4. Propuesta de distribución de aula.....	34

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación y planteamiento del trabajo

Los diferentes planes de educación que se desarrollaron en España hasta el año 1970 eran planes en los que primaba la enseñanza del profesor frente al aprendizaje de alumno. La rigidez era una característica común a todos ellos, seguramente resultado de una sociedad propiamente rural, todavía no integrada verdaderamente dentro del desarrollo industrial y que por tanto no demandaba otro tipo de educación más allá de las necesidades que dicha sociedad presentaba (Negrín, 2012). No fue hasta la aparición del Libro Blanco en el año 1969 cuando el sistema educativo español experimentó un verdadero cambio gracias a la detección de las carencias y problemas que este sistema de educación presentaba; España se enfrentaba a una realidad en la que su sistema educativo destacaba entre otras muchas cosas por no tener una educación general básica accesible para todos los alumnos, por una falta de unión entre los diferentes elementos del currículo y por la excesiva carga de conocimientos informativos en perjuicio de lo formativo (de Puelles, 2008).

Sería a partir del año 1970, y a pesar de que siempre se ha considerado que España ha estado en permanente reforma educativa, cuando aparecen dos reformas importantes que destacan sobre el resto: en este mismo año, 1970, surge la Ley 14/1970, de 4 de agosto, Ley General de Educación de 1970, o Ley Villar Palasí, que sentó las bases de un sistema educativo con una enseñanza básica gratuita y que intentó homologar dicho sistema con los patrones de los sistemas europeos. Posteriormente, en 1990, se promulgó la reforma educativa la Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE), cuyo principal logro fue extender la gratuidad y obligatoriedad de la escolaridad hasta los 16 años de edad.

Sin embargo, ni la evolución en los sistemas de educación, ni los avances y transformaciones que estas dos reformas supusieron han conseguido una educación verdaderamente centrada en el aprendizaje del alumno, dónde el propio alumno se convierta en protagonista de su propio aprendizaje; un aprendizaje que consiga motivar al alumno sigue siendo una de las tareas pendientes de nuestro sistema educativo para conseguir reducir la tasa de abandono escolar.

Los datos de nuestro sistema educativo no son muy alentadores; en España, en el año 2014, el 18,1 % de las mujeres y el 25,6 % de los hombres entre 18 a 24 años no completaron segunda etapa de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) ni tampoco continuaron con ningún tipo de estudio-formación (Encuesta de Población Activa. Instituto Nacional de Estadística, 2014). En este mismo año, España se situó a la cabeza de todos los países europeos con la mayor tasa de abandono educativo temprano (Encuesta de Población Activa. Instituto Nacional de Estadística, 2014).

El fracaso académico es uno de los factores que influyen en este abandono educativo temprano; de hecho, es en tercer y cuarto curso de ESO cuando sus resultados académicos se relacionan con un inminente abandono. En estos casos los alumnos tienden a no presentarse a los exámenes, más concretamente no se presentan al 36% y el 46% de las asignaturas respectivamente para cada uno de los cursos, de lo que se deduce que cuando la decisión de abandonar está cerca, la decisión previa es abandonar y evitar la evaluación (Fernández, Mena y Riviere, 2010). Además, no dejan de presentarse a todas las asignaturas, si no que dejan de presentarse a aquellas que entrañan mayor dificultad -Matemáticas, Inglés y Química y Física-. Es en estas asignaturas donde los alumnos obtienen peores calificaciones, por lo que posiblemente el fracaso en este tipo de asignaturas tenga una influencia concluyente en el abandono (Fernández, Mena y Riviere, 2010).

A lo anterior hay que añadir que, con la introducción de la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) , el alumno debe tomar su primera decisión sobre su orientación profesional en tercer curso teniendo que decidir sobre dos itinerarios: enseñanzas académicas o enseñanzas aplicadas, decisión que determinará las asignaturas de Matemáticas y Física y Química de tercer y cuarto curso de la ESO. Cabe plantearse que, puesto que el fracaso es uno de los factores determinantes en el abandono escolar prematuro, si este fracaso influye igualmente en la toma de decisión en uno de los dos itinerarios que darán paso a Bachillerato y si ese mismo fracaso puede ser el origen de la denominada “crisis STEM” (Science, Technology, Engineering, Mathematics): en los últimos años, la tendencia general es que el número de alumnos en los campos de ciencia y tecnología disminuya en la mayoría de países europeos a la vez que aumenta su desinterés en los mismos, cuando cada vez se hace más necesaria mano de obra en estos campos para asegurar la prosperidad económica de Europa (Knowles, 2014).

Por los motivos anteriormente planteados, abandono escolar junto con la influencia del fracaso escolar y desinterés en asignaturas de las disciplinas CTIM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), en este trabajo fin de master (TFM) se propone la búsqueda de una metodología adecuada que consiga mejorar los logros de los estudiantes en alguna de estas disciplinas en secundaria, aumentar su interés por las mismas y al mismo tiempo, que suponga una motivación para el alumnado en su propio aprendizaje consiguiendo una mayor involucración en el mismo.

A nivel universitario, según Freeman et al. (2014), las técnicas de aprendizaje activo incrementan el éxito de los estudiantes y su implicación en el aula usando una gran variedad de actividades incluyendo grupos de discusión, debates y proyectos. Otros autores como Drake y Battaglia (2014), profesores de la Universidad Central de Michigan (CMU), que cuenta con un centro de excelencia sobre educación y aprendizaje, establecieron que algunos de los beneficios que se obtienen a nivel universitario en los alumnos al usar aulas basadas en el aprendizaje activo serían los siguientes:

- Un incremento de asistencia a clase
- Un mejor comportamiento por parte del alumno cuando el profesor usa métodos centrados en el alumno.
- Un incremento de la comprensión de conceptos frente a otros métodos centrados por ejemplo en la lectura o clases prácticas.
- Mejora del trabajo colaborativo.
- Aumento de debates que ayuda a los estudiantes a sentirse más activos e involucrados

Partiendo de la problemática planteada junto con la información anterior, este TFM se enfoca desde dos puntos de vista: como una propuesta de intervención en un aula de secundaria en alguna de las asignaturas relacionadas con las disciplinas anteriormente mencionadas en aulas de aprendizaje activo (ALC, active learning classroom, en inglés), ALC de aquí en adelante, y también como una manera de complementar la enseñanza tradicional. Se plantea por tanto la posibilidad de acercar el aprendizaje activo aplicado mayoritariamente hasta la fecha en aulas universitarias, a un aula de nivel inferior en secundaria que permita tener contacto a los alumnos desde edades más tempranas con este método y mejore su

enfoque hacia asignaturas que resultan decisivas en su orientación laboral y su rendimiento en general.

1.2. Objetivos

A continuación, se muestran los objetivos que se pretenden alcanzar. Se propone un objetivo general y unos objetivos más específicos que se irán desarrollando a lo largo del este TFM.

Se plantea como objetivo general diseñar una propuesta de diferentes actividades para enseñar una parte de los contenidos del bloque II de 3º de ESO de la asignatura troncal de Física y Química incorporando la metodología de aprendizaje activo en el aula.

Para poder lograr el objetivo anteriormente mencionado se plantean a continuación unos objetivos más específicos a llevar a cabo durante la elaboración de este trabajo:

- Contextualizar la propuesta dentro de un marco legislativo.
- Realizar una búsqueda bibliográfica que de sustento al objetivo principal y argumente la justificación de este TFM.
- Identificar las principales características del aprendizaje activo en aulas universitarias y analizar su posible aplicación en niveles escolares de educación secundaria, concretamente en 3º de ESO.
- Identificar los principales problemas a los que se puede enfrentar la aplicación de este aprendizaje activo en un entorno escolar.

2. MARCO TEÓRICO

En este apartado del presente TFM se va a presentar el marco legislativo en el que quedará encuadrada la propuesta y se van a presentar los estudios más relevantes sobre el aprendizaje activo, ahondando en las principales metodologías que lleva asociadas, los requisitos que conlleva y se plantearán las ventajas y desventajas que puede llegar a ofrecer este método.

2.1. Marco legislativo

Las leyes que se han tenido en cuenta para la realización de este TFM aplican al ámbito nacional y regional, en concreto a la Comunidad Autónoma de Aragón, que es la procedencia de la autora de este TFM y son las siguientes:

2.1.1. Marco legislativo nacional

- La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE), establece la ordenación general del sistema educativo en los niveles de enseñanza no universitaria en nuestro país y cuyo texto es modificado por:
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE).
- El Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

2.1.2. Marco legislativo autonómico

- Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.
- DECRETO 30/2016, de 22 de marzo, del Gobierno de Aragón, por el que se regula la escolarización de alumnos en los centros docentes públicos y privados concertados en las enseñanzas de segundo ciclo de educación infantil, educación primaria, educación especial, educación secundaria obligatoria, bachillerato y formación profesional de la Comunidad Autónoma de Aragón.

2.2. ¿Qué es el aprendizaje activo?

Como se ha visto en la introducción, la sociedad actual europea, entre ellas la sociedad española, demanda cada vez más alumnos formados en ciencia y tecnología, y a su vez, alumnos creativos, capaces de afrontar los nuevos retos que la sociedad cambiante de los últimos años está demandando. En España, esta situación parece estar en conflicto con los modelos de educación actuales, que, a pesar de haber experimentado ciertos cambios en los últimos años, no llegan a alcanzar las expectativas de un modelo que garantice estudiantes implicados en su aprendizaje, capaces de cumplir las características que la sociedad demanda, y alumnos que formen parte activa de este proceso de aprendizaje a la vez que lo superan con éxito (Negrín, 2012). Dentro de este contexto, el aprendizaje activo en el aula se presenta como una metodología alternativa, pero a la vez complementaria a la enseñanza tradicional. Según Rodríguez y Restrepo (2012), las metodologías activas de aprendizaje se entienden como una alternativa al esquema magistral de enseñanza, en la cual el estudiante es un sujeto pasivo de una educación que es presentada a través del conocimiento de un instructor. Para Gibbs, G las metodologías activas se refieren al ejercicio en el cual el estudiante aprende haciendo e involucran un tipo de educación completamente enfocado en el rol del estudiante como constructor de su propio conocimiento (Gibbs, 2013).

El concepto de aprendizaje activo no es una idea ha nacido en los últimos años, de hecho, el concepto en sí, data de siglos atrás. Ya algunos de los más ilustres pensadores de la Antigüedad cuestionaban las formas tradicionales de enseñanza y basaban sus descubrimientos en la experiencia. El propio Sócrates enseñaba a sus alumnos exponiéndoles un problema sobre el cuál discutían para posteriormente entre todos dar respuesta al mismo. Así surgiría el método socrático basado en una interacción entre los alumnos y el profesor (Platón, s.f.). También Arquímedes, tal vez acompañado por cierta serendipia, descubrió uno de los principios más importantes de la Hidráulica en uno de sus baños diarios. Arquímedes encontró la solución a un problema en una experiencia de la vida cotidiana (Martínez-Pons, 2012). O siglos más tarde, en la Edad Media, Galileo Galileí, considerado el padre de la Ciencia Moderna, también se basaría en la experimentación para dar a la Física actual una de sus mayores aportaciones sobre la caída libre de los cuerpos (Vargas, s.f.).

Cabría pensar que la falta de medios en el pasado, convirtió a la experimentación y el diálogo en las únicas formas de descubrir y aumentar el conocimiento, pero con el paso del tiempo esta imposición parece haberse convertido en una necesidad hasta el día de hoy como forma de mejorar el aprendizaje.

Ya en la época actual, el pedagogo estadounidense Edgar Dale (1946) hizo una inmersión en el concepto de aprendizaje activo. Dale se cuestionó la pregunta de por qué sus alumnos olvidaban tanto de lo que aprendían y de cómo llegar a un aprendizaje permanente y efectivo llegando a la conclusión de que la experiencia juega un papel fundamental en dicho aprendizaje y construyó un esquema visual que denominó el “Cono de Aprendizaje”. A través de dicho esquema, Dale pretendía establecer una relación entre diferentes materiales audiovisuales y experiencias y el tipo de aprendizaje que se alcanzaba a través de cada una de ellas. En la figura 1 se muestra el esquema del documento original de Dale en el que se aprecian las diferentes divisiones para el proceso de aprendizaje. En la base se encontraría la experiencia directa y en la cúspide aparecerían los elementos más abstractos del aprendizaje.

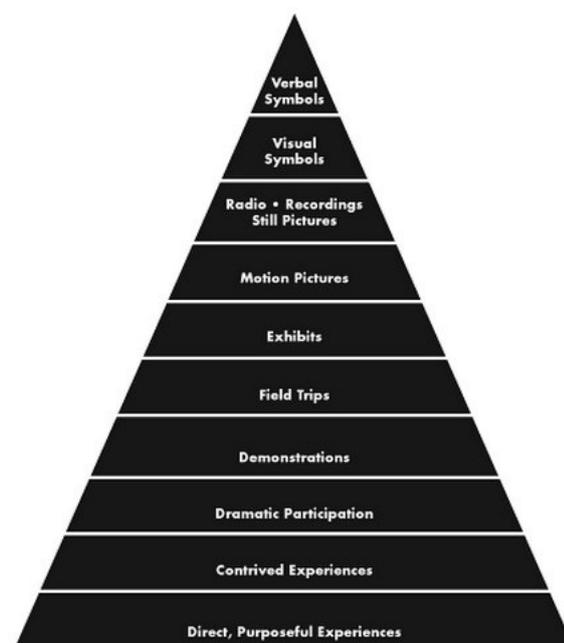


Figura 1: Cono de aprendizaje de Dale. Fuente Dale, 1946

Oliver-Hoyo, Alconchel y Pinto (2012) hicieron una adaptación muy visual a una tabla de este cono en el que se resumen las conclusiones a las que llegó Dale:

Tabla 1. Cono de aprendizaje de Dale adaptado por Oliver Hoyo, Alconchel y Pinto

Después de dos semanas tendemos a recordar	Técnica utilizada	Naturaleza de la actividad involucrada	
El 90% de lo que decimos y hacemos	Haciendo lo que se intenta aprender	ACTIVA	
	Simulando experiencias reales		
	Realizando una representación teatral		
El 70% de lo que decimos	Dando una conferencia / clase		
	Participando en un debate		
El 50% de lo que oímos y vemos	Viendo fotografías e imágenes		PASIVA
	Viendo una demostración		
	Viendo una exhibición		
	Viendo una película		
El 30% de lo que vemos	Viendo fotografías e imágenes		
El 20% de lo que oímos	Oyendo palabras		
El 10% de lo que leemos	Leyendo		

Fuente: Oliver-Hoyo, Alconchel y Pinto, 2012

No será hasta finales del siglo XX cuando aparezca en la literatura la primera definición de aprendizaje activo. Entonces, el académico R.W. Revans (1983), planteó el aprendizaje activo como un reto y como una forma de adaptar el aprendizaje a la sociedad y el mundo cambiante que comenzaba a emerger. En su artículo *Action Learning: its terms and characters* (Aprendizaje de acción, sus términos y su naturaleza), entendía este tipo de aprendizaje como una reflexión sobre la experiencia y afirmaba que el aprendizaje se alcanza centrandose los problemas dentro de un contexto social. En definitiva, según Revans, el aprendizaje llega a los individuos a través de la interacción y compartiendo experiencias entre ellos, concepto muy aproximado al método socrático nombrado con anterioridad.

En el año 1984, un artículo publicado por el Instituto Nacional de Educación de Estados Unidos planteaba el aprendizaje activo como una forma de involucrar a los alumnos en su aprendizaje y mejorarlo indicando que “las universidades deberían hacer un mayor uso de los modos activos de enseñanza y es necesario que los estudiantes tomen mayor responsabilidad sobre su aprendizaje”.

Desde el punto de vista de Prince (2004), profesor de Ingeniería Química de la Universidad de Bucknell, el aprendizaje activo se refiere a actividades que se

introducen dentro del aula dónde el núcleo central de dicho aprendizaje activo es la actividad del estudiante y su implicación en el proceso de aprendizaje.

En la literatura más reciente, Jerez (2015) enfoca el concepto de aprendizaje activo desde la necesidad de un cambio de paradigma: el enseñar a aprender. Según estos autores factores como los rápidos cambios sociales, la irrupción de internet y el difícil acceso a un puesto laboral, influyen en el aprendizaje y ha generado una mirada diferente del mismo. La sociedad actual demanda alumnos que “adquieran competencias que les permitan ir aprendiendo y desaprendiendo conocimientos, según estos vayan evolucionando, reconstruyendo e integrando saberes que se constituyan en verdades propias que les permitirán tomar parte activa en la vida social y cultural” (Jerez, 2015, p.14). Ante esta demanda, Jerez plantea el aprendizaje activo como forma de renovar el aprendizaje para satisfacer a la sociedad. Así, el individuo debería ejecutar acciones y tareas para posibilitar un aprendizaje satisfactorio y son precisamente estas tareas las que posibilitan el aprendizaje, incluso aquel de mayor complejidad.

Si bien es cierto que las acepciones vistas ahora no difieren unas de otras y que la mayoría de ellas parecen orientar el aprendizaje activo hacia una forma de mejorar el aprendizaje tradicional para poder adaptarse a la situación actual, es difícil encontrar en la literatura, bibliografía bastante actual que ponga de manifiesto el uso de este recurso pedagógico innovador en centros educativos escolares. La mayoría de literatura que hace referencia a la puesta en práctica y uso del aprendizaje activo remite a muchas universidades de Estados Unidos dónde parece conseguir buenos resultados. Freeman et al. (2014), profesores de la Universidad de Washington, concluyeron que la enseñanza que transforma a los estudiantes en participantes activos en vez de en sujetos pasivos reduce las tasas de suspensos y aumenta sus notas de manera significativa.

Existen por tanto múltiples definiciones y visiones acerca de lo que significa el concepto de aprendizaje activo atendiendo a diferentes autores, época y organizaciones, pero todas ellas parecen tener un elemento en común: la experiencia y el papel protagonista del que aprende como forma de mejorar el proceso de aprendizaje del alumno frente al modelo tradicional, dónde el proceso queda centrado en el profesor.

Teniendo en cuenta todas las acepciones y enfoques vistos con anterioridad, a lo largo de este TFM se va a plantear la incorporación del aprendizaje activo en un aula de secundaria intentando adaptar los elementos más importantes de este tipo de aprendizaje que se usan a nivel universitario.

2.3. ¿Cuál es el aspecto de un aula de aprendizaje activo?

El espacio condiciona de manera determinante el proceso de enseñanza, favoreciéndolo o dificultándolo, por ello merece prestarle especial atención.

La organización y disposición de un aula es un factor educativo adicional que influye en el proceso de enseñanza-aprendizaje; para el profesor el aula se convierte en el entorno dónde desarrollar su acción pedagógica, para el alumno, el aula es el contexto no sólo donde se produce su aprendizaje, sino también el contexto donde se producen relaciones que ayudarán a su desarrollo. Por ello es importante que la organización del espacio sea lo más flexible posible aprovechando todos los recursos disponibles y permitiendo la realización de una gran diversidad de actividades. (Moreno, 2007).

Según Filkestein (2016), perteneciente al área de Servicios de Enseñanza y Aprendizaje de la universidad de McGill, existen cinco aspectos a tener en cuenta para diseñar un espacio de aprendizaje:

- El reto académico: Los espacios de aprendizaje deben ser lo suficientemente variados como para desarrollar tanto el trabajo individual y el colectivo y deben contener un amplio rango de tecnologías sobre las que poder apoyarse las múltiples maneras de enseñar y aprender.
- El aprendizaje entre iguales: el espacio de aprendizaje debe permitir a los estudiantes involucrarse de manera activa con el contenido y colaborar con el resto de los compañeros independientemente de la tecnología.
- Experiencias con capacidad: el espacio de aprendizaje debe reducir barreras y facilitar el intercambio de experiencias, habilidades y capacidades entre los alumnos.
- Ambiente de Campus: El espacio debe seguir unos estándares similares al del entorno universitario, debe estar diseñado con flexibilidad y enfocado hacia una cultura universitaria.

- **Prácticas de alto impacto:** El campus es un espacio pedagógico donde las prácticas de alto impacto se deben apoyar en las experiencias que haya en la clase. Así el aula se convierte en un laboratorio de enseñanza.

Estos cinco principios agrupan la mayoría de características vistas en el concepto de aprendizaje activo. De hecho, hay múltiples formas para conseguir diseñar una ALC que reúna las particularidades anteriores. Se muestran a continuación los modelos más representativos desarrollados por diferentes universidades estadounidenses.

2.3.1. Modelo Scale-Up

Uno de los modelos más utilizados en las universidades de Estados Unidos es el denominado SCALE-UP (Student Centered Active Learning Environment for Undergraduate Programs). Es un modelo que se comenzó a usar en las clases de Física y Química de la Universidad de Carolina del Norte pero que se ha extendido en muchas universidades del país llegando incluso hasta España donde se aplica en la Universidad Politécnica de Madrid (Oliver-Hoyo et al., 2012). El modelo propone que los alumnos trabajen sobre aspectos tangibles y ponderables mientras el profesor se mueve por aula ayudándoles en el proceso de aprendizaje mientras todos intercambian opiniones. La distribución más habitual consiste en nueve alumnos por mesa con las siguientes características (Oliver-Hoyo et al., 2012):

- Ordenadores con acceso a internet en cada mesa interconectados entre sí.
- Pizarras en las paredes para cada una de las mesas donde los alumnos pueden trabajar y exponer sus conclusiones.
- Mesa para el profesor en el centro del aula o en cualquier otra posición dependiendo de las preferencias del instructor y de las puertas de salida. El profesor también dispondrá de un ordenador con el que podrá visualizar el trabajo de los alumnos y evitar posibles distracciones de los mismos.

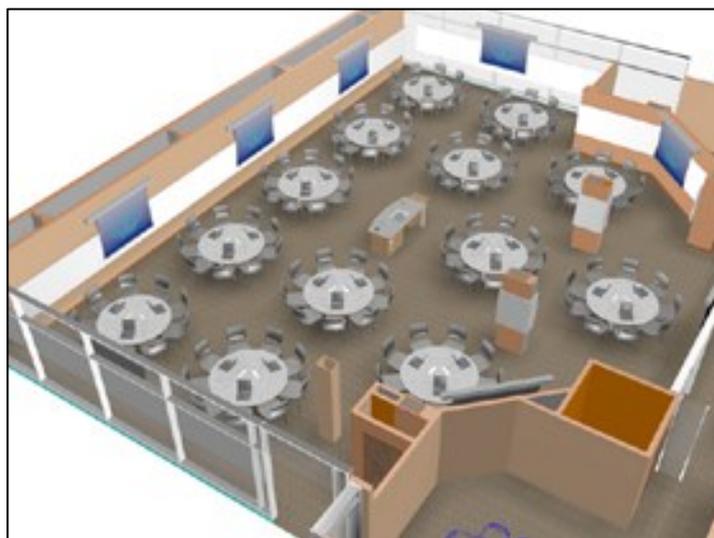


Figura 2: Distribución de una ALC según el modelo SCALE-UP. Fuente: Massachusetts Institute of Technology, s.f.

Las dimensiones de las mesas e incluso la separación entre ellas están definidas para este modelo. Se trata de mesas redondas con un diámetro de 7 pies (2,13 m.) y con una separación entre ellas de 5 pies (1,52 m.) localizadas en aulas de 40 x 50 pies (12,19 m. x 15,24 m.). que dan cabida a unas 99 personas (Gaffney et al., 2008). Estas dimensiones no son arbitrarias puesto que mesas de mayores dimensiones no ayudarían a mantener conversaciones y diálogos entre los estudiantes. Además, en cada mesa y para cada alumno hay una etiqueta metálica con su nombre para que ningún alumno permanezca anónimo. En este tipo de clase es imposible que un alumno pretenda pasar desapercibido; el diseño de la habitación prohíbe a los estudiantes elegir un sitio en medio de una fila o al final de la clase (Gaffney et al., 2008).

2.3.2. Modelo TEAL

El acrónimo TEAL (Technology Enabled Active Learning) o “Aprendizaje Activo Posibilitado por la Tecnología” hace referencia al proyecto con el mismo nombre que el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) implementó para enseñar Física en el primer año de los alumnos (Belcher, 2014).

La distribución espacial del aula es la misma que en el modelo anterior, pero cumple además otras características respecto a recursos materiales (Instituto de Tecnología de Massachusetts, s.f.).

- Las mesas de nueve alumnos se dividen en equipos de tres personas compartiendo ordenador.
- Realización de experimentos in-situ en el escritorio con sistemas de adquisición de datos.
- Softwares con recursos multimedia para la simulación y visualización.
- Micrófonos en las mesas para interactuar con el profesor.

2.3.3. Modelo TILE

Otro modelo que deriva del SCALE-UP es el modelo TILE. El acrónimo TILE (Transform, Interact, Learn, Engage), transformar, interactuar, aprender e involucrar es un modelo que surgió en la Universidad de Iowa tras ser devastada por las inundaciones del año 2009, lo que impulsó un movimiento con el objetivo de fortalecer el éxito de los estudiantes usando espacios más reducidos, pero más creativos.

Tal como ocurre con el modelo SCALE-UP, las clases proporcionan un conjunto de herramientas que fomentan el aprendizaje colaborativo. Los alumnos no necesitan mover el mobiliario para pasar de un trabajo individual a un trabajo en equipo y pueden moverse entre todos los estudiantes para consultar durante las actividades.

A diferencia del modelo TEAL, estos espacios se convierten en aulas GAC (General Assignment Classroom), es decir, clases de materias generales donde se puede desarrollar un aprendizaje activo, pero de múltiples disciplinas en las que existe gran conexión interdepartamental. Por ello, aunque el número de alumnos por mesa siga siendo de nueve, la capacidad del aula puede variar dependiendo del tipo de materia. (Van Horne, Murniati, Gaffney y Jesse, 2012).

Vistos los modelos anteriores, para construir un verdadero entorno de aprendizaje activo, uno de los retos a los que se enfrenta esta estrategia de aprendizaje es al cambio y distribución del aula del modelo tradicional. Se trata de prescindir de una colocación de mesas habitualmente de fila por fila en la que el profesor se coloca en frente de los alumnos con el objetivo de focalizar la atención sobre el mismo y su discurso.

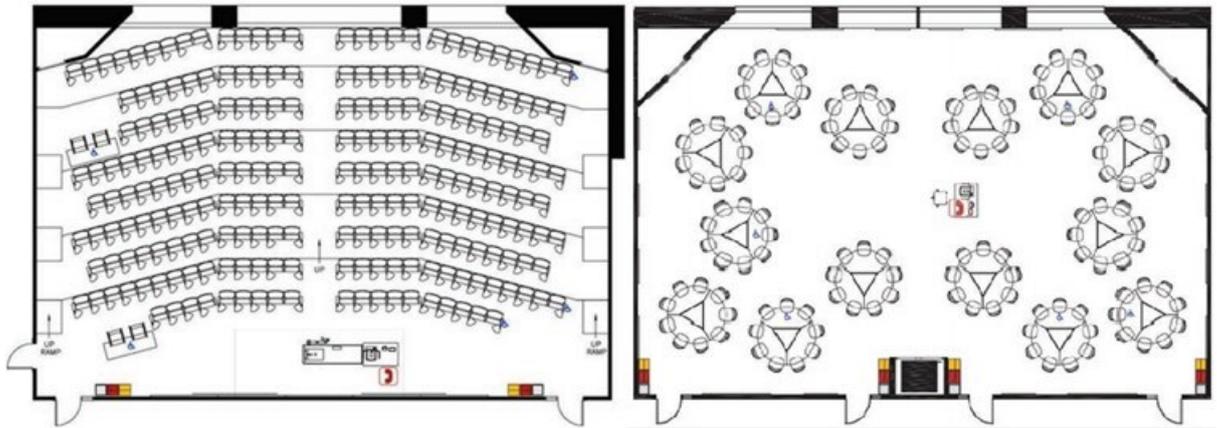


Figura 3: Comparativa de una organización de clase tradicional vs Disposición de una clase de aprendizaje activo. Fuente: Cotner, Loper, Walker y Brooks, 2013.

Con una distribución orientada a desarrollar una metodología de aprendizaje activo, el aula cambia completamente su configuración para que el profesor quede situado a nivel de los alumnos y sean los propios alumnos los que se conviertan en el eje central de su propio aprendizaje, sin que exista la posibilidad de que existan alumnos más o menos visibles. De hecho, tal y como se ha comentado anteriormente, todos los alumnos están identificados deben participar de la misma manera en el proceso de aprendizaje. El profesor perdería cierto protagonismo visual y la distribución comentada le permitirá pasearse por el aula asistiendo a todos los alumnos sin ser el elemento principal del proceso.

Es por ello que no sólo el reto se encuentra en la distribución del espacio sino también en la capacidad de adaptación de cada una de las partes a esta forma de aprendizaje.

Vistas algunas definiciones que ofrece la bibliografía sobre el aprendizaje activo junto con algunos de los modelos de organización de aulas más relevantes que se proponen desde diversas universidades estadounidenses, se van a proponer en este TFM diferentes estrategias para poder reunir las características principales de este método que permitan realizar una propuesta didáctica sobre su aplicación en un entorno escolar.

2.4. Estrategias básicas para aplicar el aprendizaje activo.

2.4.1. Realizar un cambio en la forma de pensar del modelo tradicional al aprendizaje activo.

Las estrategias que conlleva el aprendizaje activo son muchas, pero según lo visto en apartados anteriores, comparten un punto en común y es que el alumno debe estar completamente involucrado en lo que hace y aprende. Rodríguez, Maya y Jaén (2012) entienden que las estrategias para poder a cabo un aprendizaje activo deben promover que el estudiante adquiera determinadas habilidades que le permitan juzgar los problemas que aborde, y saber cuándo usar una estrategia u otra para comprender la información y posteriormente poder evaluar su progreso en la adquisición de conocimientos. Fernández (2005) resume muy bien esta idea desde el punto de vista del alumno: “El que aprende debe estar "activo" y esto significa esfuerzo, saber qué se hace y para qué se hace” (Fernández, 2005, p.9).

MacGregor (1990), estableció una serie de cambios a los que se enfrenta un alumno del método tradicional, centrado en el profesor, a un método de aprendizaje activo donde el alumno se convierte en protagonista de su propia experiencia de aprendizaje.

Tabla 1: Diferencia entre estudiantes de una clase centrada en el profesor y estudiantes de una clase de aprendizaje activo.

Clase centrada en el profesor <i>El alumno debe experimentar un cambio de...</i>	Clase Aprendizaje Activo (ALC) centrada en el alumno <i>a...</i>
Oyente, observador y anotador.	Ser activo en la resolución de problemas, contribuir e intervenir en las conversaciones.
Tener bajas o moderadas expectativas de la preparación de las clases.	Tener altas expectativas de la preparación de las clases.
No arriesgar con su presencia en la clase.	Tener presencia pública con los consiguientes riesgos.
Competir con el resto de alumnos.	Trabajo colaborativo con el resto de

alumnos.

Asumir responsabilidades con un aprendizaje independiente. Asumir responsabilidades asociado a un aprendizaje interdependiente.

Ver al profesor y el texto como únicas fuentes de autoridad y conocimiento. Ver a los alumnos, a uno mismo, a la comunidad como fuentes adicionales de autoridad y conocimiento.

Fuente: MacGregor (1990)

También Fernández (2005), considera que, desde el punto de vista del profesor, las estrategias a seguir exigen una serie de requisitos a cumplir:

- El profesor debe ofertar cualquier forma de aprendizaje posible, no sólo una única vía. Por ello el aprendizaje activo engloba múltiples prácticas y estrategias que conllevan a un buen aprendizaje. Esto sugiere la necesidad de profesores que reflexionen e innoven en su práctica docente.
- El profesor debe asegurar que el alumno comprende y entiende el significado de lo que aprende. Aprender no significa comprender. El aprendizaje activo de hecho evita la memorización de la teoría como forma de aprender y promueve la práctica como forma de comprender. El profesor deberá ser capaz de motivar a sus alumnos en su nuevo aprendizaje.
- El profesor debe posibilitar prácticas variadas y repeticiones de las mismas, pero sólo si el alumno se implica y aporta imaginación habrá aprendizaje.
- Si el proceso cambia, también las formas de evaluar; además de ser concretos e informar en la forma de evaluar se requiere una evaluación formativa con la participación de los alumnos usando metodologías distintas al examen convencional.

Asumida la necesidad de cambio y conocida también la necesidad de rediseñar el espacio de aprendizaje queda saber cómo aplicar y llevar a cabo el método del aprendizaje activo para poder llevar a cabo una propuesta didáctica que se ha planteado para este TFM de cómo aplicar este método en un contexto escolar.

2.4.2. Ejemplos para llevar a la práctica el aprendizaje activo.

Uno de los objetivos que se pretende alcanzar con el aprendizaje activo es obtener alumnos independientes adaptados a la realidad actual y que no sientan temor al cambio al cambio intelectual. Alumnos capaces de aceptar de una manera positiva el trabajo en equipo y ser buenos usuarios de la información y la tecnología además de ser creativos en la resolución de problemas. Todo ello siendo siempre protagonistas de su propio aprendizaje (Universidad de Minnessota, 2010). Respecto al profesor, la meta es que sean capaces de asumir su nuevo rol con menos protagonismo para pasar a ser profesores que compartan no sólo su conocimiento sino también sus experiencias y perspectivas (Universidad de Minnessota, 2010). La forma de conseguirlo será a través de experiencias que fomenten el cambio: proyectos que requieran una aplicación del conocimiento, la colaboración de los estudiantes en la elección de temas que consideren interesantes a nivel personal y su capacidad creativa para resolverlos. Las actividades en el aula deberán promover debate y ser críticos en la respuesta y sobretodo y ante todo que exista un ambiente de respeto entre los estudiantes y la comunidad en general (Universidad de Minnessota, 2010).

Algunos de los modelos que promueven el tipo de aprendizaje objeto de este trabajo, son modelos que, sin ceñirse a todas las características comentadas sobre el aprendizaje activo, sí que se ponen en práctica en la actualidad en niveles escolares en nuestro país. Algunos ejemplos son el aprendizaje cooperativo (AC) o el aprendizaje basado en problemas (ABP) (San Martín, 2015). Pero más allá de estos modelos, existen otros ya instaurados en universidades de Estados Unidos que reflejan fielmente el propósito y las particularidades del mismo. Es el caso de los modelos que se han comentado en el apartado 2.2. y que han definido diferentes modalidades de organización del aula: Modelo Scale-Up, Modelo TILE y Modelo TEAL. (UIC, University of Illinois at Chicago, s.f.)

Se muestra a continuación una breve descripción de cada uno de ello, aunque en la práctica existen muchos más.

A) APRENDIZAJE COOPERATIVO (AC)

En el aprendizaje cooperativo el alumno se preocupa no sólo por su propio aprendizaje si no por el de todos sus compañeros, puesto que su propio éxito en el

aprendizaje va a depender del éxito de aprendizaje del resto del grupo. Se trata de un aprendizaje basado en el trabajo en equipo de los estudiantes. Se establece así una interdependencia positiva entre los alumnos que da lugar a relaciones personales basadas en el respeto y aprecio aumentando las posibilidades de éxito de los estudiantes (Laboratorio de la Comunidad Educativa de Madrid, s.f.).

Parte de la organización de la clase en pequeños grupos mixtos (generalmente grupos de tres personas) y heterogéneos donde los alumnos trabajan conjuntamente de forma coordinada entre sí para resolver tareas académicas y profundizar en su propio aprendizaje. El profesor planifica una tarea y los alumnos la resuelven de manera colectiva, coordinada e interdependiente usando sus recursos y la de sus compañeros (Laboratorio de la Comunidad Educativa de Madrid, s.f.). De hecho, es un método que requiere de mucha estructuración por parte del docente. Debe diseñar la asignatura de tal manera que sea coherente con el aprendizaje cooperativo, por ejemplo, la evaluación debe ser individual y grupal, y debe ser un buen supervisor del proceso de aprendizaje siendo capaz de aportar dinamismo al grupo.

B) APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP)

El ABP es una metodología centrada en el aprendizaje, en la investigación y reflexión que siguen los alumnos para llegar a una solución ante un problema planteado por el profesor. En el proceso de aprendizaje, los alumnos, a partir de un enunciado tienen que averiguar y comprender qué está ocurriendo y dar una solución adecuada. Por lo que se favorece la autonomía del alumno y sus habilidades de investigación y manejo de la información (Servicio de Innovación Educativa. Universidad Politécnica de Madrid, 2008).

En general, se trata de un medio para que los estudiantes adquieran conocimientos y los apliquen para solucionar un problema real o simulado, sin la necesidad de que el profesor recurra a lecciones magistrales. Es decir, los alumnos de manera autónoma y guiados por el docente son capaces de encontrar respuesta o solución a la situación planteada adquiriendo así conocimiento (Servicio de Innovación Educativa. Universidad Politécnica de Madrid, 2008). El principal rol del profesor en este modelo es el de ayudar a los alumnos a reflexionar sobre los conocimientos previos que tengan para poder aplicarlos y el de ayudarles a identificar las necesidades de información para llegar a la respuesta correcta.

C) MODELO SCALE-UP

En este modelo, los alumnos de cada mesa se suelen dividir en equipos de tres y cada equipo de tres tiene acceso a un ordenador y algún equipo de laboratorio que suele haber en las inmediaciones. Cada miembro del grupo suele tener una función asignada: un secretario que recoge la información o los pasos a seguir durante el desarrollo de la actividad, un organizador, que asegura que se exploran todas las estrategias, un sintetizador que resume toda la información y la solución dada por el grupo (Gaffney et al., 2008).

La idea principal de este modelo es que los alumnos trabajen sobre cuestiones específicas de investigación. Estas tareas se pueden clasificar en (Universidad Carolina Norte):

- **Actividades tangibles:** Se trata de actividades que implican la realización de observaciones y medidas prácticas con instrumentos muy simples como un metro rígido, y que no suelen llevar más de 15 minutos en realizarlas y discutir sobre ellas. Mejoran las habilidades conceptuales del alumno y le ayuda a estar en contacto con problemas de la vida real.
- **Actividades ponderables:** estas tareas permiten trabajar a los diferentes grupos sobre problemas de la vida real haciendo suposiciones y apoyándose en internet para dar respuestas. Su resolución también lleva poco tiempo, en torno a 15 minutos.
- **Actividades de laboratorio:** tienen lugar en el mismo aula, pero se distinguen de las tangibles en que llevan más tiempo en ser completadas y generalmente se parte de una hipótesis para ser realizada. En ningún caso existe un trabajo adicional de laboratorio.

Resuelta la tarea, las discusiones se hacen en las pizarras de las paredes asignadas a cada grupo mientras el profesor hace comentarios.

En ocasiones, además de un profesor principal, existe un profesor asistente dependiendo del tamaño de la clase. Esto ocurre cuando la ratio de alumnos por profesor supera los 50 alumnos repartiendo así las responsabilidades entre ambos. Los profesores raramente se sientan, sino que la disposición del aula les permite pasearse entre las mesas asistiendo a cada uno de los grupos (Gaffney et al. 2008)

Suele existir una plataforma on-line para los deberes en casa que se usa durante las clases reduciendo así la tarea extraescolar. También suele existir una web de la materia que provee de recursos a los estudiantes. Como los profesores reciben un feedback continuo a través de los ordenadores, les resulta fácil realizar una adaptación de la materia a las necesidades del estudiante (Gaffney et al., 2008).

D) MODELO TEAL

Como se comentó en apartados anteriores, este modelo es un proyecto desarrollado de forma específica por el Instituto de Tecnología de Massachusetts para impartir el primer año de la asignatura de Física (Instituto Tecnológico de Massachusetts, s.f.) Se trata de una fusión de clases magistrales, y experiencias prácticas de laboratorio convertida en una experiencia tecnológica y colaborativamente rica para los alumnos. Los estudiantes se juntan en grupos de nueve, formando doce grupos aproximadamente (Belcher, 2014).

En primer lugar, los alumnos se exponen a una mezcla de clases instructivas por parte del profesor que duran unos 20 minutos donde el profesor proporciona ciertas nociones sobre la materia y resuelve algún problema como ejemplo. Mientras tanto los alumnos trabajan en el escritorio con lápiz y papel. Posteriormente se realiza el trabajo de laboratorio con experimentos de escritorio, y trabajo colaborativo en grupos más pequeños de tres, en un entorno informático rico. Los experimentos de escritorio y el análisis de datos experimentales con ayuda del ordenador proporcionan a los estudiantes una experiencia directa con los fenómenos principales. Para conceptualizar esta experiencia se proporciona ayuda a los estudiantes con softwares interactivos ricos en recursos multimedia para la simulación y visualización (Belcher, 2014).

El profesor no realiza ninguna intervención expositiva adicional, sino que pasea alrededor de las mesas con un micrófono inalámbrico por el que habla a los estudiantes sobre cómo evoluciona su trabajo y facilitándoles la interacción (Instituto Tecnológico de Massachusetts, s.f.).

E) MODELO TILE

El proyecto TILE de la Universidad de IOWA abarca un compromiso con la filosofía pedagógica aprendizaje activo, infundiendo la tecnología en espacios de

aprendizaje colaborativo. El proyecto está diseñado para fomentar la interacción y la colaboración del estudiante con los profesores y compañeros, así como para mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes (Van Horne, Murniati, Gaffney y Jesse, 2012).

Como se ha comentado en apartados anteriores, es un modelo que deriva del Scale-Up, por lo que no se diferencia prácticamente nada de los anteriores. La clase se estructura como en el modelo Scale-Up y cuenta con un conjunto de herramientas para fomentar el aprendizaje colaborativo entre los alumnos. Su mayor característica es que a diferencia de otros modelos que se centra en una única asignatura, (Física o Química) las clases TILE están pensadas para involucrar a toda la comunidad educativa independientemente del área a la que pertenezcan. En estas aulas se pueden desarrollar diferentes disciplinas (Van Horne, Murniati, Gaffney y Jesse, 2012).

Vista la definición de aprendizaje activo a través de diferentes visiones, la organización del aula como elemento adicional del proceso enseñanza-aprendizaje del método del aprendizaje activo y algunas estrategias básicas de aplicación del mismo, cabe plantearse no sólo las bondades del método, sino también sus desventajas a la hora de ponerlo en práctica. Esto permitirá dar paso a la propuesta de este TFM: el diseño de una propuesta didáctica de aplicación.

2.5. Ventajas y desventajas del aprendizaje activo

2.5.1. Ventajas

Además de los beneficios del aprendizaje encontrados por Freeman (2014) respecto a los resultados de alumnos en disciplinas STEM existen otras ventajas más generales:

- Incrementa el conocimiento, el pensamiento crítico y la capacidad para resolver problemas. Además, genera actitudes positivas hacia el aprendizaje en comparación con el método tradicional (Anderson et al., 2005).
- Incrementa el entusiasmo por aprender tanto en estudiantes como en profesores (Thaman et al., 2013).
- Mejora el desarrollo de algunas capacidades del alumnado como la comunicación, adaptabilidad o las habilidades interpersonales (Kember y Leung, 2005).

- Otras: mejora el aprendizaje colaborativo, el positivismo del estudiante se incrementa con el aprendizaje basado en problemas. También se incrementa la involucración del estudiante en su aprendizaje y su comprensión y suele prestar más atención. Además, adquiere una mayor propiedad de su aprendizaje; se convierte en protagonista y dueño del mismo, mayor retención del conocimiento y disfruta con el aprendizaje...

2.5.2. Desventajas

A pesar de los beneficios de este aprendizaje, existen barreras a las que hay que enfrentarse (Universidad Estatal de Boise, s.f.):

- Requiere a menudo de más tiempo para el profesor para poder preparar bien la clase.
- El punto anterior puede generar cierto rechazo por parte del profesor al tener que invertir más esfuerzo que en una clase tradicional.
- Puede resultar menos eficiente en el aprendizaje de los conocimientos básicos.
- Podría suponer frustración para alumnos que no están preparados para participar de una manera tan activa o exponerse en público.
- Se pueden generar ideas equivocadas en el alumno si la supervisión del profesor no es completa.
- El método puede no funcionar si existe falta de responsabilidad por parte de ambos, profesor y alumno.

3. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Se muestra a continuación el desarrollo de la propuesta de las diferentes actividades a través de la metodología del aprendizaje activo, objetivo general del presente TFM.

3.1. Introducción a la propuesta

Como se ha comentado en apartados anteriores, y según la bibliografía consultada, el aprendizaje activo se presenta como una metodología bastante instaurada a nivel universitario en Estados Unidos.

El objetivo principal del presente TFM es diseñar una propuesta didáctica que permita enseñar una parte de los contenidos del bloque II de 3º de ESO de la asignatura de Física y Química, incorporando el aprendizaje activo al aula. Esto supone hacer un traslado de un método que nació en el entorno universitario a un contexto escolar, donde el destinatario, los recursos y la legislación a la que está sujeto el centro de enseñanza cambian.

Además, la aplicación de esta nueva metodología como se ha visto en el apartado 2.3.1, precisa de un cambio de mentalidad tanto en el profesor como en el alumno. Es por ello que una reproducción fiel de cualquiera de los modelos descritos en el apartado 2.2 y 2.3 en este nuevo contexto resulta complicada. Por ello, se plantea la incorporación de la metodología de aprendizaje activo al aula de un centro escolar recogiendo características de cada uno de dichos modelos, pero haciendo una adaptación desde este contexto escolar, es decir, que también contemple algunas características del mismo o emplee recursos ya existentes. Además, deberá recoger al mismo tiempo aspectos relativos a la legislación vigente. Se deben tener en cuenta también los contenidos y las competencias y objetivos a alcanzar por el alumnado.

Se propone por tanto en un primer lugar un contexto y destinatarios de esta propuesta de intervención y se enmarcará dicha propuesta dentro de la legislación actual vigente. Posteriormente se plantea una forma posible de poder trasladar al aula la metodología del aprendizaje activo a través de una serie de actividades a parte de los contenidos del bloque comentado con anterioridad. Para terminar, se presentará una evaluación de la propuesta que permita en un futuro, una vez llevada a la práctica, evaluar dicha implantación.

3.2. Contexto y destinatarios

Se propone el diseño de una serie de actividades para enseñar parte de los contenidos del bloque II de 3º de ESO de la asignatura de Física y Química a través del aprendizaje activo en un centro escolar español ya sea privado, concertado o público.

Se asumen unos recursos mínimos de TIC's en el centro: que cuente con pizarra digital por aula además de la convencional, un ordenador (junto con más unidades disponibles de un aula de informática), conexión a internet, una plataforma digital escolar y que los alumnos tengan una base del uso de estas tecnologías. También se entiende que existen unos recursos mínimos de material de laboratorio.

Se asume también que en el aula en la que se hace la propuesta habrá un número de alumnos de 30 que es el número máximo de alumnos por aula que establece el Decreto 30/2016, de 22 de marzo, del Gobierno de Aragón. Aunque no se contempla en el desarrollo de la metodología, dentro de este grupo el profesor puede encontrarse con diferentes necesidades dependiendo del tipo de alumnado. Puesto que el aprendizaje activo implica una metodología más personalizada por parte del profesor hacia el alumno, facilitará al docente la atención de estas necesidades.

3.3. Objetivos

Los objetivos específicos relativos a esta propuesta estarán siempre en relación con los objetivos generales de etapa dados por el Artículo 11 del Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre nombrado en apartados anteriores. El objetivo general de etapa que más afecta al área de Física y Química es el f): “Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia” (p. 177). No obstante, se proponen los siguientes objetivos específicos a alcanzar a través de la metodología del aprendizaje activo de esta propuesta:

1. Usar de manera crítica y efectiva la búsqueda en internet para la realización de trabajos. (O1)
2. Demostrar habilidades en el uso de TIC's. (O2)
3. Desarrollar el trabajo en equipo. (O3)
4. Mostrar respeto y actitud positiva hacia las opiniones de los compañeros. (O4)
5. Ser capaz de elaborar presentaciones en grupo relacionadas con la materia. (O5)
6. Exponer con claridad y oralmente ideas en público. (O6)
7. Desarrollar su autonomía en el aprendizaje siendo capaz de responsabilizarse y tomar decisiones sobre el mismo. (O7)
8. Aumentar la motivación del alumno en la materia. (O8)

3.4. Contenidos

La Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón establece los contenidos relativos a cada uno de los bloques de la asignatura de Física y Química del 3er curso. En concreto, para el bloque II, La materia, los contenidos son los siguientes:

1. Leyes de los gases. (C1)
2. Mezclas de especial interés: disoluciones acuosas, aleaciones y coloides. (C2)
3. Métodos de separación de mezclas. (C3)
4. Estructura atómica. Isótopos. Modelos atómicos. (C4)
5. El Sistema Periódico de los elementos. (C5)
6. Uniones entre átomos: moléculas y cristales. (C6)
7. Masas atómicas y moleculares. Sustancias simples y compuestas de especial interés con aplicaciones industriales, tecnológicas y biomédicas. (C7)

3.5. Competencias

La LOMCE propone un currículo basado en competencias y así lo refleja en un nuevo artículo 6 bis en la LOE. A través del trabajo de los contenidos y con la metodología del aprendizaje activo se pretende asegurar que el alumno es capaz de

asegurar las competencias básicas del currículo que establece la legislación vigente. En concreto en el artículo 2 de la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero se establecen las competencias clave del Sistema Educativo Español. Se muestran a continuación dichas competencias y las siglas con las que se reconocerán en sucesivas menciones.

- a) Comunicación lingüística. (CL)
- b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología. (CMCT)
- c) Competencia digital. (CD)
- d) Aprender a aprender. (CAA)
- e) Competencias sociales y cívicas. (CSC)
- f) Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor. (SIE)
- g) Conciencia y expresiones culturales. (CEC)

3.6. Justificación de la Propuesta Didáctica

Según lo establecido en el anexo I del Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre, por el que se establecen los Objetivos de la Educación Secundaria Obligatoria:

La enseñanza de la Física y la Química juega un papel central en el desarrollo intelectual de los alumnos y las alumnas, y comparte con el resto de las disciplinas la responsabilidad de promover en ellos la adquisición de las competencias necesarias para que puedan integrarse en la sociedad de forma activa. Como disciplina científica, tiene el compromiso añadido de dotar al alumno de herramientas específicas que le permitan afrontar el futuro con garantías, participando en el desarrollo económico y social al que está ligada la capacidad científica, tecnológica e innovadora de la propia sociedad (pp. 256-257).

Dentro de este contexto se ha escogido el bloque II de la asignatura de Física y Química, La Materia, porque se ha considerado que recoge muchas de las competencias que pueden trabajarse a través del aprendizaje activo:

- CMCT, por los propios contenidos establecidos para la asignatura.
- CD, por la necesidad del uso de TIC, en la aplicación de la metodología del aprendizaje activo.
- CAA, por la autonomía y responsabilidad que implica el método del aprendizaje activo al centrar el método de enseñanza en el propio alumno.
- CSC, por la necesidad de relacionarse con el resto de los compañeros y trabajar en grupo.

CL, por la necesidad de expresarse tanto en la lengua materna durante las presentaciones.

3.7. Propuesta didáctica a través de actividades

3.7.1. Organización del espacio.

Como se ha visto en el marco teórico, el espacio es un elemento fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que previo a plantear las actividades a través de las cuales se desarrollará el aprendizaje activo, hay que organizar la disposición del aula. Puesto que una reproducción exacta de los modelos es complicada se tomarán características de todos ellos.

Se asume una ratio de 30 alumnos por clase. Las aulas propuestas por el modelo Scale-Up del que derivan el resto de modelos, asumen hasta un número de alumnos de 99 con una división de 9 alumnos por mesa hasta hacer un total de 11 grupos. Las mesas son redondas y con las dimensiones ya comentadas (apartado 2.3.1 Modelo Scale-Up).

Para facilitar la adaptación de este modelo a una clase de secundaria, se plantea hacer una división de los alumnos por grupos de menor número, de tal manera que todos los grupos tengan el mismo número de alumnos. Se propone hacer una división de 6 grupos con 5 alumnos por grupo, así la adaptación a una clase convencional de ESO de mesas cuadradas es más fácil, puesto que se puede modificar la disposición del mobiliario para realizar los grupos colocando 4 mesas dos a dos unas en frente de otras y una quinta mesa en un lateral (Figura 4). Cada grupo dispondrá de un ordenador con conexión a internet. Se numerarán los grupos y todos tendrán acceso visual a la pizarra convencional y a la digital.

Se propone que en caso de que la mesa del profesor se encuentre situada en una tarima, se baje a nivel de las mesas agrupadas para no centralizar el proceso de enseñanza en el mismo. Se puede colocar en una esquina del aula y pasearse entre los grupos durante el desarrollo de las actividades.

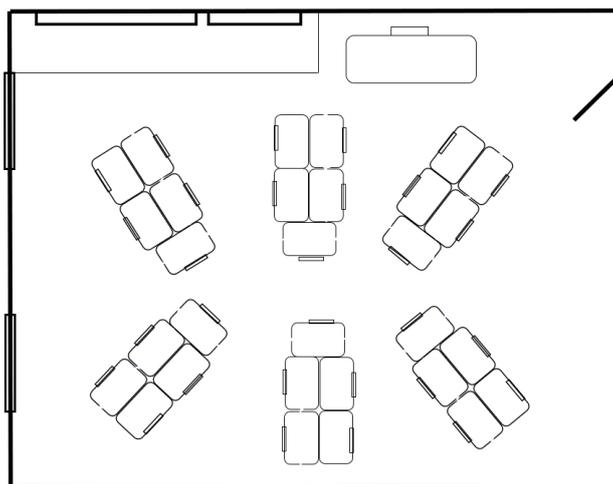


Figura 4. Propuesta de distribución de aula. Fuente: Elaboración propia

Para que el grupo sea heterogéneo el profesor será el encargado de hacer estos grupos colocando en cada grupo a un alumno que destaque por su liderazgo y motivación y otro que presente dificultades o que esté poco motivado. Después colocará al resto de alumnos. Estos grupos se mantendrán durante toda la actividad, pero se modificarán en el cambio de cada una para mejorar las interacciones entre ellos.

Se asignarán funciones a cada uno de los miembros del grupo:

- Un líder, encargado de que cada miembro cumpla sus funciones, que se colocará en la mesa no enfrentada.
- Un secretario, encargado de hacer todas las anotaciones necesarias y recopilar la información haciendo manejo del ordenador.
- Un portavoz, encargado de comunicar los resultados.
- Un vigía, que controle el tiempo que se establezca en cada actividad.
- Un moderador, que controle las conversaciones e intercambio de opiniones.

Y para su identificación, en vez de colocar regletas metálicas, se colocará un folio doblado con el nombre y apellidos de cada miembro y la función asignada dentro del grupo tal como se indica en el Anexo I.

3.7.2. Actividades

La primera sesión de cada actividad se destinará a organizar los grupos, asignar funciones y posteriormente se buscará conseguir los conocimientos previos de los alumnos con pequeñas encuestas. Esto permitirá conocer su estructura cognitiva y poder enfocar mejor las sesiones sucesivas por parte del profesor. En todas las actividades se dará especial importancia a que los alumnos puedan encontrar la relación y la practicidad de los contenidos explicados con la vida real intentando evitar la memorización sin comprensión.

Tal como se vio en el método TEAL, se va a realizar una fusión de clases magistrales, y experiencias prácticas de laboratorio para alcanzar los objetivos propuestos y que el alumno desarrolle las competencias.

Otro punto en común a todas las actividades será un cuestionario final similar a la encuesta previa, que permita al final de la actividad hacer una comparativa tanto a los alumnos como al profesor de cómo han evolucionado los diferentes conceptos en los alumnos.

Se muestra en la Tabla 3 una temporalización de las actividades que se propondrán en el siguiente apartado relacionadas con los objetivos y competencias.

Tabla 2: Temporalización de las actividades relacionadas con los contenidos, objetivos y competencias

ACTIVIDAD	SESIÓN	CONTENIDOS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS	COMPETENCIAS
Actividad 1: Las mezclas en la vida cotidiana				
Organización				
y encuesta previa (Anexo II)	1 Sesión 55 min.	C2	O1, O2, O3, O4, O7	CD, CAA, CSC
Clase				
Magistral y cuestionario net.	1 Sesión 55 min.	C2	O1, O2, O3	CD, CAA, CSC, CMCT
Experimento	1 Sesión	C2, C3	O1, O2, O3,	CAA, CSC, CMCT

y recogida de resultados (Anexo III)	55 min.		O4, O6, O7, O8	
Exposición de los resultados y discusión de los mismos	1 Sesión 55 min.	C2, C3	O2, O3, O4, O5, O6	CD, CAA, CSC,CL,CMCT
Intercambio de apuntes y encuesta posterior (Anexo IV)	1 Sesión 55 min.	C2, C3	O1, O2, O3, O4, O7, O8	CAA, CSC, CMCT,CD
Actividad 2: La Tabla Periódica.				
Organización y encuesta previa (Anexo V)	1 Sesión 55 min.	C2	O2, O3, O4, O7	CD, CAA, CSC
Clase Magistral y cuestionario net.	1 Sesión 55 min	C2	O1, O2, O3	CD, CAA, CSC,CMCT
Desarrollo de la actividad central (Anexo VI)	1 Sesión 55 min	C2	O1, O2, O3, O4, O5 O6, O7, O8	CD, CAA, CSC,CL,CMCT
Exposición de los resultados y discusión de los mismos	1 Sesión 55 min.	C2	O2, O3, O4, O5, O6	CD, CAA, CSC,CL,CMCT
Intercambio de apuntes y encuesta posterior (Anexo VII)	1 Sesión 55 min.	C2	O1, O2, O3, O4, O7, O8	CAA, CSC, CMCT,CD

Actividad 3: Leyes de los gases. Ley de Boyle

Organización y encuesta previa (Anexo VIII)	1 Sesión 55 min.	C1	O2, O3, O4, O7	CD, CAA, CSC
Clase Magistral y cuestionario net.	1 Sesión 55 min	C2	O1, O2, O3	CD, CAA, CSC,CMCT
Desarrollo de la actividad central (Anexo VI)	1 Sesión 55 min	C2	O1, O2, O3, O4, O5 O6, O7, O8	CD, CAA, CSC,CL,CMCT
Exposición de los resultados y discusión de los mismos	1 Sesión 55 min.	C2	O2, O3, O4, O5, O6	CD, CAA, CSC,CL,CMCT
Intercambio de apuntes y encuesta posterior (Anexo VII)	1 Sesión 55 min.	C2	O1, O2, O3, O4, O7, O8	CAA, CSC, CMCT,CD

Fuente: Elaboración propia

A) ACTIVIDAD 1: Las mezclas en la vida cotidiana

En esta actividad se buscará que el alumno identifique lo distintos tipos de mezclas, para profundizar posteriormente en las disoluciones acuosas y los métodos de separación y las formas de expresar la concentración.

Tras organizar los grupos se llevará a cabo la encuesta previa (Anexo II). Será una encuesta individual, pero durante la cual podrán intercambiar opiniones con sus compañeros.

El siguiente paso consistirá en una breve explicación magistral por parte del profesor apoyándose en la pizarra convencional en la que explicará conceptos teóricos básicos relacionados con la encuesta previa y la forma de desarrollar el experimento de la sesión siguiente. Durante la explicación el profesor realizará tres preguntas sobre el tema que está tratando en la intervención, teniendo en cuenta la encuesta previa que han realizado los alumnos en la sesión anterior y las dudas que vayan surgiendo. Esto ayudará a orientar su intervención hacia los puntos que observe que más cuesta comprender a los alumnos. Serán cuestiones a responder por los alumnos apoyándose en una búsqueda para las respuestas por internet. De esta forma el alumno también reconocerá un elemento de la enseñanza tradicional y aquellos alumnos que se muestren más opuestos a este método no se sentirán tan desorientados.

La siguiente sesión corresponde a la parte experimental. Se trata de que sean los propios alumnos los que lleven a la práctica un experimento de laboratorio basándose en una acción de la vida habitual para entender el concepto de mezcla, el concepto de concentración y ver su aplicación en la realidad de su vida cotidiana. Tal como se indicó en el marco teórico, este experimento podría corresponderse con una “actividad tangible” descrita en el método Scale-Up. La diferencia en este caso es que el desarrollo de la actividad llevará más tiempo, lo que parece lógico puesto que se está tratando con alumnos de un entorno escolar y no universitario. Además, para ver su aplicación de una forma más clara a la vida cotidiana, se ha optado por no usar material de laboratorio si no instrumentos que los alumnos usen en su vida habitual.

RECURSOS MATERIALES:

- 1 Vaso de cristal transparente pequeño
- 5 Vasos de cristal transparente grande
- 1 Cuchara
- 1 Caja de leche
- Cacao muy soluble
- Bayeta

El profesor disolverá 30 cucharadas del cacao soluble en 2 litros de leche y repartirá estos dos litros de mezcla en un vaso a cada uno de los grupos. De esta

forma cada grupo contará con una mezcla de cacao-leche de color parcialmente marrón.

Los alumnos probarán esta mezcla e irán añadiendo vasos de leche a la misma y probándolos. Se trata de que los alumnos valoren su sabor a cacao y su color, conforme añaden vasos de leche. El grupo deberá ponerse de acuerdo en la valoración, anotar los resultados y responder al cuestionario (Anexo III). El profesor se paseará entre los grupos apoyándoles en el desarrollo del experimento.

La siguiente sesión consistirá en la puesta en común de todos los grupos. Se destinan dos clases de 55 minutos para que en cada una de ellas tres grupos presenten sus resultados apoyándose en la pizarra digital.

La última clase se destinará a hacer un intercambio de apuntes en la plataforma escolar que revisará el profesor, de tal manera que todos los grupos cuenten con la información de los otros y puedan tener a su disposición la máxima información posible. También se realizará el cuestionario final relativo a la actividad que se comparará con la encuesta inicial (Anexo IV).

B) ACTIVIDAD 2: La Tabla Periódica

En esta actividad se buscará que el alumno haga una primera toma de contacto con la tabla periódica de los elementos y con la simbología de algunos de ellos. Se pretende que el alumno identifique la tabla con algo más que una hoja impresa a colores que proporciona cualquier libro de texto y que encuentre en ella información relevante. Además, se plantea parte de esta actividad en lengua inglesa para que los alumnos desarrollen la competencia lingüística.

Igual que en el resto de actividades se variarán los grupos con respecto a la actividad anterior y se comenzará con un cuestionario inicial (Anexo V).

Siguiendo con el orden de la actividad 1, se realizará en la siguiente sesión una explicación magistral intercalando cuestiones por parte del profesor a los alumnos quienes buscarán respuestas a las preguntas ayudándose del ordenador e internet. Posteriormente se da paso en la siguiente sesión al desarrollo de la actividad que va a apoyarse principalmente en el ordenador y en recursos digitales.

La primera parte de la actividad está enfocada conseguir identificar el nombre de los elementos con su símbolo y localización de la tabla periódica. La primera parte consiste en un juego digital al que deberán jugar todos los equipos y apuntar el resultado. El objetivo no es ganar o perder, si no hacer una valoración de por qué se ha tardado más en responder, en se ha fallado más y saber cómo se puede mejorar (Anexo VI).

La segunda parte de la actividad está orientada a profundizar más en los elementos, en su uso, su historia o abundancia en la corteza terrestre. Esta segunda parte se realizará también aprovechando un recurso digital. Para llevarla a cabo el profesor asignará los grupos más representativos de elementos químicos a los grupos de clase. En la Tabla 4 se muestra un ejemplo de la asignación de grupos:

Tabla 3: Asignación de grupos de la Actividad 2.

GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5	GRUPO 6
Alcalinos	Alcalinotérreos	No Metales	Metaloides	Halógenos	Gases Nobles

Fuente: Elaboración propia.

La idea de llevar a cabo esta división es que cada grupo trabaje sobre uno de los grupos asignados para posteriormente intercambiar la información con el resto de grupos. De esta manera el aprendizaje de unos alumnos se va trasladando a otros siempre supervisados por el profesor (Anexo VI).

Finalmente se hará un intercambio de la información de cada grupo en la plataforma escolar y se procederá a hacer el cuestionario final de la actividad (Anexo VII).

C) ACTIVIDAD 3: Leyes de los Gases. Ley de Boyle

El objetivo de esta actividad es que el alumno pueda visualizar más allá de la teoría, cómo se comporta un gas de acuerdo a la Ley de Boyle. Se comenzará con una encuesta previa en la que el alumno reflexione y haga hipótesis sobre el

comportamiento de dicho gas que será comparada con los resultados que finalmente se obtengan durante un experimento llevado a cabo a través de un simulador que permitirá realizar al alumno tantas veces como quiera la experiencia.

Se comenzará, como se ha venido planteando hasta ahora, con la reorganización de los grupos y se dará paso a la encuesta previa (Anexo VIII). En la siguiente sesión el profesor impartirá una clase magistral enunciando la teoría de Boyle pero aportará diversos ejemplos de la vida cotidiana para que el alumno comprenda cómo se comporta un gas bajo esta ley. Durante la explicación irá formulando preguntas que deberán ir respondiendo los grupos apoyándose en el uso de internet siempre relacionadas con el tema que explica y atendiendo a los resultados del cuestionario previo.

La siguiente sesión se desarrollará a través de una parte práctica en un simulador interactivo en el que el alumno podrá hacer una comparación con el ejemplo propuesto en el cuestionario previo (Anexo IX). Se trata de ver en este caso cómo un experimento de la vida real se puede trasladar a un entorno virtual y establecer relaciones entre ambos.

En la siguiente sesión cada grupo expondrá los resultados al resto explicando la dependencia de unas variables frente a otras mostrando el gráfico realizado en la actividad en una presentación para que el resto de alumnos puedan comparar y verificar los resultados.

Finalmente se realizará una encuesta posterior de la actividad que sirva como comparación con la inicial para que tanto alumnos como profesor evalúen la evolución del aprendizaje y de los conceptos (Anexo X) y se realizará un intercambio de las anotaciones de cada grupo con el resto de equipos en la plataforma escolar.

3.8.Evaluación

3.8.1. Evaluación del alumnado

La evaluación debe concebirse como una parte más del proceso de enseñanza-aprendizaje y convertirse en un elemento constructivo y motivador para el alumno. No debe ser una valoración numérica por parte del profesor al alumno sobre el desempeño de una actividad que tenga connotación negativa.

Puesto que el aprendizaje activo trata de hacer al alumno más consciente de su aprendizaje, centrar dicho aprendizaje en el alumno y que tome conciencia del mismo se plantea que el propio alumno haga una autovaloración de sí mismo teniendo en cuenta la evolución hecha de los cuestionarios previos y posteriores realizados en las actividades. Esta autoevaluación tendrá un peso del 15 %.

Otra meta que se ha pretendido alcanzar a través de esta metodología es el trabajo en equipo, por tanto, la percepción de los compañeros también es un factor a tener en cuenta para evaluar al alumno. La nota que el grupo de a cada uno de los miembros del equipo tendrá un peso de otro 15 %.

Finalmente, el profesor dará un peso a la nota final del alumno de un 70 % del alumno considerando diferentes aspectos que también han sido trabajados durante el desarrollo de las actividades: motivación, la participación en grupo, la actitud hacia las presentaciones en público, actitud respetuosa con los compañeros, el trabajo individual, el uso crítico y habilidades con las TIC y un examen.

En la Tabla 5 se indica como computarán cada uno de los aspectos recogidos en los párrafos anteriores sobre la nota global:

Tabla 4: Porcentajes del peso que cada uno de los aspectos considerados tienen sobre la nota final.

Porcentaje correspondiente a la autoevaluación	Porcentaje correspondiente a la nota del grupo	Porcentaje correspondiente a la nota del profesor desglosada en diferentes aspectos
15 %	15 %	70 %
		Motivación 10 %
		Participación en grupo 10 %
		Actitud positiva frente a las exposiciones en público 2.5 %
		Actitud de respeto a los compañeros 2.5 %
		Trabajo individual encuestas 20 %
		Anotaciones recogidas 10 %
		Buen uso y habilidades con las TIC 5 %
		Examen 40 %

Fuente: Elaboración propia.

3.8.2. Evaluación de la propuesta.

Al comienzo de este TFM, en la introducción, se plantea la búsqueda de una metodología adecuada que ayude a mejorar no sólo los logros del estudiante, sino también que aumente el interés por las disciplinas CTIM y la motivación en su aprendizaje. Se plantea el aprendizaje activo como método para conseguir alcanzar las metas anteriores, por ello, para obtener información sobre este proceso de enseñanza-aprendizaje se tendrán en cuenta todos ellos a la hora de evaluar la propuesta: resultados académicos, interés por las disciplinas CTIM, y la motivación de los estudiantes.

a) Evaluación de los resultados académicos: se propone hacer una comparación entre los resultados obtenidos a través del método tradicional y a través del aprendizaje activo. Se puede plantear la comparación entre un año en el que se haya usado el método tradicional y el año siguiente usando la metodología de aprendizaje activo. Otra opción es en un mismo año, usar ambas metodologías en dos clases diferentes para comparar los resultados de una y otra clase. El objetivo es comprobar si el aprendizaje activo mejora los resultados obtenidos por los alumnos.

b) Interés por las disciplinas las disciplinas STEM: Realizar una actividad grupal en el grupo en el que se implemente esta metodología de tal manera que el profesor actúe como observador y sean los propios alumnos los que den su opinión sobre el método y cómo influye en su visión de estas disciplinas. El profesor anotará las opiniones que le servirán de referencia para la evaluación.

c) Motivación de los estudiantes: Para evaluar este parámetro se realizará un test de motivación validado del departamento de orientación a cada uno de los alumnos antes de comenzar a aplicar el método.

4. CONCLUSIONES

Se muestran a continuación las conclusiones extraídas del presente TFM relacionadas con los objetivos que se plantearon al comienzo del mismo confirmando que se han ido cumpliendo a lo largo de su desarrollo.

Respecto al objetivo general, se han planteado tres actividades para trabajarlas a través de la metodología del aprendizaje activo atendiendo a modelos de carácter universitario y trasladándolas a un entorno escolar. Se concluye que asumiendo algunas limitaciones del contexto escolar se ha podido realizar dicha adaptación.

Respecto a la contextualización de la propuesta de actividades hecha, se concluye que, dichas actividades quedan enmarcadas dentro de un marco legislativo nacional y autonómico, en concreto, se ha contextualizado la propuesta dentro de la legislación autonómica de Aragón.

Se han descrito las principales características del método del aprendizaje activo extrayendo la mayor parte de bibliografía relativa a universidades estadounidenses y se ha constatado durante el desarrollo de la propuesta que existen diferencias con el contexto escolar pero que es viable la aplicación si se asumen las limitaciones. Se concluye que a pesar de que la bibliografía del aprendizaje activo es extensa, la más actual nos refiere a Estados Unidos como fuente principal de información y a las universidades que tienen en práctica los métodos relativos al aprendizaje activo, destacando las aportaciones del Scott Freeman como una gran fuente de información en el tema.

Se han identificado las limitaciones del método y se han encontrado las desventajas del mismo resaltando entre todas ellas la necesidad de una adaptación tanto por parte de profesores como de alumnos. Del mismo modo, se han encontrado muchas bondades respecto al método. Al margen de los estudios realizados por Freeman, el aprendizaje activo mejora en general el pensamiento crítico del alumno, su capacidad para resolver problemas y su motivación y entusiasmo por aprender.

5. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA

La principal limitación que presenta este método es su puesta en marcha; instaurar este método, como se ha visto en el desarrollo del presente TFM va a requerir una adaptación por parte de alumnos y de profesores que se traduce en un mayor esfuerzo por parte de ambos. Además, el método requiere mayor inversión de tiempo por parte del profesor además de una mejor preparación de las clases.

La misma implantación del método puede verse también limitada por el rechazo que padres de alumnos o incluso dirección puedan mostrar hacia el mismo. La autonomía de los centros además puede verse limitada en la puesta en práctica de determinados métodos respecto a la legislación.

Aunque la idea es que la metodología planteada sea lo más general posible para que pueda ser implantada en un futuro en cualquier centro sea cual fuere su localización o nivel socioeconómico o tipo de alumnado, los recursos materiales que exige el método, la organización y los cambios que requiere podrían suponer una limitación dependiendo de estos aspectos.

Finalmente hay que tener en cuenta que, aunque la literatura acerca del aprendizaje activo es amplia, la bibliografía encontrada más actual es algo más escasa y se concentra encontrada entornos universitarios de otros países.

No obstante, y a pesar de estas limitaciones, se plantea la utilización de este método en el ámbito de la enseñanza de las disciplinas CTIM; la sociedad cambiante cada vez demanda alumnos más flexibles, con facilidad de adaptación y con capacidad crítica para resolver problemas y la metodología del aprendizaje activo es una de las herramientas que se proponen para responder a esta demanda social.

Como prospectiva se plantea la puesta en marcha de la propuesta. En primer lugar, se propone la aplicación del método objeto de este trabajo durante toda una unidad didáctica, para dar paso a su aplicación durante un curso y posteriormente extenderse a cualquier otra asignatura de ciencias. Todo ello acompañado de un alto grado de investigación por parte del profesorado que le permita estar actualizado sobre las nuevas metodologías que implica el aprendizaje activo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, W., Mitchell, S. and Osgood, M. (2005). Comparison of Student performance in Cooperative Learning and Traditional Lecture-based Biochemistry Classes. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 33(6), 387-393.
- Beichner, L. (2006). North Carolina State University: SCALE-UP. En Diana G. Oblinger (Ed. Digital). *Learning Spaces*. Recuperado el 15 de marzo de 2017 de: <https://www.educause.edu/research-and-publications/books/learning-spaces/chapter-29-north-carolina-state-university-scale>
- Belcher, J. (2014). El espacio del aprendizaje en las aulas para el aprendizaje activo apoyado en tecnologías del mit ("teal classrooms"). *EDUTECH. Revista electrónica de tecnología educativa* (47), 1-9.
- Belcher, J. (s.f.). *MIT, Massachusetts Institute of Technology*. Recuperado el 10 de marzo de 2017 de: <http://web.mit.edu/>
- Bradley, W. (s.f.). *Weber State University*. Recuperado el 3 de abril de 2017 de <http://physics.weber.edu/carroll/archimedes/principle.htm>
- Center for Educational Innovation (s.f.). *University of Minnesota*. Recuperado el 13 de marzo de 2017 de: <https://cei.umn.edu/support-services/tutorials/active-learning-classrooms/student-vs-instructor-classroom>
- Cotner, S., Loper, J., Walker, J.D., and Brooks, D. (2013). "It's Not You, It's the Room"— Are the High-Tech, Active Learning Classrooms Worth It. *Journal of College Science Teaching*, 42(6), 82-88.
- Dale, E. (1946). The "Cone of Experience". En Dryden Press (Ed.). *Audio-visual Methods in Teaching* (pp. 37-52). New York.
- Decreto 30/2016, de 22 de marzo, del Gobierno de Aragón, por el que se regula la escolarización de alumnos en los centros docentes públicos y privados concertados en las enseñanzas de segundo ciclo de educación infantil, educación primaria, educación especial, educación secundaria obligatoria,

bachillerato y formación profesional de la Comunidad Autónoma de Aragón. Boletín Oficial de Aragón, 62, de 1 de abril de 2016.

Drake, E. and Battaglia, D. (2014)., Teaching and Learning in Active Learning Classrooms. *FaCIT*, 1-16.

Fernández, A. (s.f.). El aprendizaje como objetivo básico de la enseñanza universitaria. En Universidad Politécnica de Valencia (Ed.). *Nuevas metodologías docentes* (pp. 8-10). Valencia.

Fernández, M., Mena, L., Riviere, J. (2010). Fracaso y abandono escolar en España. *Colección Estudios Sociales*, 29(1), 106-108.

Finkelstein, A. (2016). *A principled approach to learning space design* [Transparencias Power Point]. Recuperado el 5 de abril de 2017 de: <https://www.mcgill.ca/tls/spaces/principles>

Freeman, S., L. Eddy, S., McDonough, M., Smith, M., Okoroafor, N., Jordt, N. and Wenderoth, M.P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *PNAS*, 111(23), 8410-8415.

Gaffney, J., Richards, E., Kustusch, M.B., Ding, L. y Beichner, R.J. (2008). Scaling Up education reform. *Journal of College Science Teaching*, 37(5), 48-53.

Gibbs, G (2013). Experimental Learning Theory. En OCSLD (Ed. Digital), *Learning by Doing* (pp. 14-21). Recuperado el 5 de abril de 2017 de: <https://thoughtsmostlyaboutlearning.files.wordpress.com/2015/12/learning-by-doing-graham-gibbs.pdf>

Instituto Nacional de Estadística (2014). *Encuesta de población activa*. Recuperado el 28 de diciembre de 2016 de: http://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INESeccion_C&cid=1259925480602&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayout

Jerez, O., (2015). Parte I: Fundamentos. En Ediciones Universidad de Chile (Ed.), *Aprendizaje Activo: diversidad e Inclusión* (pp. 16-19). Santiago.

- Kember, D. and Leung, D. (2005). The influence of active learning experience on the development of graduate capabilities. *Studies in Higher Education* 30(2), 155-170.
- Knowles. B. (2014). Planning a whole-school approach to STEM. *STEM – linking technology, engineering and mathematics with science*, 96(355), 27-35.
- Laboratorio de Innovación Educativa. (s.f.). *Aprendizaje Cooperativo. Propuesta para la implantación de una estructura de cooperación en el aula*. Material no publicado.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado, 295, de 10 de diciembre de 2013.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE). Boletín Oficial del Estado, 106, de 4 de mayo de 2006.
- MacGregor, J. (1990). Collaborative learning: Shared inquiry as a process of reform. In M.D. Svinicki (Ed.). *The changing face of college teaching* (pp. 19-30). San Francisco.
- Martín-Moreno, Q. (2007). La organización del entorno de aprendizaje. En McGraw-Hill España (Ed.) *Organización y dirección de centros educativos innovadores: el centro educativo versátil*. (pp. 295-309). Madrid.
- Martínez-Pons, J.A. (2012). La corona de Gerión y el Eureka de Arquímedes. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 108(2), 119–125.
- Massachusetts Institute of Technology, MIT. (s.f.). TEAL. Technology enhanced active learning. Recuperado el 17 de marzo de 2017 de: <http://web.mit.edu/edtech/casestudies/teal.html>
- National Institute of Education (U.S.). (1984). Recommendations for increasing students involvement. En ERIC (Ed.). *Involvement in Learning* (pp. 23-36). Washington.

Negrín, O. (2012). Unidad Didáctica III: La educación en España en el siglo XX. En UNED (Ed. Digital), *Historia de la Educación Española* (pp. 567-581). Recuperado el 3 de abril de: <http://bv.unir.net:2067/lib/univunirsp/reader.action?docID=10647282&ppg=4>

Oliver-Hoyo, M.T., Alconchel, F. y Pinto, G. (2012). Metodologías activas para el aprendizaje de la física. *Revista Española de Física*, 26(1), 45-50.

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Boletín Oficial del Estado, 25, de 29 de enero de 2015.

Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. Boletín Oficial de Aragón, 105, de 2 de junio de 2016.

Prince, M. (2004) Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.

Puelles, M de. (2008). Las grandes leyes educativas de los últimos doscientos años. *Participación Educativa*. *Participación Educativa*, 7, 9-10.

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, 3, de 3 de enero de 2015.

Revans, R. W. (1979). Action Learning: Its Terms and Character. *Management Decision Journal*, 21(1), 123-129.

Rodríguez, K.P., Maya, M.A. y Jaén J.S. (2012). Educación en Ingenierías: de las clases magistrales a la pedagogía del aprendizaje activo. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, 30(1), 125-142.

- San Martín, O. (15 de abril de 2015). Así se enseña sin asignaturas, sin libros de texto y sin exámenes. *El Mundo*. Recuperado de: <http://www.elmundo.es/espana/2015/04/16/552eb3c9e2704e972c8b4578.html>
- Thaman, R., Dhillon, S., Saggar, S., Gupta and M., Kaur, H. (2013). Promoting Active Learning in Respiratory Physiology-Positive Student Perception and improved Outcomes. *National Journal of Physiology, Pharmacy & Pharmacology*, 3(1), 27-34.
- Universidad Politécnica de Madrid. (2008). *Aprendizaje Basado en Problemas. Guías rápidas sobre nuevas tecnologías*. Material no publicado.
- University of Illinois at Chicago (s.f.). Office of Campus Learning Enviroments. Recuperado el 6 de marzo de 2017 de: <https://ocle.uic.edu/active-learning-environments/>
- University of Iowa. (2012). Assessing teaching and learning in technology-infused TILE classrooms at the University of Iowa. *Educause ELI Seeking Evidence of Impact*. Recuperado el 14 de marzo de: http://tile.uiowa.edu/sites/tile.uiowa.edu/files/SEI1202_o.pdf
- University of Minnessota. (s.f.). *Active Learning Classrooms (ALCs)*. Material no publicado.
- Van Horne, S. Murniati, C. T., Saichaie, K., Jesse, M., Florman, J. C. and Ingram, B.F. (2014). Using Qualitative Research to Assess Teaching and Learning in Technology-Infused TILE Classrooms. *New Directions for Teaching and Learning*, 2014(137), 17-26.
- Van Horne, S. Murniati, Gaffney, J. and Jesse, M. (2012). Promoting Active Learning in Technology-Infused TILE Classrooms at the University of Iowa. *Journal of Learning Spaces*, 1(2).
- Vargas, J. (s.f.). *Galileo Galilei*. Recuperado el 3 de abril de 2017 de: <http://www.famaf.unc.edu.ar/~vargas/Trabajos/Docencia/Galileo%20Galilei.pdf>

Walker, J., Brooks, C. and Baepler, P. (2011). Pedagogy and Space: Empirical Research on New Learning Environments. EDUCAUSE. Recuperado el 13 de marzo de 2017 de: <http://er.educause.edu/articles/2011/12/pedagogy-and-space-empirical-research-on-new-learning-environments>

7. ANEXOS

ANEXO I: Indicador para identificar a los alumnos del aula



Doblar por la línea

NOMBRE:

APELLIDOS:

GRUPO:

FUNCIÓN:



Doblar por la línea



Doblar por la línea

ANEXO III: Cuestionario del experimento de la Actividad 1.

- 1) Rellenar la siguiente tabla rodeando con un círculo el valor de sabor y color que hayas percibido durante la realización del experimento.

VASO DE MEZCLA INICIAL DE CACO Y LECHE	VASOS DE LECHE AÑADIDOS	DILUCIÓN DE LA MUESTRA	VALORAR DE 1 A 5 (de menos a más sabor)	VALORAR DE 1 A 5 (de menos a más color)
1	1	$\frac{1}{2}$	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
1	2	$\frac{1}{3}$	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
1	3	$\frac{1}{4}$	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
1	4	$\frac{1}{5}$	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
1	5	$\frac{1}{6}$	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

- 2) Identificar el soluto y el disolvente de la disolución.
- 3) De acuerdo a los resultados de la tabla, ¿qué ocurre al añadir más leche a la mezcla respecto al color y al sabor? ¿Por qué ocurre?

- 4) Dibuja una gráfica que represente vasos de leche añadidos vs. valor de sabor y lo mismo con el color.
- 5) ¿Qué método estás usando para medir la concentración?
- 6) Busca en internet un experimento relacionado con sulfato de cobre en el que puedas utilizar la vista como forma de identificar una disolución más concentrada y otra más diluida.
- 7) Haz una analogía con el experimento que has llevado a cabo respecto al soluto, al disolvente y a lo que ocurre.

	SOLUTO	DISOLVENTE	COMPORTAMIENTO
Sulfato de cobre y agua			
Cacao soluble y leche			

- 8) Busca en internet un método para medir la concentración de una disolución coloreada.

ANEXO VI: La Tabla Periódica. Actividad.

Parte 1

- 1) Buscar una tabla periódica que permita visualizarla durante 15 minutos por todos los miembros del grupo. Se trata de intentar memorizar la máxima información posible.
- 2) Transcurrido ese tiempo (el profesor avisará), acceder a la siguiente dirección web:

<https://www.thatquiz.org/es-m/ciencia/tabla-periodica/>

Aparecerá la siguiente pantalla:

The screenshot shows a web-based periodic table game interface. The main area displays a periodic table with the element Magnesium (Mg) highlighted in pink. Above the table, the text reads "Tabla periódica" and "Haga clic sobre el elemento Magnésio". To the left of the table, there are several settings: "Largo" set to 18, "Nivel" set to 3, "Duración" set to "Abierto", and "Pausa" set to "No". Below these are checkboxes for "Períodos" (1-8) and "Símbolos" (checked), "Nombres", "Masa atómica", "Número atómico", and "Electrones". There are also options for "Estilo" (Tabla periódica, Texto sencillo, Parejas) and a "Hacer enlace" button. To the right of the table, there is a score section with "Acertado" (0), "Equivocado" (0), and "Reloj" (0:00). Below the score are buttons for "pruebitas" and "Reiniciar".

Juego 1: Se trata de buscar en la tabla periódica el símbolo correspondiente al elemento que el juego propone. Al final del juego deberéis apuntar el número de aciertos, el número de errores y el tiempo.

Juego 2: Cuando termine esta parte de la prueba clica en la izquierda de la pantalla en nombres. Se trata de completar el nombre del elemento asociado al símbolo que aparece en pantalla.

Puesta en común de los resultados de todos los grupos contestando a las siguientes preguntas:

- ¿En qué parte del juego habéis tenido más fallos/menos aciertos?
- ¿Por qué creéis que ha ocurrido? ¿Es una cuestión individual o colectiva o ambas?
- ¿Cómo se pueden mejorar los resultados?

Parte 2

- 1) Acceder al siguiente link:

<https://www.webelements.com>

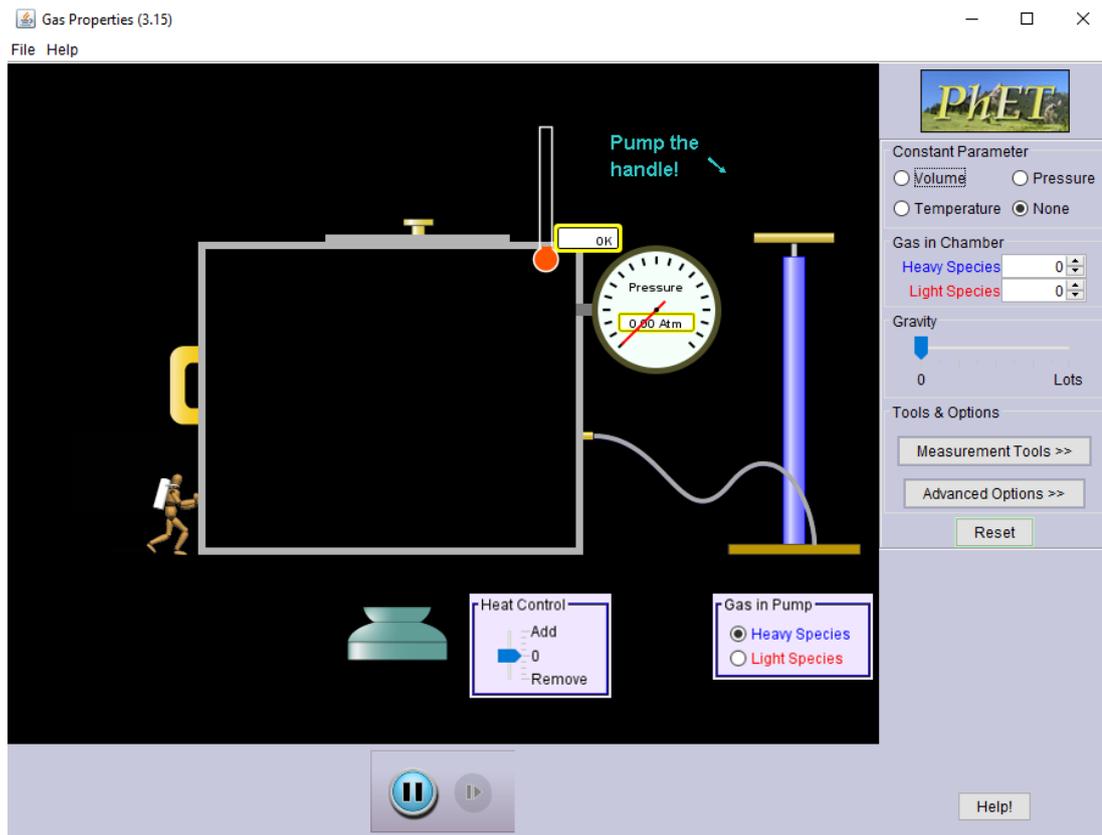
- 2) Elije un elemento de la tabla periódica que pertenezca al grupo de elementos que el profesor haya asignado a tu grupo.
- 3) Busca algunas de las características más representativas y anótalas. ¿Por qué has elegido esas? ¿En qué consideras que sobresalen esas características frente a otras?
- 4) Averigua la abundancia del elemento sobre la corteza terrestre y compárala con la abundancia de otros elementos de otros grupos.
- 5) Escribe un pequeño resumen sobre la historia y los usos del elemento en cuestión.
- 6) Prepara una breve presentación del elemento.

ANEXO IX: Las Leyes de los Gases. Ley de Boyle. Actividad.

1) Acceder al siguiente link e instalar el simulador:

http://phet.colorado.edu/new/simulations/sims.php?sim=Gas_Properties

Una vez instalado, ejecútalo y aparecerá la siguiente pantalla:



Clicar en el botón “Reset” que aparece a la derecha.

Puesto que se trata de hacer una simulación de un experimento sobre la Ley de Boyle, en el apartado de parámetros constantes clicar sobre la temperatura. Así el experimento consistirá en variar la presión y observar cómo se comporta el volumen. Necesitaremos por tanto un elemento que nos permita medir dicho volumen. Pulsar en el botón “herramientas de medición” y clicar en “regla”.

A la derecha de la imagen hay un émbolo para introducir partículas de líquido en el recipiente y el recipiente se puede ir moviendo de izquierda a derecha reduciendo su volumen. Se trata de ir reduciendo el volumen del recipiente

introduciendo cada vez el mismo número de partículas y anotar la presión que marque el manómetro.

Rellena la siguiente tabla siguiendo los pasos indicados:

Volumen (nm²) Bxhx1 nm	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Presion (atm)						

2) Realiza una representación gráfica con los valores obtenidos.

3) ¿Qué le ocurre a la presión al disminuir el volumen?

4) ¿Qué parámetros permanecen constantes?

5) ¿Qué parámetros son variables?

